



BKS-PTN Barat



PROSIDING SENAPATI

E-ISSN 2685-0427
VOLUME 2
21 DES 2020

SEMINAR NASIONAL
PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT
TEKNOLOGI & INOVASI
BANDAR LAMPUNG | 22-23.09.2020




SENAPATI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2020

KATA SAMBUTAN

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Teknologi dan Inovasi 2020 (SENAPATI 2020) dapat terlaksana dengan baik dan lancar. Seminar SENAPATI tahun 2020 ini bertema "Sinergi Perguruan Tinggi dengan Masyarakat untuk Pembangunan Berkelanjutan" yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tanggal 22 September 2020 secara daring dikarenakan adanya Pandemi Covid-19.

Pada seminar ini dipresentasikan hasil kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang dilakukan oleh dosen yang berasal dari berbagai perguruan tinggi. Hasil seminar tersebut kemudian didokumentasikan dalam prosiding ini.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan prosiding seminar nasional ini sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Bandar Lampung, 21 Desember 2020
Ketua Panitia

Dyah Indriana Kusumastuti



PROSIDING SENAPATI SEMINAR NASIONAL PENGABDIAN KEPADA
MASYARAKAT TEKNOLOGI DAN INOVASI
Sinergi Nasional Pengabdian Masyarakat untuk Pembangunan Berkelanjutan
Bandar Lampung, 22 September 2020
ISSN: 2685-0427

**SEMINAR NASIONAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
TEKNOLOGI DAN INOVASI (SENAPATI)**

PROSIDING

VOLUME 2

ISSN 2685-0427

DEWAN REDAKSI

Rahmat Catur Wibowo

Yunita Kesuma

Indah Marlina

ORGANISASI PENYELENGGARA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

DAFTAR ISI

Kata Sambutan Ketua Panitia	ii
Susunan Dewan Redaksi SENAPATI UNILA 2020	iii
Daftar Isi	v
Senapati-001 Pelatihan Penyusunan Bahan Ajar Berbasis	1
<i>Discovery Learning</i> untuk Guru Kimia	
SMA/SMK di Kabupaten Pesawaran	
Emmawaty Sofya, Ratu Betta Rudibyani, Gamilla Nuri Utami	
Senapati-002 Pelatihan Perawatan Mesin Penggerak Perahu Ikan Tipe	10
Long As untuk Kelompok Nelayan Desa Lontar Kecamatan	
Tirtayasa Kabupaten Serang Provinsi Banten	
Amir Marasabessy, Damora Rhakasywi, Rusdy Hatuwe, Reda Rizal, Sjaiful Kotahatuhaha	
Senapati-003 Pelatihan Perawatan Pelat Zona Lambung Sampan Rumput	18
Fiberglass bagi Mitra Kelompok Tani Desa Lontar	
Kecamatan Tirtayasa Kabupaten Serang Provinsi Banten	
Sri Sulasminingsih, Amir Marasabessy, Bambang Sudjasta	
Senapati-004 Pencegahan Paham Radikalisme Bagi Santri Pondok Pesantren	24
Di Kabupaten Pesawaran	
Maulana Mukhlis, Yulianto	
Senapati-005 Teknis Mendisain Kesimetrikan pada Pola Motif Batik	31
Menggunakan Sebuah Pendekatan Matematis	
(Karpetsierpinski)	
La Zakaria, Suharsono, Wamiliana, Agus Sutrisno, Ria Monarika	
Senapati-006 Pelatihan Peningkatan Mutu Bibit Tanaman Hutan	39
Di Desa Batu Putu	
Indriyanto, Ceng Asmarahman	

