

Pelatihan Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Tenaga Surya Mandiri

Training on Appropriate Technology for Standalone Solar Power Generation

^{1*)Leonardus Heru Pratomo, 2) Slamet Riyadi, 3)Shandy Jenifer Matitaputty, 4)Arifin Wibisono}

<sup>1,2,3,4)Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur Semarang</sup>

*email: leonardus@unika.ac.id

DOI:

10.30595/jppm.v5i2.11254

Histori Artikel:

Diajukan:
12/08/2021

Diterima:
11/01/2022

Diterbitkan:
15/03/2022

ABSTRAK

Semarang memiliki potensi untuk diimplementasikan sistem pembangkit listrik tenaga surya, hal ini dikarenakan sinar matahari bersinar setiap hari. Komponen untuk membuat pembangkit listrik tenaga surya mandiri terdiri dari: modul surya, sistem pemaksimal energi dan pengisi baterai, inverter dan peralatan listrik. Masalah yang dihadapi oleh masyarakat adalah kemampuan untuk merangkai dan menguji sistem ini menjadi satu sehingga mampu menjadi pembangkit listrik tenaga surya mandiri sesuai dengan standar kelistrikan milik PT. PLN. Berdasarkan permasalahan ini, maka dilakukan pelatihan pembangkit tenaga surya mandiri yang diikuti oleh beberapa orang yang memiliki bekal ilmu kelistrikan sehingga mereka dapat mudah mengikuti pelatihan ini secara cepat. Pelatihan yang diberikan menggunakan modul surya sebesar 500WP sedangkan kapasitas pembangkit listrik mampu sampai dengan 1K, dari sistem ini diharapkan mampu untuk membuat sistem yang lebih besar. Berdasarkan hasil pelatihan satu hari, mereka mampu membuat dan mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga surya mandiri dengan baik dan benar.

Kata kunci: Modul surya; Pembangkit Listrik; Inverter

ABSTRACT

Semarang is the potential place to implement a solar power generation system, because of the sun shines every day. The components to create a stand alone solar power plant consist of solar modules, energy maximizing systems and battery chargers, inverter and electrical equipment. The problem faced by the community is the ability to assemble and test this system into one so that it can become an independent solar power plant in accordance with the State Electricity Company in Indonesia (PT. PLN). Based on this problem, an independent solar power plant training was carried out which was attended by several people who had the knowledge of electricity so that they could easily participate in this training quickly. The training provided uses a solar module of 500WP while the power generation capacity is capable of up to 1K, from this system it is expected to be able to make a larger system. Based on the results of one day's training, they were able to properly and correctly build and implement an independent solar power plant.

Keywords: Solar module; Power Plant; Inverter

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik menjadi kebutuhan primer. Hal ini menyebabkan pemerintah terus mengembangkan dan

menambah kapasitas pembangkit energi listrik (DESDM, 2003), (Widianto. A, 2007), (Rivaldi. A, 2008) dan (Respati. R.S, 2008). Kebutuhan listrik sangat berarti bagi industri

perumahan dan masyarakat kecil, hal ini seiring dengan berkembangnya industri perumahan UMKM dan dibukanya perumahan yang baru. Lebih parahnya lagi banyak tempat terpencil yang belum teraliri listrik dan mungkin juga tidak bisa teraliri dengan baik. Maka energi listrik dirasa menjadi sangat penting sebagai sarana sumber energi yang paling penting untuk menunjang kehidupan dan taraf hidup seseorang. Pembangkit energi listrik berbahan bakar fosil memberi dampak yang kurang baik terhadap lingkungan antara lain : polusi udara, suara, meningkatnya efek suhu bumi, tingkat karbon di udara menjadi tinggi dan efek rumah kaca. Kenyataan yang terjadi sekarang ini banyak dikembangkan energi ramah lingkungan berbasis energi baru dan terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga matahari.

