

RANCANG BANGUN TRAINER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN METODA OFF GRID DAN ON GRID SEBAGAI MEDIA PERKULIAHAN SISTEM PEMBANGKIT

DESIGN OF A SOLAR ELECTRIC GENERATOR TRAINER WITH OFF GRID AND ON GRID METHODS AS A LECTURE MEDIA FOR GENERATING SYSTEMS

Junaidi Asrul¹, Firmansyah², Zulka Hendri³, Dinda Desti Putri⁴

^{1,2,3} Politeknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Elektro, Kampus Limau Manis, Padang, 25163

⁴ Politeknik Negeri Padang, Mahasiswa D3 Teknik Listrik, Kampus Limau Manis, Padang, 25163

junaidi8189@gmail.com, firmansyahpnp@gmail.com, zulka.hendri04@gmail.com, dindadesti@gmail.co.id

ABSTRACT

The DIV study program is a new study program so there are several courses that require practical equipment that supports the achievement of good learning of power plant systems, the current condition of practical equipment is still lacking and there are some that do not meet practical needs, so this research will create a power plant trainer tool Solar (PLTS) which functions as a learning medium in the integrated generator laboratory in the Electrical Installation Engineering Technology DIV study program. The aim of this research is to improve students' understanding of Solar Cell Power Plants, both installation methods and the working principles of supporting components both with On Grid systems and Off Grid systems. In making this trainer, it was carried out by assembling and making a trainer stand with a welding system and the mid-trainel was made using acrylic to make it easier to assemble the main components of the PLTS system. With this trainer tool, it will be very easy for students to design PLTS systems that will be used according to the energy needs used by customers. so that the installation of PLTS is in accordance with the required requirements, and also with this tool it is able to produce students' skills in assembling and installing PLTS correctly, both with On Grid Systems and Off Grid Systems, and students are able to optimize the placement of the installation position on the Solar Panel Module so that they are able to optimize the lighting received by the solar panels is good.

Keyword : Solar Cell, On Grid, Off Grid

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi merupakan hal yang penting di dunia saat ini. Pertambahan penduduk menyebabkan bertambahnya kebutuhan energi di masyarakat. Selama ini masyarakat mengandalkan sumber energi yang berasal dari bahan-bahan yang tidak ramah lingkungan. Atas dasar itu timbulnya kesadaran masyarakat untuk mencari sumber energi yang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan yaitu, energi terbarukan. Salah satunya yang sangat cocok diterapkan di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Potensi Pengembangan PLTS di Indonesia tergolong masih sangat menjanjikan karena letak geografis Indonesia terletak di garis khatulistiwa. [1]

Berdasarkan hal tersebut maka Politeknik Negeri Padang merupakan perguruan tinggi

vokasi yang akan menghasilkan lulusan yang terampil dan cerdas dalam menghadapi persaingan di era revolusi 4.0. Untuk mewujudkan mahasiswa yang siap bersaing maka perlu penguatan sarana dan prasarana laboratorium dan bengkel setiap Program studi di Politeknik Negeri Padang.

Dalam mewujudkan lulusan yang memiliki kompetensi yang baik maka diperlukan sumber daya manusia yang bagus dengan di dukung oleh sarana dan prasarana yang handal, kedua hal tersebut merupakan komponen utama dalam menciptakan lulusan yang siap bersaing di era revolusi 4.0 ini.

Program studi DIV Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik (TRIL) merupakan program studi yang baru. Sehingga memerlukan sekali sarana labor yang memadai untuk mempersiapkan laboratorium untuk pelaksanaan proses pembelajaran di program studi TRIL ini.

Di samping itu kelemahan dari mahasiswa kita adalah selalu lemah dalam memahami system dari materi perkuliahan, sehingga diperlukan satu sarana pendukung dalam bentuk trainer yang dapat membantu mahasiswa dalam memahami suatu system, seperti pada mata kuliah pembangkit tenaga listrik khususnya pada pembangkit listrik tenaga surya. Dengan adanya trainer akan mampu meningkatkan sarana dalam perkuliahan, sehingga mahasiswa mampu memahami isi materi dan mampu menginstalasi system pada pembangkit PLTS dengan baik.

Kendala yang sering dihadapi dalam pelaksanaan perkuliahan dan praktek adalah masih ada kekurangan peralatan yang akan digunakan dalam mengerjakan jobheet yang diberikan. Misalnya pada matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Dalam mengembangkan materi dan jobsheet sering di hadapkan dengan keterbatasan sarana saat melaksanakan praktikum.