Senapati-007	Edukasi Implementasi Undang-Undang Keinsinyuran 47 Pada Aparatur Sipil Negara (ASN) Pemerintahan Kabupaten di Lampung Dikpride Despa, Ratna Widyawati, Aleksander Purba, Trisya Septiana
Senapati-008	Pendampingan Bagi Desa Labuhan Ratu 6 Melalui 51 Partisipasi Kelompok Budidaya Lebah Madu dalam Peningkatan Kapasitas Sebagai Desa Penyangga Taman Nasional Way Kambas Dwi Wahyu Handayani, Gita Paramita Djausal, Fitri Juliana Sanjaya
Senapati-009	Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan 59 Pengolahan Sampah Botol Plastik Sebagai Alternatif Wirausaha di Masa Pandemi Covid-19 Budhi Martana, Sigit Pradana, Erna Hernawati, Sugianto
Senapati-010	Perakitan dan Troubleshooting Sistem Pembangkit 65 Listrik Tenaga Surya Bagi Siswa-Siswi SMKN 3 Kotabumi, Lampung Utara, Lampung Herman H. Sinaga, Diah Permata, Noer Soedjarwanto, Henry B. H. Sitorus
Senapati-011	Pengembangan Desa Ramah Lingkungan Melalui 71 Pengelolaan Sampah 3 R (<i>Reduce, Reuse, Recycle</i>) Adella Hotnyda, Sargi Ginting, Nani Ariani
Senapati-012	Pemberdayaan Santri dalam Peningkatan Kualitas 76 Lingkungan Menuju Eco Pesantren Melalui Pelatihan Dan Pendampingan Pembuatan Lubang Resapan Biopori Pada Pondok Pesantren Baitul Ulum El Musawwa Siti Rohana Nasution, Lilik Zulaihah, Adella Hotnyda
Senapati-013	Refugia Komponen Pengelolaan Hama Terpadu dan Daya 80 Tarik Agrowisata (Studi di Seputih Raman Lampung Tengah) Suskandini R.Dirmawati, Solikhin, Setyo Widagdo, Sri Yusraini
Senapati-014	Pendampingan Pembangunan Gedung Aula Pondok 85 Pesantren Haqqulamin Kedulan, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta Miftahul Fauziah, Muhammad Rifqi Abdurrozak, Helmi Akbar Bale, Pradipta Nandi Wardhana

PERAKITAN DAN TROUBLESHOOTING SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BAGI SISWA-SISWI SMKN 3 KOTABUMI, LAMPUNG UTARA, LAMPUNG

Herman H. Sinaga^{1*}, Diah Permata¹, Noer Soedjarwanto¹, Henry B. H. Sitorus²

¹Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

²Jurusan Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jl. RS Fatmawati, Cilandak, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12450

* Penulis Korespondensi: herman.h.sinaga@eng.unila.ac.id

Abstrak

Penggunaan energi listrik yang ramah merupakan salah satu upaya mempercepat penggunaan energi listrik di pedesaan di Lampung. Salah satu sumber energi yang ramah lingkungan adalah energi matahari. Energi matahari dikonversikan menjadi energi listrik melalui konversi langsung sel surya. Metode konversi energi matahari menjadi energi listrik disebut dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (matahari). Dalam proposal kegiatan pengabdian pada masyarakat ini, diajukan pengenalan dan pelatihan perakitan pembangkit listrik tenaga surya bagi masyarakat di Kotabumi. Kalayak sasaran dalam kegiatan pengabdian ini adalah siswa-siswi dan guru SMKN 3 Kotabumi. Pemilihan didasari atas perlunya pengetahuan dasar kelistrikan untuk dapat mengetahui dan merakit sistem pembangkit tenaga surya. Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah untuk mendidik masyarakat tentang ada dan perlunya sumber energi listrik alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari. Dengan kalayak sasaran siswa-siswi SMKN 3 Kotabumi, diharapkan teknologi pembangkit listrik tenaga surya dapat berkembang di Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara, provinsi Lampung.

Kata kunci: *Listrik tenaga surya, Perakitan dan Trobleshooting, sel surya*

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu sumber energi utama yang dipergunakan masyarakat di Indonesia, begitu pula di Lampung. Pada tahun 2016, listrik menjadi sumber energi kedua terbesar yang dipergunakan oleh masyarakat Indonesia yakni sekitar 20% dari total energi yang dipergunakan masyarakat (Yudiartono et.al, 2018). Energi listrik itu sendiri dibangkitkan dengan banyak sumber seperti batubara, minyak, air, dll. Mayoritas sumber tenaga penghasil listrik adalah bahan tambang yang bersifat *non-renewable* dan bersifat menghasilkan *carbon-footprint* yang tidak ramah lingkungan. Sehingga membutuhkan biaya penyediaan bahan bakar yang tinggi. Juga menghasilkan limbah yang mencemari lingkungan.

