

Pelatihan Pengujian, Pemasangan dan Instalasi, serta Monitoring Panel Surya untuk siswa SMK se-Indonesia

Valdi Rizki Yandri^{1,2}, Alvin Fariz¹, Lia Muliati Pranoto³, Shobih³, Agus Risdiyanto⁴, Rahmat Hidayat^{1*}

¹ Fisika Magnetik dan Fotonik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

² Laboratorium Elektronika Daya, Politeknik Negeri Padang, Padang, Indonesia

³ Pusat Riset Elektronika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandung, Indonesia

⁴ Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandung, Indonesia

* rahmat@fi.itb.ac.id

* Penulis koresponding

INFO ARTIKEL

Tanggal terima : 2022-12-08

Tanggal revisi : 2022-12-31

Tanggal terbit : 2022-12-31

Kata Kunci

Panel surya
Pemasangan instalasi
Pengujian instalasi
Monitoring

ABSTRAK

Pelatihan ini dilaksanakan untuk mentransfer pengetahuan teknik pengujian, pemasangan dan monitoring panel surya bagi siswa SMK bidang kelistrikan se-Indonesia yang dilakukan secara daring. Peserta yang hadir sebagian besar dari SMK di Aceh hingga SMK dari NTT. Pelatihan terlaksana dengan kerjasama dengan P3ET, Pmikroelektroik (???) dan Himpunan Optik Indonesia (HOI). Panel surya merupakan perangkat konversi energi baru terbarukan (EBT) dengan mengubah energi surya menjadi energi listrik, yang sedang digalakkan penggunaannya oleh Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Sementara instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berskala besar banyak digarap oleh perusahaan-perusahaan besar, instalasi skala kecil dan menengah tentunya dapat dilakukan oleh usaha kecil dan menengah (UKM). Instalasi skala kecil dan menengah ini dapat dipasang pada rumah tinggal, sekolah, rumah toko, perkantoran kecil ataupun stasiun pengisian kendaraan listrik. Oleh karena itu diperlukan pelatihan bagi siswa SMK bidang kelistrikan agar dapat bekerja sebagai praktisi untuk instalasi dan perawatan panel surya.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Rumah tangga merupakan pelanggan listrik terbanyak di Provinsi Jawa barat dengan proporsi di atas 90% pada tahun 2000 hingga tahun 2019, dan diikuti sektor bisnis sebesar 3,72% dan sektor publik sebesar 2,89%. Sektor industri merupakan pelanggan listrik paling sedikit dengan persentase sebesar 0,11% dari total pelanggan listrik di Provinsi Jawa Barat. Berbeda dengan pelanggan listrik, konsumsi energi listrik didominasi oleh sektor industri dengan proporsi lebih dari 50% total konsumsi energi listrik setiap tahunnya. Sektor industri menjadi sektor yang mengkonsumsi listrik paling banyak dengan persentase sekitar 55,91% diikuti oleh sektor rumah tangga dengan persentase sekitar 31,85% dan sektor bisnis sekitar 9,2%. Sektor publik menjadi sektor yang mengkonsumsi listrik paling sedikit dengan persentase sekitar 3,03%. Kebutuhan energi listrik Provinsi Jawa Barat terutama disuplai oleh pembangkit listrik milik PT. PLN (Persero). Sejumlah pembangkit tersebut terhubung melalui transmisi 500 kV dan transmisi 150 kV [1]. Adapun pembangkit yang terkoneksi ke sistem 500 kV adalah PLTG/ PLTU Muara Tawar berkapasitas total 2.012 MW; PLTA Saguling berkapasitas total 701 MW; PLTA Cirata berkapasitas total 1.008 MW; PLTA Jatiluhur berkapasitas total 187 MW. Selain itu, terdapat sejumlah pembangkit yang terkoneksi ke saluran transmisi 150 kV, diantaranya adalah PLTU Indramayu berkapasitas 990 MW; PLTGU Cikarang Listrindo berkapasitas 300 MW; PLTU Cirebon berkapasitas 660 MW; PLTU Pelabuhan Ratu berkapasitas total 1.050 MW; PLTG Sunyaragi berkapasitas total 80 MW; beberapa PLTP yang berkapasitas 685 MW dan beberapa PLTA kecil berkapasitas 97 MW [2].