B. Perumusan Masalah

Dalam pelaksanaan perkuliahan masih ada mahasiswa yang belum bisa mengerjakan atau merancang rangkain system *Off Grid* dan Sistem *On grid* pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya, sehingga pelaksanaan praktek masih sedikit terkendala dengan beberapa factor yaitu : sarana yang masih kurang dan alat untuk mengembang jobsheet juga terbatas. Salah satu cara yang akan dilakukan adalah dengan membuat alat trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan system *On Grid* dan system *Off grid*. Sehingga dengan alat tersebut akan membantu mahasiswa dalam melaksanakan praktek dengan baik dan tingkat pemahaman mahasiswa tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan system *On Grid* dan system *Off grid* akan lebih mudah.

C. Tujuan Dan Manfaat Khusus

Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah: Merancang dan membuat alat trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan system *On Grid* dan system *Off grid* dan di bisa dioperasikan dengan berbagai system baik system *On grid* dan system *Off Grid*. Alat ini merupakan media untuk melaksanakan praktek dan pembelajaran untuk mata kuliah system Pembangkit Tenaga Listrik.

D. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem *fotovoltaik* atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik.

Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil di mana sinar matahari melimpah dan bahan bakar sulit didapat dan relatif mahal.

Alasan utama menggunakan teknologi *fotovoltaik* ini adalah sebagai berikut:

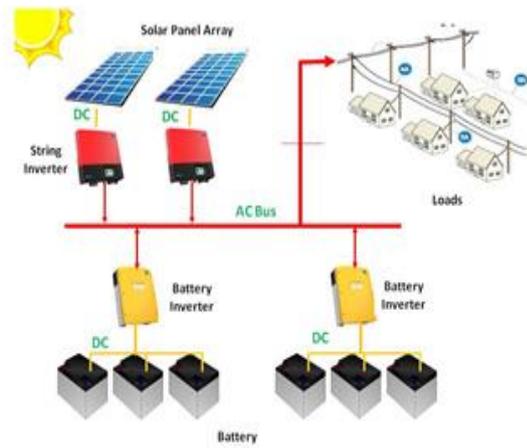
- Sumber energi yang melimpah dan tanpa biaya
- Sumber energi tersedia di tempat dan tidak perlu diangkut.
- Biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS yang relatif kecil
- Tidak perlu pemeliharaan yang sering dan dapat dilakukan oleh operator setempat yang terlatih
- Ramah lingkungan, tidak ada emisi gas dan limbah cair atau padat yang berbahaya

Sistem PLTS terdiri dari modul *fotovoltaik*, *solar charge controller* atau inverter jaringan, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (*on-grid*) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*off-grid*).[2]

E. PLTS system *Off-Grid*

Suatu PLTS *off-grid* yang dikelola secara komunal atau yang sering disebut sistem PLTS berdiri sendiri (*stand-alone*), beroperasi secara independen tanpa terhubung dengan jaringan PLN. Sistem ini membutuhkan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan di siang hari untuk memenuhi kebutuhan listrik di malam hari, seperti pada Gambar 1. Ada dua konfigurasi sistem PLTS *off-grid* yang umum digunakan yang akan dijelaskan dalam bab ini, yaitu sistem penyambungan AC atau *AC-coupling* dan penyambungan DC atau *DC-coupling*. [3]

Secara umum, kedua konfigurasi tersebut menggunakan komponen yang sama kecuali untuk *solar charge controller (SCC)*, komponen yang dipasang di sisi setelah kotak penggabung (*combiner box*). Penggunaan SCC di dalam sistem DC-coupling diganti dengan inverter jaringan di dalam sistem AC-coupling. [4].



Gambar 1 Skema PLTS Off Grid [4]

F. PLTS system On Grid

Sistem *On-Grid* merupakan sistem fotovoltaik yang hanya menghasilkan daya ketika jaringan daya utilitas (PLN) tersedia. Sistem ini harus terhubung ke grid agar berfungsi. Skema PLTS ON Grid dapat dilihat pada gambar 2.

Sistem ini dapat mengirim kelebihan daya yang dihasilkan kembali ke jaringan ketika sel surya memproduksi daya berlebih sehingga ada surplus untuk digunakan nanti. Sistem *On-Grid* merupakan sistem paling sederhana dan paling hemat biaya untuk menginstal energi panel surya dibanding dengan sistem *Off-Grid*, namun sistem ini tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman jaringan.[4].



Gambar 2 Skema PLTS On Grid [4]

II. METODE PENELITIAN

A. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari trainer ini adalah alat ini terdiri dari Modul Panel Solar, Modul SCC, modul Ampermeter, modul Voltmeter, modul Inverter, modul baterai, modul Lampu LED, Modul Lampu AC, modul Stop kontak, Modul Inverter, dari semua modul yang dibuat bisa digunakan untuk membuat system PLTS dengan system *On Grid* dan Sistem *Off Grid*. Dan alat ini bisa menguji parameter dari inetsitas dari cahaya matahari yang dapt dikonversikan ke energy listrik yang disalurkan dari modul panel solar ke modul SCC.

Dari modul-modul trainer yang telah disiapkan sesuai dengan modul Ajar yang akan di pakai pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik.

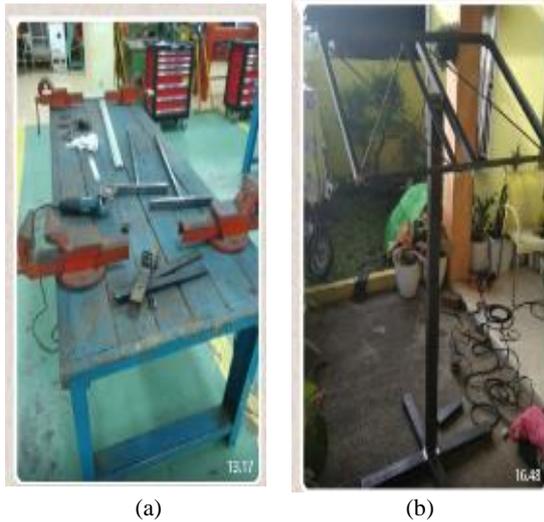
B. Tahapan Awal Pegerjaan Alat

Awal kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan meliputi studi literatur, persiapan alat, dan persiapan bahan. Studi literatur dilakukan sebagai upaya persiapan awal sebelum melakukan penelitian, Studi literatur tidak hanya dilakukan pada saat sebelum pelaksanaan penelitian saja, akan tetapi selama proses berlangsung sampai penyusunan laporan pun tetap dilakukan. Sementara itu, pada tahap persiapan alat dan bahan yaitu mempersiapkan atau mengadakan semua alat dan bahan yang akan digunakan pada komponen-komponen penyusun Modul Panel Solar, Modul SCC, modul Ampermeter, modul Voltmeter, modul Inverter, modul baterai, modul Lampu LED, Mo dul Lampu AC, modul Stop kontak, Modul Inverter.

C. Tahapan Pengerjaan Alat

Tahap perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat Desain stand seperti gambar 3 untuk menempatkan modul-modul yang akan digunakan seperti Modul Panel Solar, Modul SCC, modul Ampermeter, modul Voltmeter, modul Inverter, modul baterai, modul Lampu LED, Mo dul Lampu AC, modul Stop kontak, Modul Inverter.



Gambar 3 (a) pemotongan pipa stand modul PLTS
(b) Pengerjaan Mekanik Trainer PLTS

- Merancang tata letak komponen Modul Panel Solar, Modul SCC, modul Amperemeter, modul Voltmeter, modul Inverter, modul baterai, modul Lampu LED, Modul Lampu AC, modul Stop kontak, Modul Inverter dan komponen yang lainnya yang akan di Sablon pada lembaran Acrylik seperti terdapat pada gambar 4.



Gambar 4 Rancangan Trainer PLTS

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian berupa trainer seperti pada terlihat pada gambar 5, dari alat ini kita dapat melakukan beberapa pembelajaran sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya baik di pasang dengan metoda *On Grid* dan *Off Grid*, dan di Trainer ini juga dapat dilakukan pengukuran baik pengukuran Arus dan Tegangan pada panel solar dan juga pada sistem instalasi yang digunakan.



Gambar 5 Sistem Trainer PLTS

Pada penelitian ini dilakukan 3 hari pengujian panel solar cell pada kondisi cuaca yang berbeda, dari kondisi mendung, berawan dan cerah. Pengujian ini dilakukan selama tiga secara berturut-turut.

A. Pengujian sistem PLTS dengan kondisi cuaca mendung dan Berawan

Pada pengujian 1 ini dalam kondisi mendung terjadi pada pukul 08.00, 11.00 – 13.00 wib. Sedangkan pada pukul 09.00-10.00 wib cuaca berubah menjadi berawan dan pada pukul 15.00-16.00 wib juga berawan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian 1 dengan kondisi hari mendung dan berawan.

No	Waktu	Teg (VDC)	Teg (V)	I (A)	P (W)	Suhu (°C)	Ket Cuaca
1	08.00	18,99	13,11	0,14	1,84	27 °C	Mendung
2	09.00	19,90	13,47	0,61	8,22	28 °C	Berawan
3	10.00	20,60	13,56	0,63	8,54	28 °C	Berawan
4	11.00	21,20	13,39	0,24	3,21	29 °C	Mendung
5	12.00	22,70	13,8	0,40	5,42	30 °C	Mendung
6	13.00	22,80	13,44	0,14	1,88	30 °C	Mendung
7	15.00	19,60	13,60	0,37	5,04	30 °C	Berawan
8	16.00	18,60	13,52	0,33	4,50	29 °C	Berawan

Dari hasil pengujian dengan kondisi hari mendung dan berawan maka didapatkan besar rata-rata tegangan adalah 19,54 Vol DC dan arus sebesar 0,64 A, artinya panel surya mampu menghasilkan energi listrik dengan maskimal walaupun kondisi cuaca mengalami perubahan dari mendung menjadi berawan.