Secara umum batubara merupakan bahan bakar pembangkit yang paling dominan yakni 62%. Sedangkan gas dan minyak bumi sebesar 17% dan

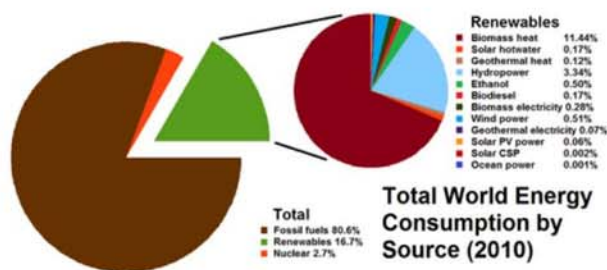
5% berturutan. Sumber energi terbarukan menghasilkan 17% energi listrik di Indonesia dengan sumber energi utama adalah air dan panas bumi. Sedangkan sumber lainnya seperti angin, matahari dan biomassa belum memberikan kontribusi yang berarti (Yudiartono et.al, 2018).

Sebagai upaya untuk mendukung program pemerintah dalam diversifikasi penghasil sumber energi listrik, maka dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini diajukan upaya pengenalan dan pelatihan pemasangan dan perbaikan pembangkit listrik tenaga surya.

1.1. Sumber Energi Matahari di Indonesia

Kebutuhan energi dalam kehidupan masyarakat sehari-hari sangat besar. Energi tersebut didapat dari beragam sumber dan penggunaannya pun tentu beragam pula. Secara umum sumber energi utama dunia masih

mengandalkan energi fosil, seperti batubara, minyak bumi dll. Pada tahun 2010 diperkirakan lebih dari 80% sumber energi yang dipergunakan berasal dari sumber fosil. Sisanya berasal dari sumber energi terbarukan seperti biomass, air, angin, matahari, dll. Dari sekitar kurang dari 20 % sumber energi terbarukan, diperkirakan produksi sumber energi yang berasal dari matahari hanya sekitar 0.25%. Grafik persentase sumber energi dunia ditampilkan pada gambar 1.

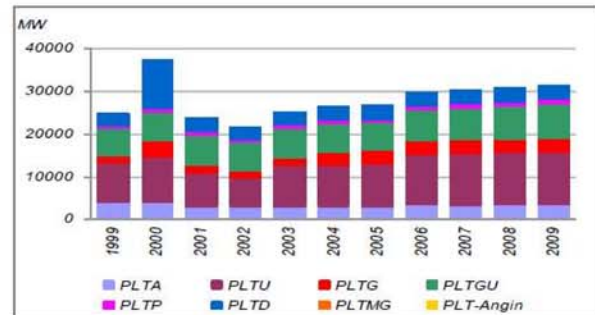


Gambar 1. Persentase sumber energi dunia (Yudiartono et.al, 2018)

Sedangkan di Indonesia, persentase penggunaan energi matahari (gambar 2) masih sangat kecil untuk dapat disertakan sebagai penggunaan energi secara keseluruhan. Pada tahun 2010, diperkirakan hanya terdapat 8 MW (Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM, 2010) produksi energi listrik yang dihasilkan dari sumber energi matahari. Dengan asumsi, listrik dapat dihasilkan dalam jangka waktu 8 jam, maka total produksi energi listrik dari energi matahari adalah sekitar 23 GWh. Dibandingkan dengan jumlah total produksi PLN sebesar sekitar 150 TWh, terlihat bahwa sumber energi matahari belum menunjukkan hasil yang signifikan.

Indonesia terletak di katulistiwa, sehingga intensitas sinar matahari dapat dikatakan hampir merata sepanjang tahun. Intensitas sinar matahari walaupun dapat dikatakan akan seragam untuk seluruh Indonesia, namun karena adanya perbedaan iklim maka intensitas sinar matahari tentu saja akan berbeda menurut lokasinya. Menurut “Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM”, wilayah Indonesia dapat dikelompokkan berdasarkan intensitas energi sinar matahari nya:

- Kawasan barat Indonesia = 4.5 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 10%
- Kawasan timur Indonesia = 5.1 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 9%
- Rata-rata Indonesia = 4.8 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 9%



Gambar 2. Perkembangan sumber energi listrik di Indonesia (Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM, 2010)

Energi sinar matahari ini dihasilkan secara hampir merata sepanjang tahun, dengan variasi hanya sekitar 10 %. Hal ini tentu saja menjadi keuntungan yang akan sangat mempermudah pengaplikasian sumber energi matahari di Indonesia.