Modul surya adalah alat yang menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi sinar matahari secara langsung (Retnanestri. M, dan Outhred. H, Healy. S, 2004). Energi tipe ini tersedia dalam jumlah yang besar, ramah lingkungan, didapatkan dengan cuma-cuma dan dapat diperbaharui secara terus menerus. Panel surya memiliki karakteristik kurva daya yang unik, sehingga untuk mendapatkan daya dibutuhkan perangkat lain yang dinamakan charger controller ber algoritma MPPT, sehingga daya yang dikonversikan menjadi maksimal dan mampu disimpan dalam baterai (Retnanestri. M, dan Outhred. H, Healy. S, 2004) dan (Nyoman, 2010). Dengan adanya alat ini maka kebutuhan akan energi listrik akan bisa diproduksi sendiri dengan konsep dimana ada beban disitu aka nada pembangkit listrik yang dinamakan sistem pembangkit terdistribusi (Deshmukh, R, 2014). Sistem kelistrikan yang ada di Indonesia berbentuk tegangan AC, sehingga untuk merubah besaran tegangan DC ke tegangan AC dibutuhkan inverter (International Renewable Energy Agency (IRENA), 2015), (Rolland S, 2011), (Lysen, E.H, 2013), (Palit. D, 2011), (Siegel. J.R dan Rahman. A, 2011), dengan demikian dapat dipastikan seluruh peralatan dapat dioperasikan dengan perangkat ini.

Kenyataannya sekarang ini peralatan pembangkit listrik tenaga surya banyak dijual

dipasaran secara umum sedangkan banyak masyarakat umum yang belum mampu dan mengerti bagaimana cara membuat dan menyusun sistem ini. Sebenarnya sistem ini memiliki nilai ekonomi untuk dapat diproduksi, dimanfaatkan dan diperbanyak serta digunakan oleh khalayak umum. Peningkatan profit yang ditimbulkan akibat penghematan biaya listrik dapat dikelola kembali secara kelompok untuk pengembangan usaha. Pengelolaan sumber daya listrik gratis ini tentunya dengan tetap memperhitungkan biaya perawatan/pemeliharaan panel surya. Disisi lain penggunaan listrik tipe ini dapat menunjang untuk kegiatan pembelajaran daring dapat membebaskan warga, khususnya yang memiliki anak usia sekolah, dari persoalan pemadaman listrik maupun biaya listrik rumah tangga.

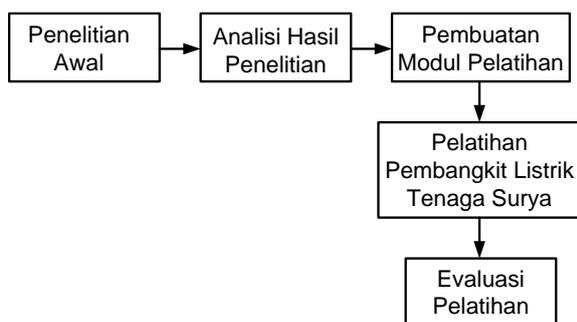
Masalah yang sering dihadapi oleh masyarakat secara umum adalah pengetahuan dan kemampuan untuk membuat dan menguji sistem pembangkit listrik tenaga surya mandiri dengan baik dan benar, sehingga mampu diimplementasikan di tempat-tempat yang sulit dijangkau oleh PT. PLN ataupun dapat dioperasikan jika kelistrikan PT. PLN mengalami pemadaman. Disadari bahwa sistem yang akan diajarkan dan dilatihkan ini memiliki syarat tertentu yaitu mereka harus memiliki kemampuan praktis terhadap sistem kelistrikan. Dari uraian tersebut maka solusi yang ditawarkan adalah membuat pelatihan buat masyarakat umum yang memiliki kemampuan terkait kelistrikan. Pembelajaran dan pelatihan dilakukan di laboratorium teknik elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang selama satu hari dengan semua modul dan peralatan disediakan untuk mengerti dan memahami sistem pembangkit listrik tenaga surya ini. Target luaran dari pengajaran dan pelatihan ini adalah mereka mampu membuat, merangkai, mengimplementasikan dan menganalisis pembangkit listrik tenaga surya mandiri berdasarkan kebutuhan di lokasi yang nantinya pembangkit ini akan diimplementasikan secara nyata.

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka dibuatlah suatu langkah-langkah untuk

mencapai tujuan yang akan diuraikan dalam pelaksanaan metodologi pelatihan kemudian hasil dari pelaksanaan pelatihan tersebut akan disajikan dan dibahas dalam hasil dan pembahasan. Sebagai tahap akhir akan disimpulkan kegiatan pelatihan yang telah dilakukan selama satu hari.

METODE

Metode pelaksanaan program pelatihan kepada masyarakat terlebih dahulu diawali dengan penelitian pembangkit listrik tenaga surya mandiri di laboratorium teknik elektro unika soegijapranata selanjutnya dibuat suatu modul pelatihan teknologi tepat guna yang mampu dicerna oleh masyarakat umum. Secara lebih detail pelaksanaan pelatihan ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pelaksanaan pelatihan

Berikut ini analisis kapasitas daya yang diteliti dengan asumsi waktu operasi 08.00 - 15.00 WIB (6 Jam). Modul surya yang dipakai 2 x 500Wp dengan menggunakan *charger controller* dan *inverter* jenis KENIKA didapatkan daya sebesar 2250watt jam tanpa beban. Energi tersebut sebagian akan disimpan dalam baterai sebesar 12 V x 2 kurang lebih 100AH. Setelah penelitian awal dilakukan dilakukan publikasi ilmiah dengan judul analisis mode operasi *Off-Grid photovoltaic solar power system* terhadap beberapa variasi pembebanan (leonardus dkk, 2021), analisis kualitas daya pada *Off-Grid photovoltaic solar power system* terhadap pembebanan linier (Arifin dkk, 2021) dan analisis kualitas daya pada *Off-Grid photovoltaic solar power system* terhadap pembebanan non linier (leonardus dkk, 2021).

Setelah penelitian awal dan publikasi ilmiah dilakukan kemudian dilakukan

penyusunan dan pembuatan modul pelatihan. Pelatihan ini terbuka untuk masyarakat umum dengan syarat telah memiliki bekal sistem kelistrikan sebagai syarat utamanya. Pelatihan pembangkit listrik tenaga surya ini dilakukan pada tanggal 24 Juli 2021. Metode pelatihan ini dibagi menjadi beberapa topik, pertama: modul surya, pada bagian ini membahas karakteristik dan penempatan yang ideal, kedua: *charger controller* sebagai sarana mendapatkan daya maksimal yang akan disimpan di dalam baterai, ketiga: pemilihan dan pertimbangan penggunaan baterai, ke empat: inverter sebagai sarana konversi energy dari besaran listrik DC ke AC, kelima: sistem proteksi, sebagai sarana pengaman jaringan kelistrikan dan keenam: instalasi sederhana sistem kelistrikan satu fasa.

Sebagai tahap akhir dari proses pelatihan ini dilakukan suatu evaluasi sehingga pelatihan ini dapat berjalan dengan efektif dan efisien serta dikemudian hari jika dilakukan kegiatan ini dapat berjalan lebih baik dan lancar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan kajian awal telah didapatkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dipublikasikan. Tahapan yang kedua dilakukan penyusunan modul-modul pelatihan dan persiapan peralatan yang akan dilatihkan beserta alat ukur elektronik. Berikut peralatan yang digunakan dalam pelatihan ini:

- Modul surya 2 x 250WP
- Modul Kenika 1000 Watt
- Beban (Lampu bohlam dan LED)
- Baterai 2 x 12 Volt 100AH
- Sistem pengaman arus DC
- Sistem pengaman arus AC
- Kabel modul surya
- Kabel serabut 2 x 1.5mm
- Konektor MC04
- Skun kabel

Sedangkan instrument elektronik yang digunakan dalam pelatihan ini:

- Osiloskop
- Multimeter
- Irradiance meter
- Power meter

Tahap yang ketiga dilakukan sosialisasi pelatihan ke masyarakat yang nantinya bersedia mengikuti pelatihan pembangkit listrik tenaga surya mandiri yang telah dipersiapkan, seperti terlihat pada Gambar 2.