B. Pengujian sistem PLTS dengan kondisi cuaca Cerah dan Berawan

Pengujian ke 2 dilaksanakan dengan cuaca cerah dan berawan, cuaca berawan terjadi pada pukul 08.00 – 09.00 wib sedangkan pada pukul 10.00- 13.00 cuaca berubah menjadi cerah, tetapi pada pukul 14.00-16.00 wib kembali berawan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian 2 dengan kondisi hari cerah dan berawan

No	Waktu	Teg (VDC)	Teg (V)	I (A)	P (W)	Suhu (°C)	Ket Cuaca
1	08.00	20,3	13,3	0,38	5,05	28 °C	Berawan
2	09.00	20,4	13,4	0,46	6,16	29 °C	Berawan
3	10.00	20,2	13,5	0,47	6,35	30 °C	Cerah
4	11.00	20,2	13,7	0,49	6,71	31 °C	Cerah
5	12.00	20,4	14,1	0,51	7,19	31 °C	Cerah
6	13.00	20,4	14,2	0,5	7,2	31 °C	Cerah
7	15.00	20,2	13,7	0,34	4,66	31 °C	Berawan
8	16.00	20	13,7	0,22	3,01	28 °C	Berawan

Dari hasil pengujian dengan kondisi hari cerah dan berawan maka didapatkan besar rata-rata tegangan adalah 20,22 Vol DC dan arus sebesar 0,48 A, artinya panel surya mampu menghasilkan energi listrik dengan maksimal walaupun kondisi cuaca mengalami perubahan dari cerah menjadi berawan.

C. Pengujian sistem PLTS dengan kondisi cuaca Berawan

Pada pengujian ke 3 ini dalam kondisi hari selalu berawan dari pukul 08.00 wib – 16.00 wib, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian 3 dengan kondisi hari berawan

No	Waktu	Teg (VDC)	Teg (V)	I (A)	P (W)	Suhu (°C)	Ket Cuaca
1	08.00	19,9	14,4	0,62	8,70	28 °C	Berawan
2	09.00	20,5	14,1	0,76	10,72	28 °C	Berawan
3	10.00	19,7	13,9	0,61	8,45	28 °C	Berawan
4	11.00	19,5	14,2	0,61	8,43	32 °C	Berawan
5	12.00	20,3	14,0	0,44	6,20	32 °C	Berawan
6	13.00	21,4	13,8	0,40	5,52	31 °C	Berawan
7	15.00	19,9	13,9	0,42	5,84	31 °C	Berawan
8	16.00	19,7	13,7	0,20	2,74	24 °C	Berawan

Dari hasil pengujian dengan kondisi hari berawan maka didapatkan besar rata-rata tegangan adalah 19,09 Vol DC dan arus sebesar 0,4 A, artinya panel surya mampu menghasilkan energi listrik dengan baik walaupun kondisi cuaca berawan dan ada sedikit penurunan besar tegangan dan arus. Perubahan arus dan tegangan tersebut tidak mempegaruh sistem kualitas daya pada sistem PLTS.

IV. KESIMPULAN

Dengan adanya alat Trainer ini maka sangat membantu sekali mahasiswa dalam memahami dan mempelajari pemasangan Instalasi PLTS dengan menggunakan metoda On Grid dan Off Grid dan mahasiswa dapat melakukan pengembangan wawasan dari fungsi dari masing-masing komponen pada PLTS secara baik. Alat Trainer ini juga dibisa digunakan untuk pelatihan dosen dan masyarakat dalam pemasangan PLTS dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih banyak kami ucapkan ketim penelitian yang sudah bekerja dengan maskimal dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Semoga kedepannya jurusan Teknik Elektro lebih baik lagi dalam meningkatkan penelitian dosen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Analisis PLTS OnGrid, Ryan Rezky Ramadhan , Muh. Iqbal M., Abdul Hafid Adriani Volume 14 Nomor 1, Februari 2022 P-ISSN : 1979-9772, E-ISSN : 2714-7487
- [2] S., Todo Hotma Tua, Pengoperasian PLTS, PPSDM Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, 2016
- [3] Nasution, Zulkarnain dan Santoso, Imam Budi, Kelembagaan dan Pengelolaan PLTS Terpusat, PPSDM Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, 2016.
- [4] Panduan studi kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat, November 2018 Indonesia Clean Energy Development II.
- [5] SNI 8395:2017, Panduan studi kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaiik
- [6] SNI 04-6267.601-2002, Istilah teknik ketenagalistrikan
- [7] Modul Pengoperasian dan Pemeliharaan - PT. Indo Electric Instrumen.