

Set Trainer Solar Panel sebagai Media Ajar Fotolistrik bagi Siswa Sekolah Menengah Atas

Nelly Safitri^{1*}, Rachmawati², Arsy Febriana Dewi³, Fauzan⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
 Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

^{1*}nellysafitri@pnl.ac.id

Abstrak— Efek fotolistrik adalah suatu fenomena di mana cahaya dapat melepaskan elektron dari permukaan suatu bahan tertentu, seperti logam. Efek fotolistrik terjadi ketika foton cahaya bertumbukan dengan atom pada permukaan bahan. Jika energi foton cukup besar, elektron pada atom dapat terlepas dan meninggalkan atom tersebut. Elektron yang terlepas ini kemudian dapat diarahkan dan digunakan untuk menghasilkan arus listrik. Guru sering mengalami kesulitan untuk menjelaskan efek fotolistrik ini tanpa media ajar yang tepat. Agar siswa bisa dengan mudah memahami tentang efek fotolistrik tersebut, maka perlu dikembangkan media ajar yang dapat menjelaskan ilustrasi efek fotolistrik. Media solar panel adalah sarana yang tepat untuk menggambarkan ilustrasi efek fotolistrik. Oleh karena itu, Dosen pengajar dari Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi (TRPE) Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe yang tergabung dalam satu tim pelaksana kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat, memiliki gagasan untuk merancang dan membuat suatu media ajar set trainer solar panel sebagai media ajar fisika modern untuk materi efek fotolistrik. Set trainer ini merupakan modul solar panel yang sederhana yang terdiri dari komponen seperti sel surya, baterai, solar charger controller (SCC), inverter dan beban AC yang dalam hal ini beberapa jenis lampu penerangan. Pengujian yang dilakukan terhadap set trainer menunjukkan bahwa set trainer yang dibuat berhasil dioperasikan, dengan sudut kemiringan modul sel surya maksimum 90°. Pengukuran radiasi paparan matahari terhadap sel surya dan pengukuran tegangan keluaran masing-masing komponen juga menunjukkan bahwa set trainer berfungsi dengan baik.

Kata kunci— Solar Panel; PLTS; Fisika Modern; Efek Fotolistrik; Set Trainer.

Abstract— The photoelectric effect is a phenomenon in which light removes electrons from the surface of some materials, such as metal. The photoelectric effect happens when light photons clash with atoms on a material's surface. If the photon energy is high enough, the electrons in the atom can be liberated and leave. The liberated electrons can then be guided and employed to generate an electric current. Teachers frequently struggle to explain the photoelectric effect in the absence of adequate teaching materials. To help students understand the photoelectric effect, it is vital to create instructional materials that include representations of the effect. Solar panel media is the ideal tool for demonstrating the photoelectric effect. Therefore, lecturers from the Power Plant Engineering Study Program, Department of Electrical Engineering, Lhokseumawe State Polytechnic, who are part of a team implementing Community Service activities, came up with the idea of designing and creating physics teaching media for a solar panel trainer set. This trainer set is a basic solar panel module that includes solar cells, batteries, a solar charger controller (SCC), an inverter, and an AC load, in this case, several lighting bulbs. Tests on the trainer set revealed that, with a maximum tilt angle of 90° for the solar cell module, and the voltage measurement to output of each component, the set trainer was properly functioning.

Keywords— Solar Panels; PLTS; Modern Physics; Photoelectric Effect; Trainer Sets.

I. PENDAHULUAN

Efek fotolistrik adalah suatu fenomena di mana cahaya dapat melepaskan elektron dari permukaan suatu bahan tertentu, seperti logam. Efek fotolistrik terjadi ketika foton cahaya bertumbukan dengan atom pada permukaan bahan. Jika energi foton cukup besar, elektron pada atom dapat terlepas dan meninggalkan atom tersebut. Elektron yang terlepas ini kemudian dapat diarahkan dan digunakan untuk menghasilkan arus listrik [1].