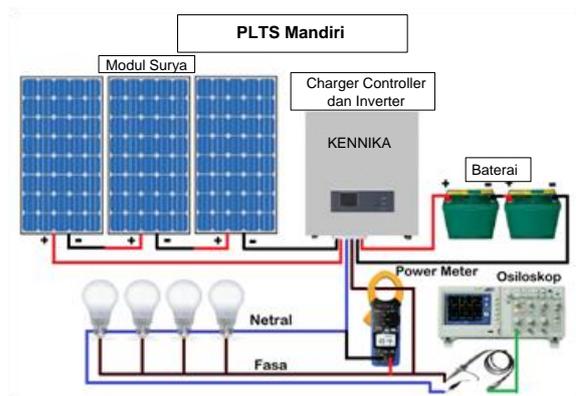


Gambar 2. Sosialisasi pelatihan di masyarakat sekitar

Tahap yang keempat dilakukan pelatihan berdasarkan mereka yang sudah mendaftarkan diri. Dari peserta yang ada ternyata banyak diminati oleh kaum muda masyarakat sekitar, disamping itu beberapa mahasiswa juga mendaftarkan diri dalam pelatihan yang diadakan, seperti terlihat pada Gambar 3. Pada tahapan ini dilakukan pengenalan sistem penyusun pembangkit listrik tenaga surya secara teori, seperti terlihat pada Gambar 4 yang dilakukan di ruang kelas laboratorium teknik elektro unika soegijapranata.



Gambar 3. Peserta pelatihan



Gambar 4. Komponen pembangkit listrik tenaga surya mandiri secara teori

Tahap pelatihan ini dilakukan dengan mengenakan peralatan secara nyata di lapangan, berikut ini adalah modul surya yang digunakan dalam pelatihan ini 2 x 250WP, seperti terlihat pada Gambar 5. Modul surya ini disusun secara serial yang masing-masing terminal dihubungkan dengan kabel modul surya yang terintegrasi dengan konektor MC04.



Gambar 5. Modul surya 2 x 250WP

Keluaran dari Modul surya kemudian dihubungkan dengan pengaman arus DC sebelum koneksikan ke terminal masukan sistem *charger controller* dan *inverter*, seperti pada Gambar 6. Terminal baterai pada perangkat ini juga dihubungkan ke baterai melalui sistem pengaman arus DC. Terminal keluaran tegangan AC dihubungkan ke beban (lampu bohlam, LED serta perangkat elektronik lainnya) melalui sistem pengaman arus DC. Sistem yang diuraikan tersebut

adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya mandiri. Jika diinginkan masih dimungkinkan dua mode lain lagi yang dimungkinkan dioperasikan, pertama sistem tanpa modul surya: sistem ini seperti *uninterruptible power supply* yang hanya terhubung dengan baterai dan sistem kelistrikan PLN saja, kedua sistem hybrid: sistem pembangkit listrik mandiri yang dihubungkan dengan sumber kelistrikan PLN. Prinsip ini dipakai jika pada kondisi tertentu baterai mampu terisi oleh kelistrikan PLN.



Gambar 6. Modul kenika (*charger controller* dan *inverter*)

Secara detail modul *charger controller* dan *inverter* yang dipakai dalam pelatihan ini terlihat seperti pada Gambar 7. Pada modul ini terdapat transformator sebagai sarana isolasi kelistrikan PLN dengan *inverter* sehingga arus dan tegangan yang dihasilkan oleh *inverter* ini akan jauh lebih baik yaitu sinusoidal murni berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan (leonardus dkk, 2021) dan dipraktikan dalam pelatihan ini.



Gambar 7. Isi modul kenika (*charger controller* dan *inverter*)

Pada pelatihan ini difokuskan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya mandiri (masukan: modul surya, baterai *inverter* dan

keluaran: listrik bertegangan AC), sehingga dalam pelatihan ini, tampilan monitor dari modul ketika dipastikan akan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan monitor modul kenika

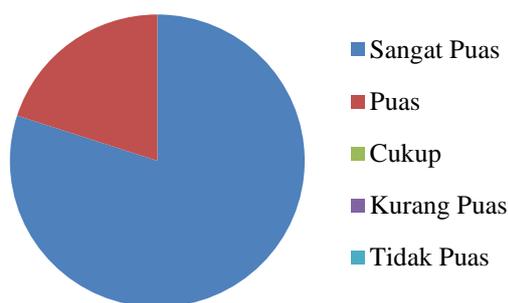
Sistem yang sudah terangkai dengan baik, akan nampak seperti pada Gambar 9. Guna mengenal karakteristik lebih lanjut maka dilakukan pengenalan karakteristik beban



Gambar 9. Rangkaian keseluruhan

Dari hasil pelatihan ini ada beberapa pembahasan yang perlu diingat yaitu jika beban yang diinginkan berupa besaran tegangan DC (lampu LED 12 Volt sebagai penerangan), maka tidak perlu menggunakan sistem *inverter* hal ini akan mengakibatkan sistem menjadi tidak efisien akan tetapi jika peralatan umum seperti yang ada di perumahan maka sistem ini layak digunakan.

