

RANCANG BANGUN *TRAINER* PLTS DENGAN SISTEM *OFF GRID* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Rammida Soleha¹, Rifdian Indrianto Sudjoko², Prasetyo Iswahyudi³
^{1,2,3}) Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani I No.73 Surabaya
Email : rammidasoleha92506@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya adalah energi baru dan terbarukan yang memiliki peran sangat penting dalam kebutuhan energi. PLTS sistem *off grid* merupakan sistem PLTS yang berdiri sendiri tanpa adanya sambungan listrik dari PLN atau distribusi listrik lainnya. Penulis memiliki rencana untuk membuat serta mengembangkan *trainer* pembangkit listrik tenaga surya sistem *off grid* dimana penelitian sebelumnya belum adanya IoT untuk memuat data mengenai pengukuran, pembacaan dan pengontrolan pada *solar cell*. Rancangan *Trainer* PLTS *Off Grid* ini memiliki beberapa komponen utama mulai dari panel surya, *solar charge controller*, baterai, *buck boost converter* dan *inverter*. *Trainer* PLTS ini juga menggunakan komponen tambahan sebagai penunjang *Internet Of Things*, Wemos D1 sebagai pengirim data ke server, dilengkapi juga dengan sensor arus dan tegangan PZEM 004T, *Relay*, INA219. Komponen pendukung IoT ini dapat diintegrasikan dengan jaringan WiFi yang telah dikonfigurasi. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada *trainer* ini mampu menghasilkan tegangan secara maksimal sebesar 13,55 Volt pada panel surya yang ditunjukkan pada *webserver*. Arus *charging* yang dihasilkan mampu menghasilkan tegangan sebesar 13,10 Volt dengan arus 0,32 ampere. *Trainer* ini hanya mampu menyuplai beban maksimum sebesar 15 watt dengan arus beban 0,1 ampere menggunakan baterai yang telah di *charging* oleh panel surya.

Kata Kunci: PLTS *Off Grid*, Panel Surya, *Internet Of Things*, Wemos D1, sensor arus dan tegangan

ABSTRACT

Solar power plants are new and renewable energy that has a very important role in energy needs. PLTS off grid system is a PLTS system that stands alone without any electricity connection from PLN or other electricity distribution. The author has a plan to create and develop an off grid solar power plant trainer where previous research has not had IoT to load data on measurements, readings and controls on solar cells. The PLTS Off Grid Trainer design has several main components ranging from solar panels, solar charge control, batteries, buck boost converter and inverters. This PLTS trainer also uses additional components to support the Internet of Things, Wemos D1 as a data sender to the server, also equipped with PZEM 004T current and voltage sensors, Relays, INA219. This IoT supporting component can be integrated with a configured WiFi network. From the results of the tests carried out on this trainer, it is able to produce a maximum voltage of 13.23 Volts on the solar panel which is shown on the webserver. The resulting charging current is capable of producing a voltage of 13.10 Volts with a current of 0.26 amperes. This trainer is only able to supply a maximum load of 15 watts with a load current of 0.1 amperes using a battery that has been charged by a solar panel.

Keywords: PLTS *Off Grid*, Solar Panels, *Internet Of Things*, ESP32, current and voltage sensor

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan energi baru dan terbarukan yang memiliki peran sangat penting dalam kebutuhan energi, hal ini disebabkan penggunaan energi listrik konvensional dalam jangka panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara. Selain itu energi surya memiliki keunggulan dibandingkan pembangkit lainnya salah satunya mudah di dapatkan dan lebih hemat dalam pemakaiannya. Penelitian yang berkaitan dengan penggunaan *trainer* energi terbarukan sebagai media pembelajaran telah banyak dilakukan.

Berdasarkan latar belakang di atas penelitian selanjutnya yang akan dikembangkan dari penelitian sebelumnya adalah mengembangkan *trainer* pembangkit listrik tenaga surya sistem *off grid* dimana penelitian sebelumnya tidak memiliki *database* untuk memuat data mengenai pengukuran, pembacaan dan pengkomunikasian data dalam membaca keluaran energi listrik pada *solar cell* dan mengembangkan dengan *Internet Of Things* sebagai kontrol beban yang akan digunakan pada *trainer* PLTS ini. Maka dari itu penulis memiliki inovasi untuk merancang dan membuat “**Rancang Bangun *Trainer* PLTS dengan Sistem *Off Grid* Sebagai Media Pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya**”. Dengan adanya *trainer* PLTS ini diharapkan taruna dapat menambah pengetahuan dan memahami tentang pembangkit listrik tenaga surya.