Laman web: <https://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jppm>

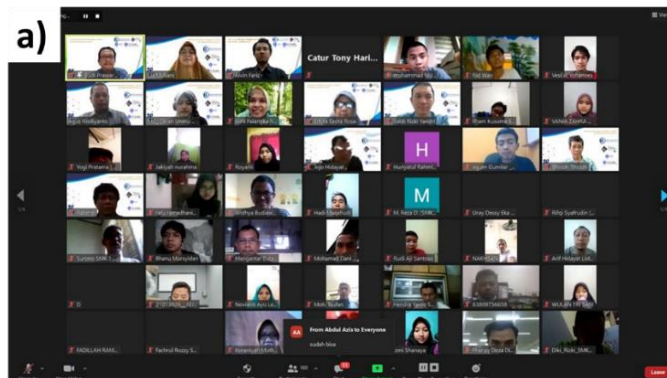
Secara umum, wilayah Jawa Barat memiliki berbagai macam sumber energi baik sumber energi tak terbarukan seperti minyak dan gas bumi, maupun sumber energi baru dan terbarukan, seperti tenaga air, panas bumi, tenaga angin, tenaga surya, dan biomassa. Wilayah Jawa Barat secara astronomis terletak di $5^{\circ}50'$ – $7^{\circ}50'$ LS. Kondisi tersebut membuat wilayah Jawa Barat memiliki potensi paparan tenaga surya yang cukup besar dan lama penyinaran matahari harian yang cukup panjang. Berdasarkan hasil kajian/studi sebelumnya di Jawa Barat, paparan iradiansi surya harian berkisar antara $4,18 \text{ kWh/m}^2$ hingga $5,00 \text{ kWh/m}^2$. Potensi iradiansi surya tertinggi berada di wilayah Kabupaten dan Kota Sukabumi, sementara potensi iradiansi surya terendah berada di wilayah sebagian besar Priangan Timur (Kabupaten dan Kota Tasikmalaya, Kabupaten Ciamis, Kota Banjar) [1]. Potensi iradiansi surya pada provinsi lainnya bahkan banyak yang lebih baik dari pada potensi di Jawa Barat ini.

Sementara instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berskala besar banyak digarap oleh perusahaan-perusahaan besar, instalasi skala kecil dan menengah tentunya dapat dilakukan oleh usaha kecil dan menengah (UKM). Instalasi skala kecil dan menengah ini dapat berupa seperti *solar roof top system*, yang dapat dipasang pada rumah tinggal, rumah toko, sekolah ataupun perkantoran kecil. Seiring dengan program elektrifikasi kendaraan penumpang secara nasional, maka kebutuhan akan stasiun pengisian kendaraan listrik pribadi dan umum juga akan meningkat. Sistem panel sel surya dapat diintegrasikan pada stasiun pengisian tersebut sehingga dapat mengurangi beban penyediaan listrik oleh PT. PLN. Instalasi dan perawatan sistem sel surya panel untuk keperluan tersebut dapat dilakukan oleh UKM, yang dimotori oleh sumber daya lulusan SMK.