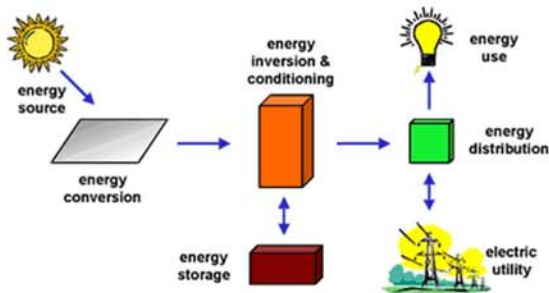
1.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS terdiri dari susunan panel surya, rectifier yang berfungsi mengubah listrik arus searah (DC) menjadi listrik arus bolak balik (AC), dan baterai sebagai alat penyimpan energi (Gambar 3). PLTS dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

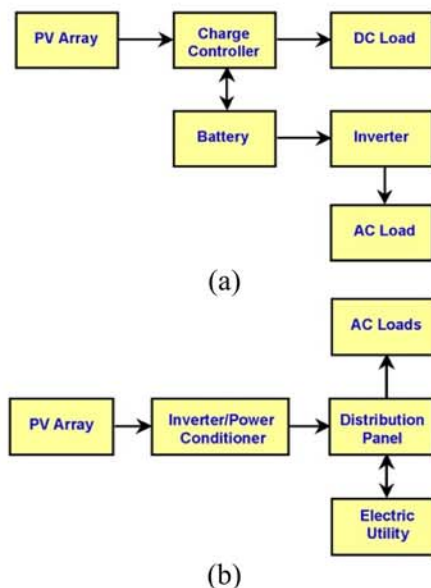
1. PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN (*Stand Alone*)
2. PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik PLN (*Grid Connected*)

Skema sistem PLTS sampai ke jaringan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Jika PLTS tidak terhubung dengan jaringan maka energi listrik dapat digunakan sebagai listrik DC langsung ke beban DC. Energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTS juga dapat disimpan ke baterai. Untuk beban yang menggunakan listrik AC, PLTS harus menggunakan inverter yang mengubah Listrik DC menjadi listrik AC, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Skema perjalanan energi listrik dari PLTS sampai ke jaringan (Kazmerski Lawrence dan Surek Thomas, 2019)



Gambar 4. Diagram blok sistem PLTS ((Kazmerski Lawrence dan Surek Thomas, 2019): a) tidak terhubung jaringan, b) terhubung jaringan

Listrik AC yang dihasilkan PLTS dapat diekspor ke jaringan PLN yang biasa dikenal dengan istilah *grid connected*. Untuk sistem PLTS *grid connected* bisa menggunakan transformator untuk menaikkan tegangan ke tegangan kerja jaringan atau tanpa transformator. Umumnya PLTS skala kecil di perumahan menghasilkan listrik arus bolak-balik dengan tegangan kerja 220V yang sama dengan tegangan kerja jaringan listrik PLN sehingga jika dihubungkan dengan jaringan tidak memerlukan transformator. Gambar 4.b menunjukkan diagram blok sistem PLTS *grid connected*.

2. Bahan dan Metode

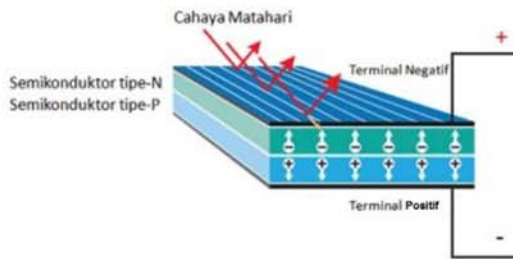
Sistem Pembangkit Tenaga Listrik yang dibahas dalam makalah ini merupakan sistem pembangkit off grid yang tidak terhubung dengan sistem listrik PLN. Hal ini dipilih karena aplikasi yang dipergunakan adalah penerangan di Lapangan SMKN 3 Kotabumi.