TEORI SINGKAT

Dalam penelitian *trainer* PLTS memiliki komponen utama dan juga komponen pendukung sebagai penunjang *internet of things*, komponen yang digunakan pada perancangan ini meliputi :

a. Solarcell

Solar cell atau biasa disebut dengan panel surya memiliki fungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang didasari oleh efek *pholtovaic*, *photovoltaic* merupakan fenomena dimana terjadinya

sinar matahari mengenai permukaan panel surya.

b. Solar charge controller

Komponen utama ini memiliki fungsi yaitu mengatur pengisian daya baterai yang diberikan oleh panel surya serta mengatur arus dan tegangan yang masuk ke baterai.

c. Baterai

Pada PLTS *off grid* baterai berperan penting karena menyimpan daya listrik yang dialirkan oleh panel surya.

d. Inverter

Inverter adalah komponen yang berfungsi untuk mengkonverter arus DC menjadi AC.

e. Buck Boost Converter

Trainer ini menggunakan *buck boost converter* yang berperan sebagai menaikkan dan menurunkan output tegangan agar *trainer* PLTS tetap stabil pada 12V.

f. Arduino Uno

Mikrokontroler ini berfungsi sebagai otak utama pada *trainer* PLTS ini dan juga sebagai penyalur tegangan untuk sensor arus INA219 dan PZEM 004T.

g. Wemos D1 Mini

Komponen ini berfungsi untuk memprogram serta mengirimkan data dengan memanfaatkan teknologi Iot melalui jaringan WiFi.

h. Sensor Arus dan Tegangan

Trainer ini memiliki dua sensor arus dan tegangan yaitu INA219 sebagai pemantau arus dan tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya, dan PZEM 004 T sebagai pemantau arus dan tegangan AC yang dikirim oleh *inverter*.

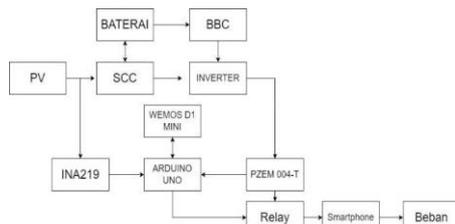
i. Relay

Komponen pendukung ini sebagai saklar otomatis untuk menyalakan dan mematikan beban yang digunakan.

METODE PENELITIAN

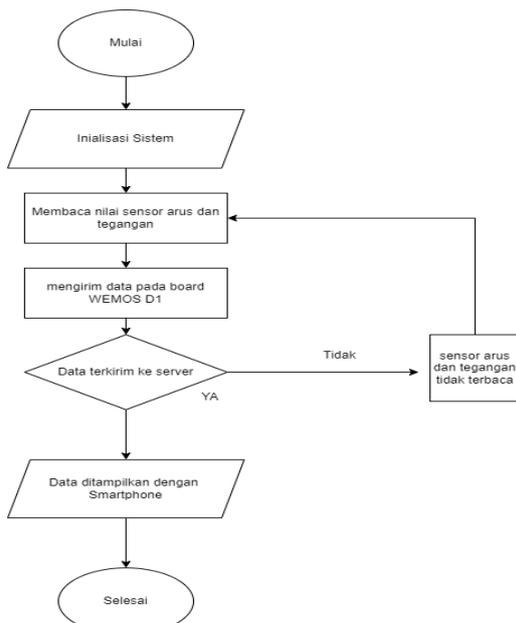
Pada perancangan *trainer* plts surya ini memiliki komponen utama dan komponen pendukung. Komponen pendukung ini

berfungsi untuk memonitoring arus dan tegangan *trainer* PLTS dan mengontrol beban yang digunakan. *Trainer* ini menggunakan dua sensor sebagai pemantau arus INA219 untuk tegangan DC sensor ini berfungsi untuk mengukur arus dan tegangan yang dialirkan oleh panel surya dan sensor arus tegangan PZEM 004-T untuk tegangan AC yang telah melalui *inverter*. Wemos D1 mini digunakan untuk pengiriman data melalui jaringan internet, ketika data diterima oleh modul Wemos D1 Mini maka akan langsung diupload ke *Smartphone* untuk menampilkan data arus dan tegangan.