2. Bentuk Kegiatan Pelatihan

Dengan maksud memberikan transfer pengetahuan terkait teknik pengujian, pemasangan dan monitoring panel surya bagi siswa SMK bidang kelistrikan se-Indonesia yang dilakukan secara daring. Peserta yang hadir sebagian besar siswa SMK yang berasal dari Aceh hingga Nusa Tenggara Timur, seperti SMKN 2 (Banda Aceh), SMKN 35, SMKN 53 dan SMKN 72 (Jakarta), SMKN 4, SMKN 6, SMK Merdeka (Bandung) hingga SMK Don Bosco (NTT). Meskipun demikian banyak juga yang hadir dari siswa-siswa Sekolah Menengah Umum (SMU), guru-guru, mahasiswa dan dosen Perguruan Tinggi. Pelatihan ini merupakan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan bersama-sama antara KK Fisika Magnetik dan Fotonik (FMF) ITB, Pusat Riset Elektronika BRIN Bandung, Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi BRIN Bandung dan Himpunan Optik Indonesia (HOI). Pelatihan ini diawali dari penjelasan perhitungan kapasitas panel surya, pemasangan dan pengujian instalasi listrik, hingga monitoring potensi energi surya. Peserta diperkenalkan dengan prinsip dasar dan penerapan beberapa komponen-komponen dasar yang digunakan seperti panel sel surya, inverter, *mini circuit breaker* (MCS), *solar charge controller* dan baterai penyimpanan. Rekaman kegiatan pelatihan ini juga disimpan di *website* Youtube yang dapat diakses di https://www.youtube.com/playlist?list=PLFMus0P5_U_VMrMhBeJk_XQjHJd97ovEJ.

Kelompok masyarakat yang dijadikan target kegiatan pengabdian masyarakat adalah guru dan siswa SMK se-Indonesia dengan bidang instalasi tenaga listrik. Penjelasan materi dilakukan secara daring menggunakan aplikasi Zoom, seperti ditunjukkan pada Gambar 1a. Contoh lokasi pemasangan panel surya dijelaskan kepada para siswa SMK, seperti ditunjukkan pada gambar 1b (untuk pelanggan tempat ibadah) dan gambar 1c (untuk pelanggan rumah tangga).



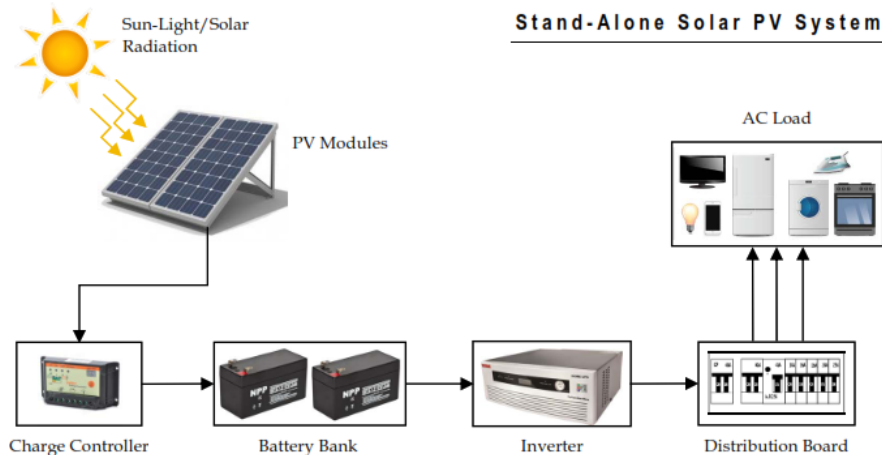


Gambar 1. Penjelasan materi kepada peserta dan contoh pemasangan panel surya (a) Penggunaan aplikasi Zoom saat penjelasan materi kepada peserta (b) Contoh pemasangan panel surya tipe *off grid* di tempat ibadah dan (c) Contoh pemasangan panel surya tipe *off grid* di rumah penduduk

3. Pelaksanaan dan Materi Pelatihan

Kegiatan pengabdian dimulai dengan penjelasan cara pengujian efisiensi modul surya, dilanjutkan dengan pengujian tegangan modul surya, pemasangan instalasi panel surya, dan monitoring panel surya. Untuk bagian pengujian efisiensi modul surya, ditunjukkan kepada siswa SMK cara menyambungkan kabel, amperemeter dan voltmeter, rheostat ke modul surya agar didapatkan data arus dan tegangan yang dilanjutkan dengan perhitungan efisiensi. Untuk bagian pengujian tegangan modul surya, siswa SMK diajarkan untuk mengukur tegangan maksimum modul surya sebelum disambungkan ke komponen lainnya.