Syarat terjadinya efek fotolistrik adalah frekuensi foton lebih besar daripada fungsi kerja logam tersebut. Fungsi kerja adalah energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari permukaan logam. Dalam hal ini, frekuensi foton yang lebih besar akan memberikan energi kinetik yang cukup untuk mengatasi fungsi kerja logam dan melepaskan elektron. Hal ini juga menunjukkan bahwa energi foton dan frekuensi foton memiliki hubungan yang saling berkaitan. Semakin besar energi foton, semakin tinggi frekuensi foton yang diperlukan untuk terjadinya efek fotolistrik pada permukaan logam. Dalam tulisannya, Yusra Defawati [2] mengemukakan bahwa frekuensi foton yang lebih besar akan memberikan energi kinetik yang cukup untuk mengatasi fungsi kerja logam

dan melepaskan elektron. Selain itu, jenis logam yang digunakan juga mempengaruhi terjadinya efek fotolistrik. Setiap logam memiliki fungsi kerja yang berbeda-beda, sehingga frekuensi foton yang diperlukan untuk terjadinya efek fotolistrik pada logam tersebut juga berbeda-beda. Intensitas cahaya dan sudut penyinaran juga mempengaruhi terjadinya efek fotolistrik. Jika sudut penyinaran tidak tegak lurus dengan permukaan logam, energi foton yang diterima oleh permukaan logam akan berkurang sehingga kemungkinan terjadinya efek fotolistrik akan menurun.

Proses efek fotolistrik bisa terjadi diawali dengan adanya cahaya yang mengenai suatu logam. Setiap cahaya atau foton itu nantinya akan menyebabkan satu elektron dikeluarkan karena foton tersebut mentransfer energi. Elektron yang keluar disebut dengan fotoelektron [2]. Teori mengemukakan efek fotolistrik adalah suatu fenomena di mana elektron terlepas dari permukaan logam ketika dikenai radiasi elektromagnetik, seperti cahaya [3]. Untuk mengukur energi kinetik dari elektron yang terlepas dari permukaan logam, digunakan persamaan, yaitu:

$$E_{kin} = hf - \phi \tag{1}$$

Keterangan:

E_{kin} = energi kinetik dari elektron (dalam satuan joule)

h = konstanta planck (6.626×10^{-34} J s)

f = frekuensi cahaya (dalam satuan Hz)

ϕ = fungsi kerja logam (dalam satuan joule)

Kecepatan elektron yang terlepas dari permukaan logam akibat efek fotolistrik dapat dihitung menggunakan rumus kecepatan efek fotolistrik sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_{kin}}{m}} \tag{2}$$

Keterangan:

v = kecepatan elektron yang terlepas (dalam satuan m/s)

E_{kin} = energi kinetik elektron (dalam satuan joule)

m = massa elektron (9.11×10^{-31} kg)

sehingga energi kinetik maksimum efek fotolistrik yaitu dalam persamaan berikut.

$$E_{kin}(maks) = \phi \times v_0 \tag{3}$$

Keterangan:

e = muatan elektron (1.6×10^{-19} c)

v_0 = tegangan beda potensial henti (volt)

Efek fotolistrik banyak digunakan dalam alat pengukur cahaya, kamera digital dan teknologi panel surya. Efek fotolistrik dimanfaatkan dalam teknologi panel surya untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik kita sehari-hari. Teknologi panel surya yang memanfaatkan efek fotolistrik sangatlah penting untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil yang semakin menipis [4].

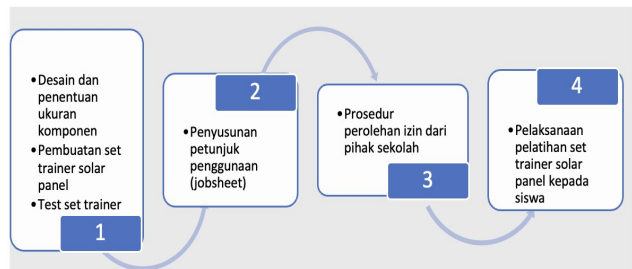
Media solar panel adalah sarana yang tepat untuk menggambarkan ilustrasi efek fotolistrik. Oleh karena itu, Dosen pengajar dari Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi (TRPE) Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe yang tergabung dalam satu tim pelaksana kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat, memiliki gagasan untuk merancang dan membuat suatu media ajar set trainer solar panel sebagai media ajar fisika modern untuk materi efek fotolistrik. Set trainer ini merupakan modul solar panel yang sederhana yang terdiri dari komponen seperti sel surya, baterai, solar charger controller (SCC), inverter dan beban AC yang dalam hal ini beberapa jenis lampu penerangan.