Sistem pembangkit listrik tenaga surya terbagi atas beberapa komponen, dengan komponen utama : 1. Sel surya sebagai pengkonversi energi yang dipancarkan matahari, 2. Baterai sebagai penyimpan energi yang dihasilkan sel-surya dan 3. Kontroller pengisian baterai yang berfungsi mengatur besar arus pengisian yang dihasilkan sel-surya ke baterai. Berikut akan dibahas ketiga komponen tersebut.

a. Sel surya

Saat ini sel-surya merupakan salah satu alternatif utama untuk menghasilkan energi yang terbarukan. Seiring dengan perkembangan teknologi, efisiensi sel-surya terus berkembang dan sampai saat ini telah mencapai 14-18% (Md. Shafiqul Islam et.al, 2014). Sel surya bekerja berdasarkan prinsip konversi langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Konversi bisa terjadi akibat adanya energi foton sinar matahari melepaskan elektron pada salah satu lapisan (lapisan terluar) sel-surya (gambar 5). Ketika elektron terlepas dari lapisan luar maka akan terjadi beda tegangan antar lapisan. Pada sel-surya yang umum diproduksi, besar beda tegangan yang dihasilkan berada pada antara 0.1-0.3 Volt (Md. Shafiqul Islam et.al, 2014). Sehingga untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi lapisan-lapisan sel-surya dihubungkan secara paralel.

Besar energi yang dapat dihasilkan sel-surya komersial saat ini sekitar 1.2-1.5 watt per sel, dengan luasan per-sel sekitar 225 cm² (15x15 cm) (Julie Cynthia Rante, et al, 2018). Sehingga untuk membangkitkan energi listrik sebesar 50 watt, akan dibutuhkan sel-surya sejumlah 30-40 buah yang bergantung pada efisiensi sel-surya dengan perkiraan luasan 50x50 cm.



Gambar 5. Prinsip kerja sel-surya dua lapis

b. Baterai

Energi listrik yang dihasilkan oleh sel-surya biasanya disimpan menggunakan baterai. Baterai yang dipergunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan sel-surya harus mampu bertahan selama mungkin. Kinerja minimum baterai yang baik adalah energi yang terkandung tidak boleh berkurang lebih dari 25% dalam satu hari. Dengan kata lain DOD (deep of discharge) harus lebih besar dari $100\% - 25\% = 75\%$. Besar kapasitas penyimpanan baterai itu sendiri harus lebih besar dari besar energi maksimum yang dihasilkan oleh sel-surya. Tipe baterai yang paling umum dipergunakan dalam sistem kelistrikan sel-surya adalah tipe kering (*dry*) (gambar 6). Karena baterai tipe kering relatif tidak membutuhkan perawatan.



Gambar 6. Tipikal baterai tipe kering

c. Kontroler pengisian baterai sel-surya

Baterai pada sistem kelistrikan sel-surya dicatu dari sel-surya yang besar arus pengisiannya dikendalikan oleh sebuah kontroler (gambar 7). Pengendalian pengisian baterai dilakukan supaya arus pengisian dapat terkendali yang berguna mencegah terjadinya pengisian arus berlebih (*overcharging*). Pengendalian juga dapat dilakukan

untuk mencegah terjadinya tegangan pengisian yang berlebih. Pengendalian arus dan tegangan akan memaksimalkan usia pakai dari baterai.

Rating pengendali arus pengisian ke baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$i_{cc} = \frac{P_{maks}}{FF \times V_{oc}} \times (100\% + \eta_{baterai})$$

dengan: i_{cc} = arus pengisian, P_{maks} = daya maksimum sel-surya, FF = efisiensi sel-surya, V_{oc} = tegangan output, dan η = efisiensi baterai



Gambar 7. Tipikal kontroler pengisian baterai sel-surya

3. Hasil dan Pembahasan:

Dari data kelistrikan yang ditampilkan dalam buku statistik potensi desa di Lampung (Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, 2018), masih terdapat 80 desa yang belum menggunakan listrik atau sebagian penduduk desanya belum menggunakan listrik di Kabupaten Lampung Utara, Lampung. Salah satu upaya percepatan penggunaan listrik bagi masyarakat adalah pengenalan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Teknologi pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sel-surya dan komponen pendukungnya merupakan teknologi yang relatif membutuhkan pengetahuan dasar dibidang kelistrikan. Sehingga pengenalan dan instalasi sistem sel-surya secara langsung kemasyarakat akan sangat sulit untuk mendapatkan hasil yang baik. Dalam kegiatan ini, pengenalan sistem pembangkit listrik tenaga surya dilakukan dengan memilih sasaran yang dapat mengembangkan penggunaan sistem pembangkit sel surya itu sendiri. Sehingga dipilih sasaran dalam kegiatan ini adalah siswa-siswi SMKN 3 Kotabumi yang tergabung dalam keahlian instalasi listrik.

Kegiatan yang dilakukan terbagi atas tiga bagian:

- Pengenalan

Pengenalan dilakukan dengan memberikan materi pembelajaran tentang sistem kelistrikan sel-surya (gambar 8). Termasuk dalam materi pembelajaran adalah pengenalan bagian-bagian sistem tenaga surya, perhitungan pembebanan dan pemilihan komponen, desain sistem listrik sel-surya. Pengenalan dilakukan dalam ruang kelas dengan pemateri ke empat pelaksana kegiatan masyarakat.



Gambar 8. Pengenalan Pembangkit listrik tenaga surya off-grid bagi siswa-siswi SMKN 3 Kotabumi

- Instalasi

Setelah peserta memahami bagian-bagian sistem listrik sel-surya, dilanjutkan dengan perakitan/instalasi sel-surya. Sebanyak 20 peserta dibagi atas 4 kelompok dengan tiap kelompok mengerjakan perakitan modul tersendiri (gambar 9). Pelatihan instalasi akan dipimpin oleh dosen pelaksana kegiatan pengabdian dan diabntu dua orang mahasiswa.



Gambar 9. Instalasi Penerangan Listrik tenaga surya off-grid

- Troubleshooting

Kegiatan ini ditujukan supaya peserta kegiatan pengabdian dapat melakukan perbaikan jika ada kerusakan pada sel-surya. *Troubleshooting* (gambar 10) yang diajarkan hanya untuk masalah sederhana yang tidak membutuhkan perbaikan mayor. Karena komponen-komponen sistem sel-surya merupakan bagian-bagian yang terpisah, maka troubleshooting hanya akan membahas pemeriksaan kerusakan pada tiap-tiap komponen. Sehingga perbaikan dilakukan adalah dengan penggantian per-komponen.



Gambar 10. *Troubleshooting* penerangan listrik tenaga surya off-grid

4. Kesimpulan

Salah satu upaya percepatan penggunaan listrik bagi masyarakat adalah pengenalan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Teknologi pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sel-surya dan komponen pendukungnya merupakan teknologi yang relatif membutuhkan pengetahuan dasar dibidang kelistrikan. Kegiatan yang dilakukan adalah pengenalan, perakitan dan trouble shooting sistem pembangkit listrik tenaga surya. Sasaran yang dipilih adalah siswa-siswi SMKN 3 Kotabumi yang tergabung dalam keahlian instalasi listrik. Hasil kegiatan yang dilaksanakan berlangsung dengan baik, yang dapat dilihat dari pemahaman peserta yang baik diakhir kegiatan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPMM UNILA yang telah mendanai kegiatan pengabdian

ini melalui skema pengabdian pada masyarakat Unggulan UNILA.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, 2018, *Statistik Potensi Desa Provinsi Lampung 2018*, ISBN. 978-602-7746-13-8, CV. Jaya Wijaya
- Gavin D. J. Harper, 2007, *Solar Energi Projects for the Evil Genius*, Mc-Graw Hill, London
- Julie Cynthia Rante ; Alexander Patras ; Lianly Rompis; 2018, Design of a Solar Micro Power Plant for Home Lighting, *International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS) 2018*, Pages: 453 – 456
- Kazmerski Lawrence dan Surek Thomas, “Photovoltaic Research Progresses Rapidly from The Lab to The Market”, *National Renewable Energi Laboratory*, 2019
- Md. Shafiqul Islam, Mahbubul Hoq, Mohammad Abu Sayid Haque, Md.Abdur Rafiq Akand, Md. Rakibul Hasan and Mohd. Khairul Basher; 2014, Challenges and Prospects of Cost-Effective Si-based Solar Cells Fabrication in Bangladesh, *International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEICT) 2014*, Pages: 1 – 6
- Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM, 2010, *Indonesia Energi Outlook (IEO)*, Jakarta, Indonesia
- Vetry Nurliyanti, Marlina Pandin, Bono Pranoto, “Pembuatan Peta Potensi Energi Surya,” Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2012.
- Yudiartono et.al (Editor), 2018, *OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2018*, Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE), ISBN 978-602-1328-05-7