Bagian selanjutnya adalah pemasangan instalasi panel surya yang dijelaskan dengan cara penyiapan modul surya, MCB (bisa dipasangkan dalam *distribution board* atau tidak), beban listrik DC dan AC, akumulator, inverter, *solar charge controller* dan kabel, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Langkah-langkah pemasangan instalasi ditunjukkan kepada siswa SMK dengan menggunakan modul surya berkapasitas 100 Wp. Setelah pemasangan instalasi, materi yang dijelaskan kepada siswa SMK adalah cara monitoring panel surya, yang dimulai dengan pemeriksaan kabel, dan dilanjutkan dengan pemeriksaan MCB dan inverter.



Gambar 2. Komponen dan peralatan untuk pemasangan instalasi panel surya [4]

3.1. Pengujian efisiensi modul surya

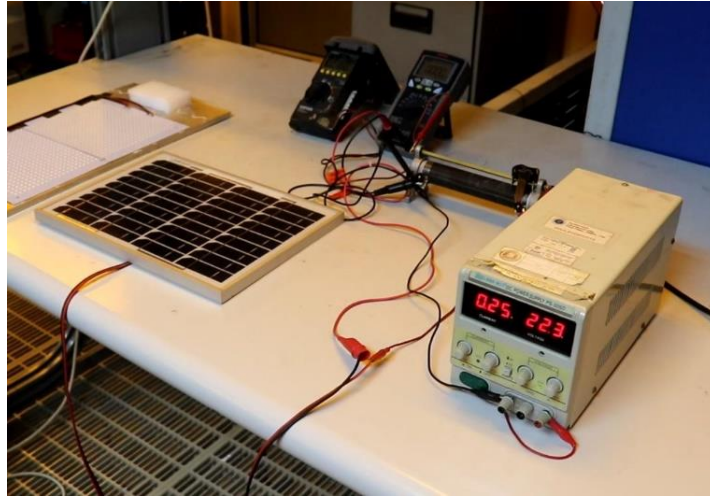
Efisiensi modul surya merupakan perbandingan antara energi cahaya yang dapat diserap oleh modul surya dengan energi listrik yang dapat dihasilkan. Efisiensi modul surya didapat dengan

mengukur arus dan tegangan listrik. Perhitungan efisiensi modul surya (η) dapat menggunakan persamaan 1 [5].

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} = \frac{J_{sc} \times V_{oc} \times FF}{P_{input}} \quad (1)$$

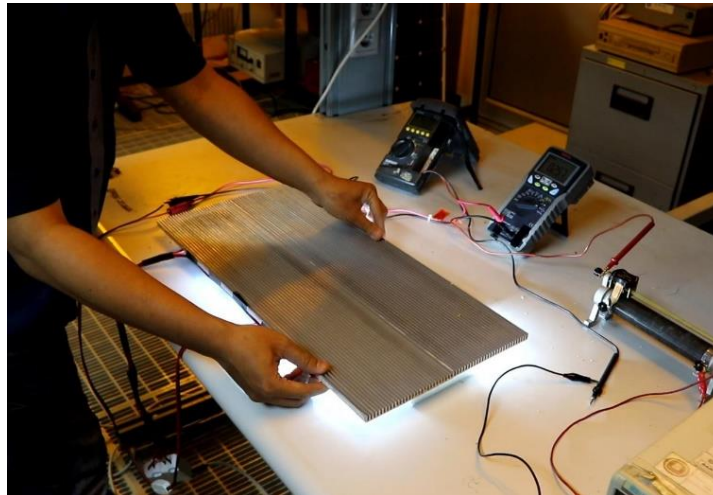
J_{sc} adalah arus listrik per luas permukaan saat *short circuit*, V_{oc} adalah tegangan *open circuit*, FF adalah *fill factor*, P_{output} adalah daya output, P_{input} adalah daya input. Langkah-langkah pengujian efisiensi modul surya adalah sebagai berikut:

1. Modul surya disambungkan dengan sumber tegangan, rheostat, amperemeter dan voltmeter, seperti ditunjukkan pada gambar 3.