Tahap yang kelima yang dilakukan adalah evaluasi dari kegiatan yang dilakukan sehingga kegiatan ini dapat dilakukan secara terus menerus dan semakin lama semakin baik. Dari hasil evaluasi didapatkan tingkat kepuasan seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Hasil evaluasi pelatihan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pelatihan ini dapat disimpulkan sebagai berikut: pelatihan yang didasarkan pada penelitian sangat bermanfaat bagi masyarakat, modul yang disusun berdasarkan hasil ujicoba lebih mudah untuk dimengerti dan dipahami, syarat peserta yang boleh ikut dalam pelatihan ini menjadikan mereka semua lebih cepat paham, pembangkit listrik tenaga surya mandiri yang dilatihkan dapat menjadikan peluang jenis usaha baru.

Pelatihan pembangkit tenaga surya mandiri dapat dengan mudah dimengerti dan dipahami oleh masyarakat umum. Guna meningkatkan kemampuan dibidang ini perlu dilakukan pendampingan lebih lanjut, sebelum peserta pelatihan menjadikan ketrampilan ini menjadi jenis usaha mandiri di bidang pembangkit listrik tenaga surya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pelatihan dan publikasi ini didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional dengan Kontrak Pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat Nomor:089/SP2H/PPM/DPRM/2021

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin W, Andika. W, dan Leonardus H. P, (2021). *Analisis kualitas daya pada Off-Grid photovoltaic solar power system* terhadap pembebanan linier. *Seminar Ritektra*.
- DESDM, (2003). Kebijakan Energi Nasional 2003-2020. *Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral*.
- DESDM, (2003). Kebijakan Energi Terbarukan Dan Konservasi Energi. *Departemen Energi Sumber Daya Mineral*.
- Deshmukh. R, (2014). *Sustainable Development of Renewable Energy Mini-Grids for Energy Access: A Framework for Policy Design*: The University of California: Berkeley, CA, USA
- International Renewable Energy Agency (IRENA), (2015). *Off-Grid Renewable Energy Systems: Status and Methodological Issues: Working Paper*. IRENA: Abu Dhabi, UAE.
- Leonardus H. P, Faisal. B, dan Arifin W, (2021). Analisis mode operasi *Off-Grid photovoltaic solar power system* terhadap beberapa variasi pembebanan. *Seminar Ritektra*.
- Leonardus H. P, Satrio. F, dan Arifin W, (2021). Analisis kualitas daya pada *Off-Grid photovoltaic solar power system* terhadap pembebanan non linier. *Seminar Ritektra*.
- Lysen. E.H, (2013). *Pico Solar PV Systems for Remote Homes: A New Generation of Small PV Systems for Lighting and Communication; Photovoltaic Power Systems Programme IEA PVPS Task*. *International Energy Agency: St. Ursen, Switzerland*

- Nyoman S. Kumara, (2010). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaannya di Indonesia. *Teknologi Elektro*.
- Palit. D. Chaurey, (2011). A. Off-grid rural electrification experiences from South Asia: Status and best practices. *Energy Sustain*
- Retnanestri. M, dan Outhred. H, Healy. S, (2004). Off-Grid Photovoltaic Applications in Indonesia: A Framework for Analysis. *The University of New South Wales, Sydney*.
- Rolland. S, (2011). Rural Electrification with Renewable Energy: Technologies, Quality Standards and Business Models. *Alliance for Rural Electrification: Brussels, Belgium*.
- Siegel. J.R dan Rahman. A, (2011). The Diffusion of Off-Grid Solar Photovoltaic Technology in Rural Bangladesh; Energy, Climate, and Innovation Program Report. *Tufts University: Medford, MA, USA*
- Rezavidi. A, (2008). Peta-Jalan Pengembangan Teknologi Energi Surya Fotovoltaik. *Diskusi Interaktif Peran Fotovoltaik dalam Sistem Kelistrikan Nasional*.
- Respati. R.S, (2008). Peluang Bisnis Photovoltaic di Indonesia. *Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI)*.
- Widianto. A, (2007). Kondisi Energi Primer Indonesia. *Pertemuan Nasional FKPT Teknik Elektro Yogyakarta*.