Gambar 1. Diagram *trainer* PLTS

Perancangan *trainer* ini memiliki *Flow chart* untuk mempermudah cara kerja dari *trainer* ini rancangan *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 2. *Flow chart* sistem keseluruhan

Gambar 2 menjelaskan tentang alur monitoring arus dan tegangan pada *trainer* PLTS, dua sensor arus dan tegangan ini membaca dari panel surya dan *inverter* yang

akan dikirim ke wemos D1 mini, board wifi ini akan memproses hasil pembacaan yang dikirim oleh sensor arus dan tegangan. Apabila data tersebut berhasil dibaca maka akan muncul pembacaan arus dan tegangan pada *interface* webserver, apabila tidak berhasil maka akan membaca ulang di kedua sensor tersebut.

HASIL PENELITIAN

j. Panel Surya

Pengujian ini dilakukan pada saat cuaca cerah dimulai pukul 07.00 sampai dengan 17.00. Hasil pengujian ini dapat terlihat bahwa panel surya dalam kondisi baik dan siap digunakan.

Tabel 1. Tabel pengujian panel surya

Waktu Pengujian (WIB)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
07.00	12,80	0,02
08.00	12,88	0,02
09.00	12,90	0,02
10.00	12,97	0,03
11.00	13,10	0,02
12.00	13,12	0,02
13.00	13,03	0,02
14.00	13,23	0,04
15.00	12,87	0,03
16.00	12,90	0,03
17.00	12,85	0,03



Gambar 3. Pengujian Panel Surya

k. Solar Charge Controller dan Baterai

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah baterai dan *solar charge controller* dapat menstabilkan tegangan yang diterima oleh panel surya.

Tabel 2. Pengujian SCC dan Baterai

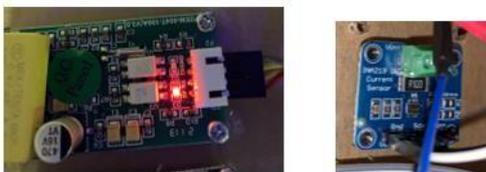
Waktu Pengujian (WIB)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
07.00	12,83	0,32
08.00	12,80	0,26
09.00	12,88	0,28
10.00	12,90	0,31
11.00	12,87	0,33
12.00	12,91	0,29
13.00	12,90	0,35
14.00	13,10	0,34
15.00	12,84	0,25
16.00	12,80	0,29
17.00	12,74	0,27



Gambar 4. Pengujian Baterai dan SCC

l. Rangkaian sensor arus dan tegangan

Pengujian sensor arus dan tegangan ini berfungsi untuk mengetahui bagaimana kinerja dari kedua sensor ini dan dalam



kondisi baik.

Gambar 5. Pengujian Sensor Arus dan Tegangan

Setelah dilakukan pengujian kedua sensor tersebut bahwa sensor tersebut dapat menunjukkan nilai arus dan tegangan, dan sensor tersebut dapat bekerja dengan baik. Rangkaian sensor tegangan.

m. Inverter

Pengujian ini dilakukan untuk

memastikan apakah *inverter* dapat mengkonversi arus DC dan AC dengan sempurna atau tidak. Dengan cara memasang lampu dan baterai pada *inverter*.



Gambar 6. Pengujian Inverter

n. Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian Arduino pada *trainer* ini menggunakan adaptor 5 Vdc. Board ini memiliki pin VCC sebesar 5VDC dan juga memiliki pin 3,3 VDC, sebagai *output* dan *input* pada rangkaian.