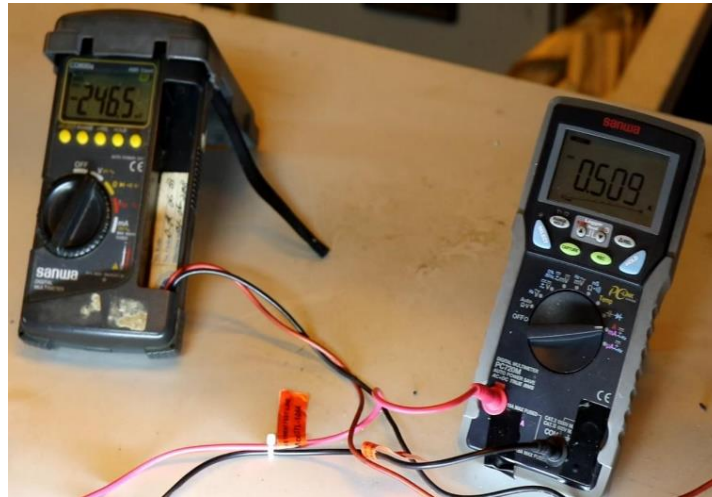
Gambar 3. Rangkaian Modul Surya, Rheostat, Amperemeter dan Voltmeter saat Pengukuran Arus dan Tegangan

2. Lampu LED sebagai sumber cahaya diletakkan di atas modul surya sehingga terjadi konversi energi cahaya menjadi energi listrik pada modul surya seperti ditunjukkan pada gambar 4.



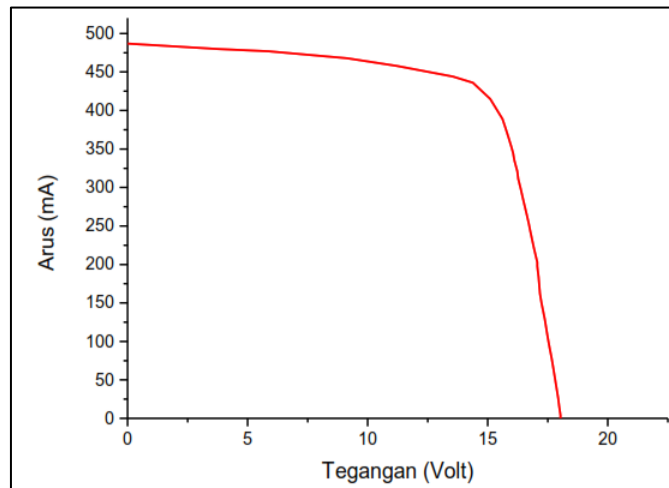
Gambar 4. Lampu LED diletakkan di atas Modul Surya

3. Pengukuran tegangan dan arus listrik pada modul surya menggunakan voltmeter dan amperemeter, seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran Tegangan dan Arus Listrik pada Modul Surya

4. Hasil pengukuran tegangan dan arus listrik pada modul surya di-plot pada grafik, seperti ditunjukkan pada gambar 2.4. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan nilai arus short circuit (I_{sc}) adalah 487 mA, tegangan open circuit (V_{oc}) adalah 18,03 Volt.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan pada Modul Surya

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan dan arus listrik, maka dapat dihitung efisiensi modul surya sebagai berikut:

$$\text{Luas modul} = 651 \text{ cm}^2$$

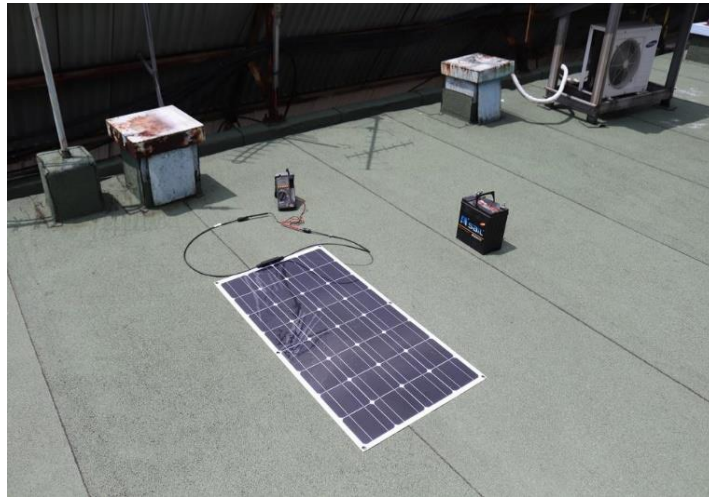
$$J_{sc} = \frac{I_{sc}}{\text{Luas modul}} = \frac{487 \text{ mA}}{651 \text{ cm}^2} = 0,74 \text{ mA/cm}^2$$

$$V_{oc} = 18,03 \text{ Volt}$$

$$\eta = \frac{J_{sc} \times V_{oc} \times FF}{P_{input}} = 9,63 \%$$

3.2. Pengujian tegangan modul surya

Tegangan modul surya diuji sebelum disambungkan ke baterai, inverter serta beban listrik DC dan AC untuk mengetahui tegangan maksimum yang dapat dihasilkan, seperti ditunjukkan pada gambar 7. Dengan demikian, beban DC ataupun beban AC yang disambungkan tidak mendapatkan tegangan berlebih.



Gambar 7. Pengujian Tegangan pada Modul Surya

Pengujian dilanjutkan dengan mengukur intensitas cahaya matahari yang dapat menghasilkan tegangan maksimum. Alat yang digunakan adalah power meter, seperti ditunjukkan pada gambar 8. Setelah dilakukan pengujian efisiensi dan tegangan modul surya, dilanjutkan dengan pemasangan instalasi panel surya.



Gambar 8. Pengujian Intensitas Cahaya Matahari

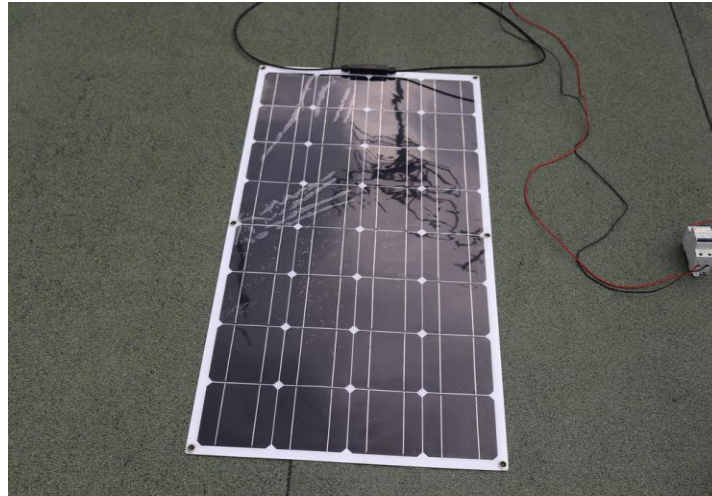
3.3. Pemasangan Instalasi Panel Surya

Pemasangan instalasi panel surya dimulai dengan mempersiapkan komponen dan peralatan sebagai berikut:

1. Modul surya, sebagai contoh digunakan modul surya dengan kapasitas 100 Wp
2. *Mini circuit breaker* (MCB), berfungsi juga sebagai saklar dan pengaman
3. Beban listrik DC, sebagai contoh digunakan lampu LED
4. Beban listrik AC, sebagai contoh digunakan lampu pijar
5. Akumulator, sebagai contoh digunakan akumulator dengan kapasitas 36 Ah
6. Inverter, sebagai contoh digunakan pure sine inverter dan
7. Kabel listrik.