II. METODOLOGI PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui beberapa tahapan guna melaksanakan

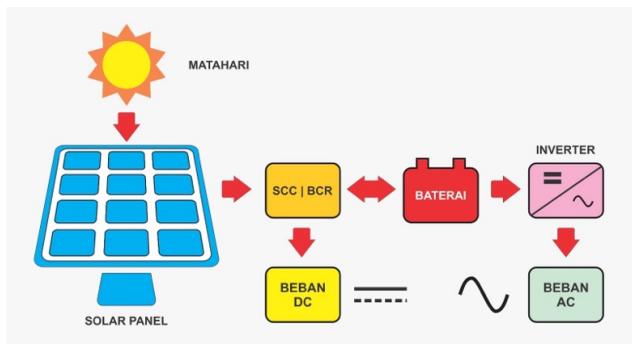
solusi atas permasalahan spesifik yang dihadapi oleh mitra, yang dalam hal ini adalah SMA Negeri 1 Lhokseumawe. Pelaksanaan solusi tersebut dibuat secara sistematis yang meliputi perancangan dan pembuatan set trainer solar panel, pengecekan dan penyusunan petunjuk penggunaan/jobsheet, prosedur perolehan izin dari pihak sekolah dan pelaksanaan kegiatan berupa pemberian pelatihan dan materi teori tentang set trainer solar panel sebagai penerapan efek fotolistrik kepada siswa SMA Negeri 1 Lhokseumawe. Kemudian penyerahan set trainer dan jobsheet kepada pihak sekolah.

Gambar 1 menunjukkan tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan. Tahapan terpenting adalah desain dan pembuatan serta penentuan ukuran komponen untuk set trainer yang dimaksud. Modul set trainer ini juga dilengkapi dengan petunjuk praktikum yang nantinya dapat membantu Guru dalam memberikan praktikum bagi siswa.



Gambar 1. Bagan alir pelaksanaan kegiatan

Tahapan desain penentuan komponen dan pembuatan set trainer solar panel pada prinsipnya mengikuti aliran kerja sistem fotovoltaik seperti pada Gambar 2.



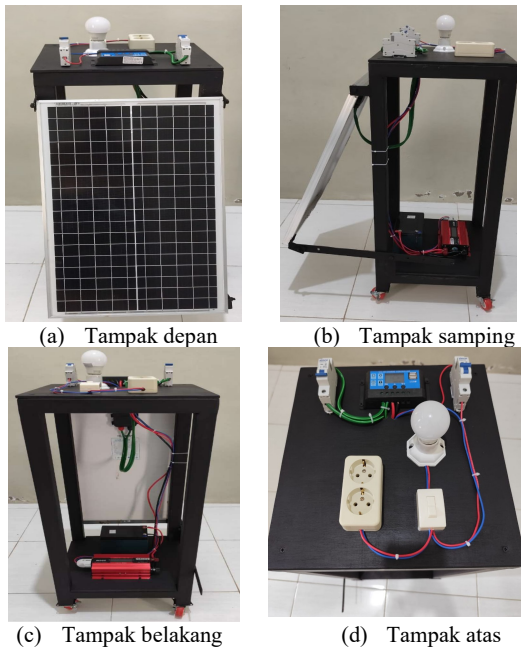
Gambar 2. Diagram aliran kerja sistem fotovoltaik

Konfigurasi model solar panel mobile yang dikembangkan ini adalah sebagai berikut.

- 1 unit Solar panel monocrystalline 30Wp
- Dimensi: 1480x670x35 mm
- Garansi output: 10 tahun
- 1 unit Solar Charger Controller PWM
- 1 unit Accu VOZ Battery 12V-14Ah VRLA
- 1 unit Inverter STEC 12V-500W
- 1 pasang MC4 Connector
- 5 meter kabel SCC 2x5mm
- 1 meter kabel SCC-Accu



Set trainer yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3. Trainer set pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang paling sederhana. Perakitan dan koneksi komponen tidak memerlukan rangkaian yang kompleks.



Gambar 3. Penampakan set trainer solar panel

Beberapa alat ukur parameter listrik seperti tegangan, arus, suhu dan radiasi pancaran matahari digunakan alat ukur multimeter digital, thermometer dan solar power meter. Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk menguji set trainer yang telah dibuat adalah sebagai berikut.

- Trainer kit sistem fotovoltaik 1 unit
- Alat ukur multimeter digital 2 buah
- Alat ukur radiasi pancaran matahari 1 buah
- Set tool box (jika diperlukan) 1 set
- Testpen 1 buah
- Kipas angin 1 buah

- Charger HP/Laptop 1 buah
- Thermometer 1 buah
- Aplikasi Global Solar Atlas -

Langkah kerja saat siswa melakukan praktikum menggunakan set trainer ini adalah sebagai berikut.

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Tempatkan trainer PLTS di area yang terpapar matahari tanpa terhalang bayangan bangunan atau pepohonan.
3. Gunakan aplikasi Global Solar Atlas untuk melihat radiasi pancaran matahari di lokasi SMAN 1 Lhokseumawe.
4. Lakukan pengukuran radiasi pancaran matahari secara langsung dengan menggunakan alat ukur irradiance meter.
5. Pasangkan alat ukur multimeter pada solar panel, inverter, dan baterai untuk mengukur tegangan keluaran komponen-komponen tersebut.
6. Posisikan solar panel sesuai sudut yang diinginkan
7. 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.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melihat apakah komponen-komponen yang terpasang dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengamatan terhadap set trainer ini dengan mengikuti langkah kerja yang disebutkan pada bagian sebelumnya. Adapun hasil pengamatan dan pengukuran yang dilakukan pada set trainer ini meliputi pengukuran terhadap pancaran radiasi matahari yang terpapar pada modul sel surya dan tegangan yang terukur pada keluaran modul sel surya, baterai dan inverter.

Pengukuran dilakukan pada hari Senin, tanggal 22 Juli 2024, temperatur terukur 35°C, pada jam 11 dan 12 siang, dimana pancaran sinar matahari pada jam tersebut dianggap paling optimal, yaitu 989W/m². Adapun hasil pengamatan dan pengukuran terhadap pancaran radiasi matahari yang terpapar pada modul sel surya dapat dilihat dalam Tabel 1. Sementara itu tegangan yang terukur pada keluaran modul sel surya, baterai dan inverter dapat dilihat dalam Tabel 2.

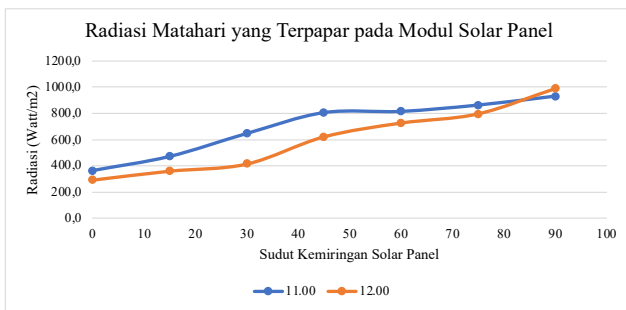
Tabel 1 Hasil Pengukuran Radiasi Mahari
Senin 22 Juli 2024 Suhu 35°C
(berasa seperti 42°C)

Sudut Kemiringan Solar Panel	Irradiance (Watt/m ²)	
	Jam	
	11.00	12.00
0	363,6	292,3
15	471,3	360,1
30	645,7	414,5
45	804,3	621,1
60	814,2	727,0
75	861,8	796,6
90	930,5	989,0

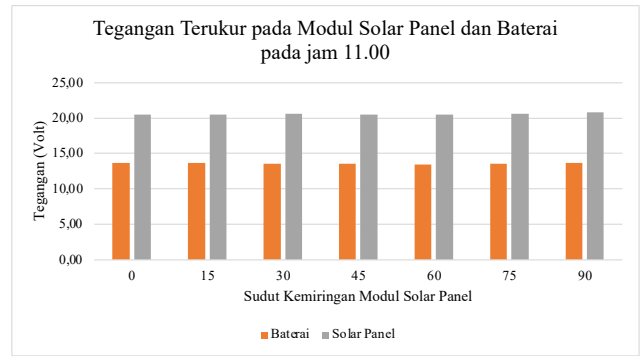
Pengukuran Model Solar Panel
Senin 22 Juli 2024 Suhu 35°C (berasa seperti 42°C)

Jam	Sudut Kemiringan	Tegangan (V)		
		Baterai	Solar Panel	Output Inverter
11.00	0	13,70	20,53	230,5
	15	13,62	20,50	229,5
	30	13,50	20,66	228,7
	45	13,53	20,48	227,2
	60	13,47	20,45	226,6
	75	13,52	20,60	226,5
	90	13,67	20,80	226,2
12.00	0	13,80	18,52	227,7
	15	13,79	18,58	226,5
	30	13,79	18,60	225,5
	45	13,79	18,50	226,4
	60	13,79	18,57	225,8
	75	13,78	18,44	225,4
	90	13,74	19,18	225,3

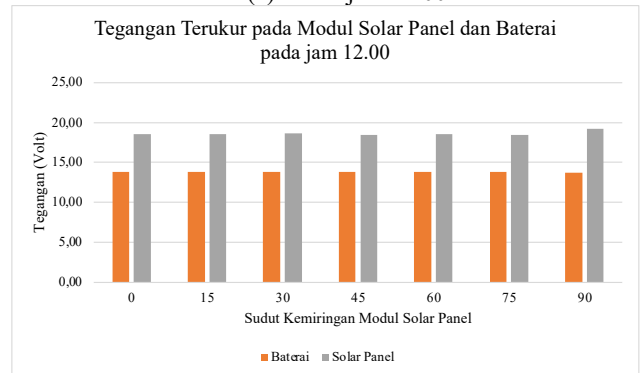
Tendensi kenaikan radiasi pancaran sinar matahari yang terpapar pada sel-sel modul solar panel dapat dilihat pada Gambar 4, dan perubahan tegangan keluaran pada modul solar panel dan baterai per perubahan sudut modul solar panel dapat dilihat pada Gambar 5. Sementara itu perubahan tegangan yang terukur pada keluaran inverter dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 4. Radiasi Matahari pada Set Trainer saat Pengukuran

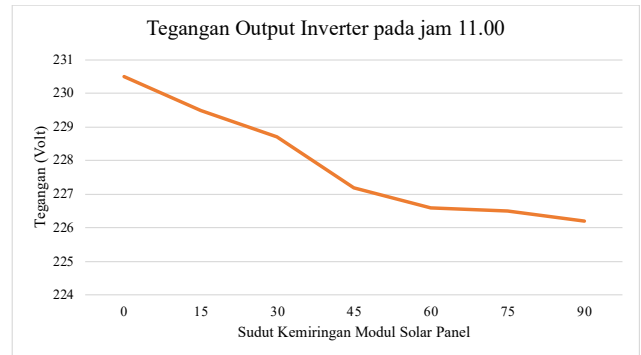


(a) Pada jam 11.00

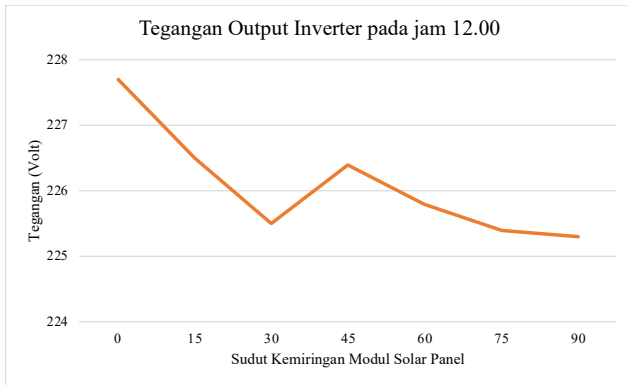


(b) Pada jam 12.00

Gambar 5. perubahan tegangan keluaran pada modul solar panel dan baterai



(a) Pada jam 11.00



(b) Pada jam 12.00

Gambar 6. Tegangan Terukur pada Output Inverter

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.

Beberapa dokumentasi pelaksanaan kegiatan saat penyerahan modul, penyampaian materi dalam kelas dan pengukuran parameter terkait pada modul dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh daripada pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di SMAN 1 Lhokseumawe ini menjawab tujuan pengabdian, yaitu berhasil merancang, membuat dan memberikan set trainer ini kepada pihak sekolah untuk dijadikan media pembelajaran praktikum mata pelajaran Fisika, materi ajar fotolistrik. 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] Elza S, dkk. "Percobaan Efek Fotolistrik dalam Menentukan Konstanta Planck." *Journal UIN Sunan Gunung Djati*, Vol.1, pp.1-99. 2018. DOI: <https://doi.org/04/04>
- [2] Y. Defawat. "Kit Solar Sel/Panel Surya sebagai Media Pembelajaran pada Materi Efek Fotolistrik." *SPEJ (Science and Physics Education Journal)*. Volume 2, Nomor 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31539/spej.v2i2.639>
- [3] Alhogbi, B. G. (2017). 濟無. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 21 - 25. <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- [4] PIJAR. (2023). Efek Fotolistrik: Pengertian, Syarat, dan Rumusnya. Diakses pada: <https://www.pijarbelajar.id/blog/efek-fotolistrik#partikel-yang-terlibat>.
- [5] 8. 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/>
- [6] Google Earth. Peta lokasi SMA Negeri 1 Lhokseumawe. Diakses pada: https://earth.google.com/web/search/SMA+Negeri+1+Lhokseumawe,+Jalan+Darussalam,+Kampung+Jawa+Lama,+Lhokseumawe+City,+Aceh/@5.18786762,97.14728234,2.59097756a,505.68181684d,35y,-0h,0t,0r/data=CigiJgokCwKRPPa9pjBAEfUK58PwVjjAGZybNtY4_1BAIQiDfD1QJUPAOgMKATA