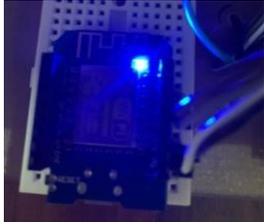


Gambar 7. Pengujian Arduino Uno

Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa Arduino bekerja dengan baik. Hal ini terlihat dari tegangan *output* yang keluar dari pin vcc, yaitu 5 Vdc dan 3,3 Vdc. Hal ini juga dapat dilihat dari indikator LED yang menyala pada Arduino, menandakan bahwa mikrokontroler bekerja dengan baik.

o. Wemos D1 Mini

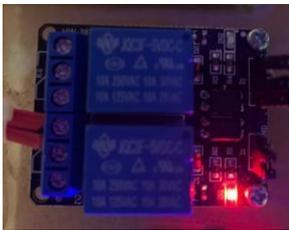
Wemos D1 Mini diuji dengan mengirimkan data ke Android menggunakan sinyal Wi-Fi. Pengujian ini diulang pada jarak yang berbeda untuk menentukan apakah Wemos D1 Mini dapat beroperasi pada jarak maksimum. Apabila lampu indikator menyala maka board ini telah terhubung dengan wifi, apabila lampu indikator berkedip maka board ini belum tersambung wifi.



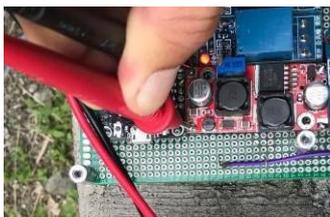
Gambar 8. Pengujian Wemos D1 Mini
p. Relay

Pengujian komponen ini dilakukan dengan cara melihat pada tampilan webserver, dengan mengaktifkan atau mematikan beban yang digunakan pada *trainer* ini. Pada saat pengujian komponen ini *relay* dapat bekerja dengan baik untuk menyalakan atau mematikan stopkontak yang disambungkan dengan beban.

Gambar 9. Pengujian Relay
q. Buck Boost Convert



Rangkaian ini akan menstabilkan tegangan yang akan diterima oleh baterai agar tegangan tersebut tetap 12V serta baterai tidak mudah rusak dan dapat digunakan pada jangka lama. Teknik pengujian modul ini dilakukan dengan cara menyambungkan dengan *input* dari *solarcell* dan hubungkan ke baterai. Untuk pengukurannya dengan menggunakan avometer digital untuk mempermudah melihat hasilnya pada *display*.



Gambar 10. Pengujian BCC

r. Pengujian Trainer PLTS

Pengujian alat secara keseluruhan untuk menentukan apakah *trainer* ini bekerja secara keseluruhan seperti yang dimaksudkan penulis setelah dirancang menjadi sistem secara keseluruhan. Pengoperasian dilakukan sebagai berikut:

- i. Sambungkan baterai dan SCC terlebih dahulu agar tidak merusak kedua komponen ini.
- ii. Kemudian sambungkan *inverter* dengan scc, setelah tersambung makapanel surya juga dapat dihubungkan oleh *inverter* yang telah dihubungkan oleh *inverter*.
- iii. Hubungkan adaptor dengan Arduino Uno, dan pastikan lampu indikator pada Arduino menyala.
- iv. Sambungkan jaringan WiFi dengan Wemos D1 Mini, apabila tersambung lampu indikator akan berhentiberkedip.
- v. Untuk mengoperasikan keseluruhan *trainer* menggunakan smartphone melalui web server, webserver akan menerima data dari sensor arus dan tegangan serta dapat mengontrolbeban yang digunakan.



Gambar 11. *Interface* Webserver

Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa webserver bekerja sesuai dengan yang diharapkan oleh penulis, dan webserver ini dapat bekerja dengan baik serta *trainer* ini siap untuk digunakan.