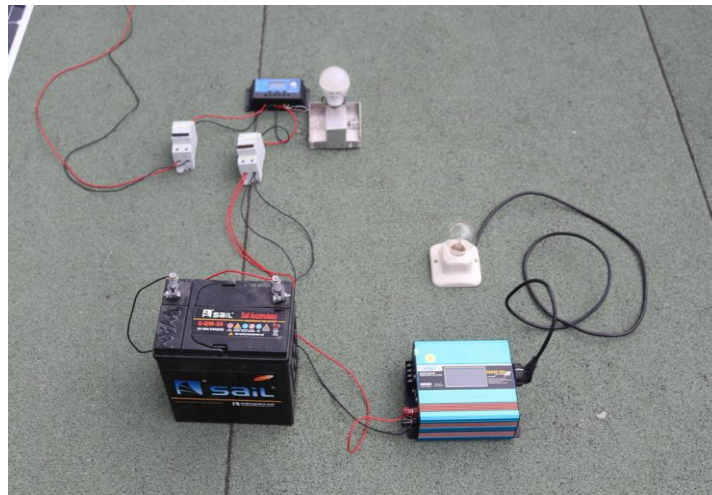
Langkah-langkah pemasangan instalasi panel surya adalah sebagai berikut:

1. Pemasangan kabel listrik yang menghubungkan modul surya dengan MCB1, seperti ditunjukkan pada gambar 9.



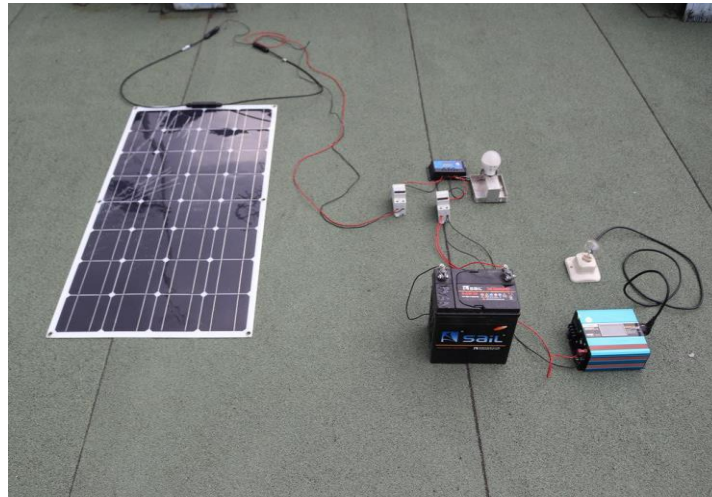
Gambar 9. Pengujian Intensitas Cahaya Matahari

2. MCB1 disambungkan ke *solar charge controller* (SCC), MCB2 dan akumulator, seperti ditunjukkan pada gambar 10, SCC berfungsi untuk mengendalikan pengisian (*charging*) akumulator. MCB2 berfungsi untuk pengaman secara otomatis maupun sebagai saklar manual pemutus aliran arus listrik. Inverter berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi AC sebelum disambungkan ke beban listrik AC.



Gambar 10. Penyambungan MCB1 ke *solar charge controller* (SCC), MCB2 dan akumulator

3. Instalasi panel surya sudah terpasang dengan lengkap seperti ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Instalasi panel surya

3.4. Monitoring Panel Surya

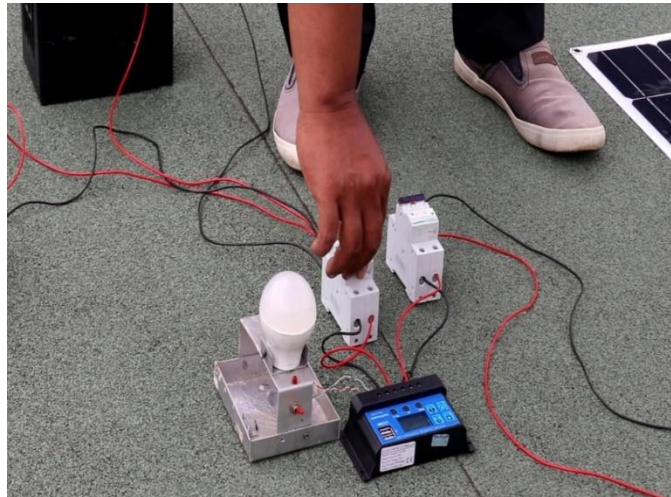
Langkah-langkah yang dilakukan dalam monitoring panel surya adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan kabel yang menyambungkan setiap komponen seperti ditunjukkan pada gambar 12,



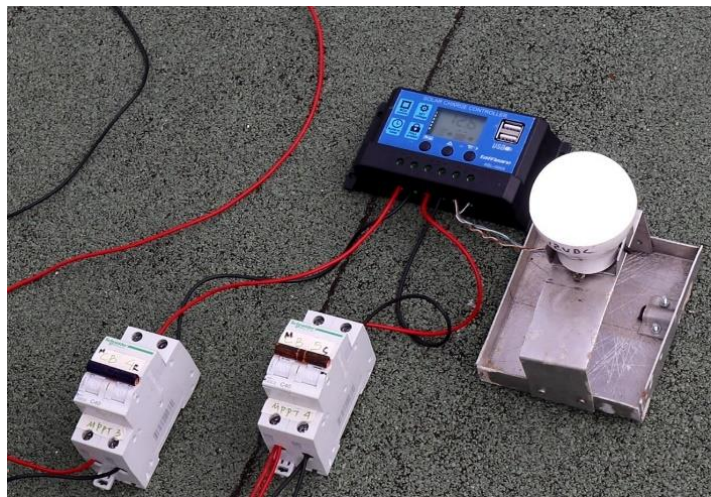
Gambar 12. Pemeriksaan kabel yang menyambungkan setiap komponen

2. Pengaktifan MCB2 yang menghubungkan akumulator ke SCC seperti ditunjukkan pada gambar 13,



Gambar 13. MCB2 yang menghubungkan akumulator dengan SCC diaktifkan

3. Pengaktifan MCB1 yang menghubungkan panel surya ke SCC, selanjutnya pemeriksaan tegangan yang dihasilkan modul surya, tegangan pada beban listrik DC, dan tegangan pada inverter sudah mencapai 12,6 Volt, seperti ditunjukkan pada gambar 14,



Gambar 14. Pemeriksaan kabel yang menyambungkan setiap komponen

4. Pemeriksaan inverter yang harus tersambung ke baterai terlebih dahulu sebelum tersambung ke modul surya kemudian tersambung ke beban listrik AC, seperti ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Pemeriksaan inverter

4. Penutup

Dalam pelatihan ini terlihat bahwa para siswa SMK tidak menemui kesulitan untuk memahami materi yang diberikan terkait dengan teknik pengujian, pemasangan dan monitoring sistem panel surya. Materi pengabdian masyarakat tentang panel surya ini diharapkan dapat mendukung perkembangan dunia pendidikan khususnya SMK dan program Pemerintah tentang konservasi energi.

Penghargaan

Penghargaan ditujukan kepada Program Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (P3MI) 2021 ITB yang telah memberikan dukungan finansial untuk kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Rujukan

- [1] (Persero) PT. PLN, “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2019 – 2028,” 2019.
- [2] P. J. B. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral, “Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Jawa Barat tahun 2020 - 2025,” 2019.
- [3] E. Demirkutlu and I. Iskender, “Grid Connected Three-Phase Boost-Inverter for Solar PV Systems,” *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 11, pp. 1–9, 2021.
- [4] W. Ali, H. Farooq, A. U. Rehman, Q. Awais, M. Jamil, and A. Noman, “Design Considerations of Stand-Alone Solar Photovoltaic Systems,” *IEEE J. Photovoltaics*, vol. 18, pp. 1–6, 2018.
- [5] T. Wu *et al.*, “Lead-free tin perovskite solar cells,” *Joule*, vol. 5, pp. 863–886, 2021, doi: doi.org/10.1016/j.joule.2021.03.001.