PENUTUP

a) Simpulan

Kesimpulan dalam pengujian sertapenelitian yang dilandasi pada penjelasanbab dan sub bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Trainer* PLTS sistem *Off Grid* ini dapat berkerja dengan baik sesuai dengan sistem *standalone photovoltaic*. Dalam perancangan *trainer* PLTS ini harus dipersiapkan komponen utama PLTS dan pendukung, serta menguji masing- masing komponen yang digunakan agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dan bekerja dengan baik.
2. Dalam mengoperasikan *trainer* PLTS ini harus sesuai dengan SOP yang telah dibuat agar *trainer* yang telah dirancang tidak merusak komponen dan tidak membahayakan pengguna dalam mengoperasikannya.
3. Hasil pengujian *trainer* PLTS yang dilakukan menggunakan avometer digital dengan hasil sebagai berikut, *trainer* ini mampu menghasilkan tegangan secara maksimal sebesar 13,55 Volt pada panel surya yang ditunjukkan pada webserver dan avometer. Arus *charging* yang dihasilkan mampu menghasilkan tegangan sebesar 13,10 Volt dengan arus 0,34 ampere. *Trainer* ini hanya mampu menyuplai beban maksimum sebesar 15 watt dengan arus beban 0,1 ampere menggunakan baterai yang telah di *charging* oleh panel surya.
4. *Trainer* PLTS yang telah diintegrasikan dengan IoT dapat digunakan sesuai fungsinya yaitu monitoring arus dan tegangan serta mengkontrol beban dari jarak jauh menggunakan *smartphone*.

b) Saran

Maka dari itu untuk kedepannya alat ini dapat ditingkatkan dengan lebih sempurna agar alat ini dapat dipergunakan tidak hanya sebagai *trainer* saja, berikut ini merupakan saran dari rancangan *trainer*:

1. *Trainer* PLTS ini dapat dikembangandengan

menambah monitoring yang bervariasi sehingga alat ini akan menjadi lebih modern dari sebelumnya.

2. Panel surya pada *trainer* dapat digunakan yang lebih besarkapasitasnya agar dapat menggunakan beban yang lebih besar dan bervariasi dalam penggunaannya.
3. *Trainer* PLTS *off grid* ini dapat digunakan sebagai modul praktek agar taruna dapat melaksanakan praktek dengan mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aas Wasri Hasanah, T. K. (2018). KAJIAN KUALITAS DAYA LISTRIK PLTS SISTEM OFF-GRID. PLN.
- [2] Ashabul Khaffi, A. R. (2020). Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).
- [3] Fatoni Nur Habibi, S. S. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T.
- [4] Fitriyah, K. N. (2019). TRAINER INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). Semarang: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.
- [5] Hasanah, A. W. (2019, Juni 28). Kajian Kualitas Daya Listrik Plts Sistem Off-Grid Di Stt-Pln. *Energi & Kelistrikan*, 10 (2), 93–101. Retrieved from *Energi dan Kelistrikan Jurnal Ilmiah*:<https://stt-pln.ejournal.id/energi/article/view/211>
- [6] Hengki Pradana, Syavira Dwi Lingga. (2020). “Rancang Bangun Trainer Kit Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)” POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BANGKABELITUNG
- [7] Kho, D. (2020). Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip

Kerjanya. Retrieved from Teknik Elektronika:
<https://teknikelektronika.com/penelitian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/>

Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya, 1(2): 193-202.

- [8] Khonif Nur Fitriyah. (2019). TRAINER INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS).
- [9] Mochammad Toriq Setiawan, I. W. (2011). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM RANCANG BANGUN.
- [10] Muhammad Syahwila, N. K. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium. Laboratorium Sistem Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Elektro, .
- [11] Prayogo, S. (n.d.). (2019). Pengembangan Sistem Manajemen Baterai Pada PLTS Menggunakan On- Off Grid Tie Inverter
- [12] PT.SANKEINDO. (2021). SOLAR PANEL-270 WP (POLY). Retrieved from SANKELUX: <https://www.sankelux.co.id/product?id=1021>
- [13] Putri, D. M. (2017). MENGENAL WEMOS D1 MINI DALAM DUNIA IOT .
- [14] Razor, A. (2020). Gambar Arduino UnoHD dan Penjelasan Fungsi Bagian-Bagiannya. Retrieved from [aldyrazor.com:https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html](https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html)
- [15] Yuda, I. B. (2018). Rancang Bangun Solar Charge Controller dengan Metode Mppt Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. Retrieved from <http://eprints.unram.ac.id/11071/1/Jurna1.pdf>
- [16] Yuliananda, S. G. (2015). Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya.