

# Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Ashabul Khaffi<sup>1)</sup>, Ahmad Rosyid Idris<sup>2)</sup>, Sofyan<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang  
ashabulkhaffi06@gmail.com<sup>1)</sup>  
ahmadrosyid@poliupg.ac.id<sup>2)</sup>  
sofyantato.pnup@gmail.com<sup>3)</sup>

## Abstrak

Matahari yang merupakan sumber energi yang tersedia dalam jumlah besar dan tidak bersifat polutif namun jarang disadari fungsi dan manfaatnya, pemanfaatan matahari khususnya penggunaan modul surya sangat diperlukan pada sistem PLTS. Pembangkit listrik tenaga surya ialah inovasi teknologi energi terbarukan ramah lingkungan. Ketersediaan modul trainer untuk sarana pembelajaran sangat bermanfaat seiring dengan peningkatan mutu pembelajaran. Pemasangan modul surya dalam keadaan statis atau diam, modul trainer memiliki beberapa modul pengujian. Tujuan penelitian ini ialah untuk merancang komponen-komponen yang dibutuhkan pada sistem PLTS sehingga dapat merancang modul trainer pembangkit listrik tenaga surya sebagai media pembelajaran. Studi kasus dilakukan di Bengkel Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang. Metode yang digunakan antara lain pengumpulan literatur, perancangan rangkaian sistem, perancangan rangkaian modul trainer, perancangan kerangka modul trainer PLTS, dan hasil pengujian modul trainer. Modul surya 50 Wp mengisi baterai 12/35 Ah selama 14 jam dengan energi maksimum sebesar 15.43 Wp. Modul trainer juga dilengkapi sebuah *software* penunjang dalam penginputan data pengujian dapat digunakan pada *mobile phone*. Modul trainer dapat mendukung media pembelajaran dengan terdapat 5 jenis pengujian modul diantaranya ialah modul karakteristik modul surya, modul pengisian baterai, modul BCR, modul inverter, dan modul daya tahan baterai.

**Keywords:** Modul Trainer, PLTS, Energi Terbarukan, Surya, Software

## I. PENDAHULUAN

Semakin memburuknya kondisi bumi akibat rusaknya lapisan ozon hingga polusi udara akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan sehingga pemanfaatan matahari sebagai sumber listrik sangat besar manfaatnya. Ketersediaan media pembelajaran untuk sistem PLTS juga terbilang sedikit sehingga dirancang sebuah modul trainer untuk menunjang mutu pembelajaran.

Keterbatasan media pembelajaran untuk praktek bagi mahasiswa teknik listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) khususnya tentang pembangkitan energi listrik sehingga dengan adanya modul trainer PLTS dapat menunjang pembelajaran nantinya. Pada skripsi ini penulis merancang sebuah modul trainer sistem PLTS untuk media pembelajaran dengan beberapa modul yang nantinya dapat dilakukan pengujian pada setiap modul.

## II. KAJIAN LITERATUR

Indonesia memiliki potensi energi surya yang melimpah, berdasarkan data yang dihimpun oleh BPPT dan BMKG [1] bahwa intensitas radiasi matahari di Indonesia berkisar antara 2.5 hingga 5.7 kWh/m<sup>2</sup>. Beberapa wilayah Indonesia, seperti: Lampung, Jawa Tengah, Sulawesi Tengah, Papua, Bali, NTB, dan NTT mempunyai intensitas radiasi diatas 5 kWh/m<sup>2</sup>, sedangkan di Sulawesi Selatan, khususnya di Kota Makassar mempunyai intensitas radiasi matahari sebesar 5,82kWh/m<sup>2</sup> dengan temperatur udara 26°C dan untuk

wilayah Indonesia lainnya besarnya rata-rata intensitas radiasi adalah sekitar 4 kWh/m<sup>2</sup>.

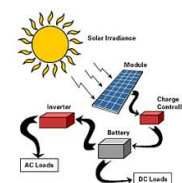
### A. Modul Trainer

Trainer ialah suatu bentuk media pembelajaran, yang bisa digunakan sebagai media praktik, media sebagai pembelajaran berfungsi sebagai alat bantu untuk menyampaikan informasi kepada praktikan, alat bantu yang dimaksud penulis adalah alat bantu pembelajaran praktik atau alat peraga praktik

Modul trainer merupakan alat atau media pembelajaran yang berfungsi sebagai alat bantu atau peraga untuk menyampaikan informasi dalam menunjang proses suatu pembelajaran untuk membantu meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan sikap.

### B. Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Matahari sebagai sumber dan pemasok utama energi yang akan mendukung hampir keseluruhan dari proses ini. Energi yang disalurkan matahari akan diserap dan diterima oleh sel surya (*solar cell*), ilustrasi sistem kerja PLTS dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem Kerja PLTS

Modul surya memiliki alat pembantu yaitu *Battery Control Regulator (BCR)* berfungsi sebagai pengatur energi yang disimpan oleh modul surya. BCR dapat menyalurkan energi ke-baterai hingga baterai terisi penuh. Baterai akan menyalurkan daya yang sudah tersimpan menuju beban, berupa beban  $12V_{dc}$  maupun beban  $220V_{ac}$ , namun untuk beban  $220V_{ac}$  terlebih dahulu melalui proses perubahan arus dan tegangan dari baterai yaitu melalui DC/AC inverter yang akan merubah arus listrik sesuai dengan yang diinginkan ialah  $220V_{ac}$ .

#### C. Modul Surya

Modul surya ialah komponen utama dalam sistem *Photovoltaic (PV)* yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik, listrik yang dihasilkan berupa arus DC. Kapasitas daya modul surya diukur dalam satuan Wattpeak (Wp). Modul surya dapat menghasilkan listrik berupa arus DC. Listrik DC dapat digunakan langsung untuk beban-beban DC atau juga dapat untuk mengisi aki/baterai. Listrik dari modul surya ini juga dapat digunakan pada peralatan-peralatan listrik yang memerlukan arus AC dengan menggunakan inverter yang nantinya akan mengubah arus DC menjadi AC. Jenis modul surya yang digunakan ialah *polycrystalline*, berikut tampilannya pada gambar 2.



Gambar 2. Modul Surya *Polycrystalline*

Penampilan *polycrystalline* ini hampir mirip dengan *monocrystalline* namun efisiensi dan harganya lebih rendah. Efisien yang dihasilkan ialah sekitar 12%-14%, bentuknya persegi, dan jenis ini paling sering dipakai karena harganya yang lebih terjangkau [1].

#### D. Battery Charge Regulator (BCR)

*Controller* pada sistem PLTS berfungsi sebagai pengatur arus listrik, baik terhadap arus *input* maupun arus yang digunakan. BCR digunakan untuk mengatur aliran listrik dari modul surya ke-baterai atau aki dan dari baterai atau aki ke-beban. BCR pada umumnya memiliki 6 *input/output* untuk keperluan keperluan PLTS, berikut adalah tampilan BCR pada gambar 3.



Gambar 3. Battery Charge Regulator (BCR)

*Battery charge regulator* yang dilengkapi dengan sensor temperatur baterai, tegangan pengisian disesuaikan dengan temperatur dari baterai, dengan sensor ini didapatkan optimum dari pengisian dan juga optimum dari usia baterai.

#### E. Baterai

Baterai ialah peralatan yang sangat penting bagi suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya. Baterai dapat menyimpan energi listrik yang diterima pada siang hari dan dapat digunakan pada malam hari untuk melayani beban atau peralatan listrik. Baterai juga berfungsi menyediakan daya kepada beban waktu tidak ada cahaya matahari dan meratakan perubahan yang terjadi pada beban

#### F. Inverter

Inverter ialah peralatan listrik yang dapat mengubah arus DC menjadi arus AC yang dapat dimanfaatkan sesuai spesifikasi peralatan elektrik rumah tangga ( $120$  atau  $240 V_{ac}$ ,  $50$  atau  $60$  Hz). Peralatan ini termasuk peralatan yang rumit terutama untuk pemakaian daya yang besar karena terdiri dari rangkaian-rangkaian *thyristor*. Inverter banyak terdapat di pasaran dengan ukuran bervariasi mulai dari  $250$  Watt hingga  $8000$  Wat. Tampilan bentuk inverter pada gambar 4.



Gambar 4. Inverter

Inverter pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berfungsi mengubah arus searah (*direct current* – DC) yang dibangkitkan oleh sistem modul *fotovoltaik* dan baterai dikonversi ke-arus bolak balik (*alternating current* – AC) sehingga sistem PLTS dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik sebagaimana disediakan oleh pembangkit konvensional (diesel, genset dan PLN).

### III. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian Perancangan Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dilakukan di Bengkel Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang, Kecamatan Moncongloe, Kabupaten Maros, Indonesia. Penelitian ini dilakukan mulai pada bulan Januari tahun 2020. Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini mencakup meliputi:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang diteliti dengan beberapa literatur dengan mengidentifikasi komponen-komponen yang akan digunakan pada perancangan modul trainer.
2. Perancangan rangkaian sisten PLTS untuk setiap komponen yang akan digunakan
3. Perancangan rangkaian modul trainer sehingga bagian-bagian dalam rangkaian saling mendukung dan terkait antara rangkaian yang satu dengan lainnya.
4. Perancangan kerangka modul trainer PLTS menggunakan sebuah software.
5. Percobaan pada setiap modul yang terdapat pada modul trainer.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Alat Praktikum Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Alat yang telah dirancang pada penelitian ini ialah sebuah media pembelajaran dalam bentuk trainer PLTS, program antara sistem PLTS dan modul trainer seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut:

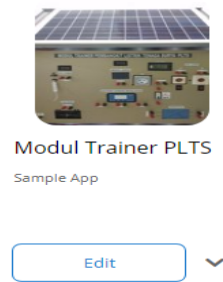


Gambar 5. Hasil Rancangan Modul Trainer PLTS

Hasil rancangan pada gambar 6 dilengkapi beberapa *connector* sebagai penghubung pada sistem modul trainer dengan masing-masing fungsi dan kegunaannya.

#### B. Software Modul Trainer PLTS

Software modul trainer PLTS dirancang untuk digunakan pada saat penginputan pengujian pada modul trainer PLTS. Tampilan *software* seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Sampel Software Modul Trainer PLTS

Software ini dapat diakses pada *website* dan dapat juga dapat di-*install* pada *mobile phone* android maupun ios, software dirancang untuk membantu dalam pengerjaan praktikan ketika sedang atau telah melakukan pengujian pada setiap modul yang diujikan.

#### C. Input Data pada Software

Software modul trainer PLTS dirancang menggunakan *Google Appsheet*. Proses penginputan data, terlebih dahulu *software* harus ter-*install* pada *mobile phone* dan bagi pengguna laptop/PC dapat mengunjungi *website* yang telah dibuat sebelumnya. Tampilan *software* yang telah ter-*install* pada *mobile phone* ditampilkan pada gambar 7.



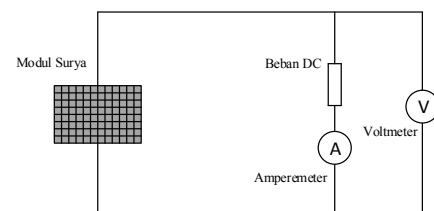
Gambar 7. Tampilan Software Modul Trainer Ter-*install* pada *Mobile Phone*

#### D. Pengujian Modul Karakteristik Modul Surya

Pengujian Modul Karakteristik Modul Surya terbagi menjadi 2 bagian pengujian pada modul dengan tujuan dari pengujian ialah mengetahui prinsip kerja dan fungsi dari alat, mengetahui karakteristik dari modul surya.

##### I.D. Pengujian Modul Surya dengan Berbeban

Pengujian menggunakan modul surya tipe *polycrystalline* dalam kondisi statik dengan sudut kemiringan 30 terhadap bidang vertikal menggunakan beban lampu led DC 12V/5 watt. Skema instalasi pengujian ditunjukkan pada gambar 8.



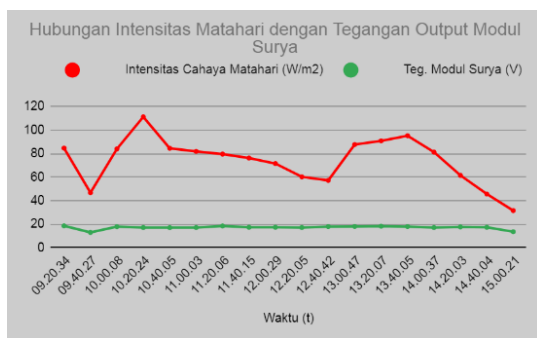
Gambar 8. Skema Instalasi Pengujian Modul Surya dengan Berbeban

Pengukuran intensitas cahaya matahari dengan aplikasi *Lux Light Meter* pada *mobile phone* dengan pengukuran dalam satuan lux sehingga dikonversi  $1 \text{ w/m}^2 = 179 \text{ lux}$  [2]. Data hasil pengujian ditampilkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Modul Surya Berbeban

Waktu (t)	Intens. Cahaya Cahaya ( $\text{W/m}^2$ )	Modul Surya				$\mu$ (%)
		Teg. (V)	Arus (A)	Pin (W)	Pout (W)	
09.20	84,64	18,5	0,44	8,14	31,99	25%
09.40	46,71	12,9	0,21	2,71	17,66	15%
10.00	83,92	17,8	0,44	7,83	31,72	25%
10.20	111,22	17,1	0,64	10,94	42,04	26%
10.40	84,5	17	0,56	9,52	31,94	30%
11.00	81,87	17,1	0,61	10,43	30,95	34%
11.20	79,57	18,4	0,6	11,04	30,08	37%
11.40	76,2	17,3	0,54	9,34	28,8	32%
12.00	71,5	17,3	0,55	9,52	27,03	35%
12.20	60,2	17,1	0,55	9,4	22,76	41%
12.40	57,19	17,9	0,47	8,41	21,62	39%
13.00	87,71	18	0,56	10,08	33,15	30%
13.20	90,83	18,2	0,58	10,56	34,33	31%
13.40	95,2	17,9	0,57	10,2	35,99	28%
14.00	81,25	17,1	0,45	7,7	30,71	25%
14.20	61,47	17,61	0,58	10,21	23,24	44%
14.40	45,58	17,3	0,56	9,69	17,23	56%
15.00	31,5	13,5	0,21	2,84	11,91	24%

Berdasarkan tabel 1, besarnya nilai intensitas yang diterima modul surya berupa energi foton tidak seluruhnya diserap, sebagian ada yang dipantulkan tergantung besar energi dan frekuensi foton yang dibutuhkan untuk pelepasan elektron dari ikatannya, hubungan intensitas matahari terhadap tegangan modul surya pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Tegangan Output Modul Surya

Tegangan pada sel *photovoltaic* dipengaruhi beberapa factor diantaranya oleh intensitas penyinaran pada modul surya. Variasi waktu penyinaran sangat mempengaruhi kuat arus dan tegangan atau semakin bagus dalam kondisi cuaca cerah maka kuat arus semakin besar optimalisasi pada pukul 10:20 WITA sedangkan pengaruh waktu terhadap tegangan ialah semakin siang maka tegangan output juga semakin rendah. Berdasarkan pada gambar grafik 9 bahwa tegangan terbesar terukur 18.5 V pada

pukul 09:20 WITA dengan nilai intensitas  $84.64 \text{ W/m}^2$  sedangkan tegangan terendah terukur 12.9 V pada pukul 09:40 WITA dengan intensitas yang diterima sebesar  $46.71 \text{ W/m}^2$ , tegangan terendah yang terukur ketika cuaca pada pengambilan data berawan dan agak mendung sehingga mempengaruhi optimalisasi modul surya..

Perhitungan nilai efisiensi bertujuan untuk mengetahui persentase nilai energi cahaya matahari yang mampu diserap modul surya, tetapi terlebih dahulu menentukan daya input dan output, berikut ialah persamaan yang digunakan [3].

$$P_{in} = \text{Intensitas matahari} \times \text{Luas daerah modul} \quad (1)$$

$$= 111.22 \text{ W/m}^2 \times (70 \text{ cm} \times 54 \text{ cm})$$

$$= 111.22 \text{ w/m}^2 \times 0.378 \text{ m}^2$$

$$= 42.04716 \text{ W}$$

Sedangkan untuk daya output maksimum modul surya dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2)$$

$$= V_{oc} \times I_{sc} \times \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

$$= V_{mp} \times I_{mp}$$

$$= 17.1 \times 0.64$$

$$= 10.944 \text{ W}$$

Sehingga efisiensi diperoleh menggunakan persamaan (3)

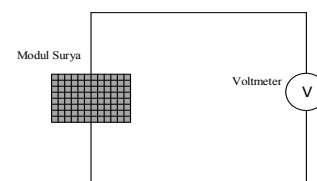
$$\mu = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (3)$$

$$= \frac{10.944}{42.04716} \times 100 \%$$

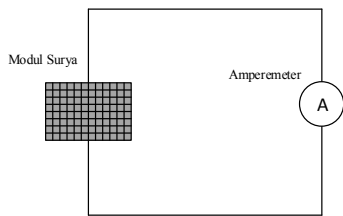
$$= 26.031 \%$$

#### II.D. Pengujian Modul Surya tidak Berbeban

Pengujian ini menggunakan metode pengukuran dengan modul surya terhubung langsung dengan alat ukur multimeter. Posisi modul surya masih diletakkan miring pada atap modul trainer. Pengujian bertujuan mengetahui karakteristik modul surya dengan mengukur tegangan terbuka ( $V_{oc}$ ) dan arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ), skema rangkaian pengujian ditampilkan pada gambar 10.



a. Rangkaian Pengukuran Tegangan Terbuka ( $V_{oc}$ )



b. Rangkaian Pengukuran Arus Hubung Singkat (Isc)

Gambar 10. Skema Rangkaian Pengujian Modul Surya Tidak Berbeban

Data hasil pengujian ini ditampilkan pada tabel 2.

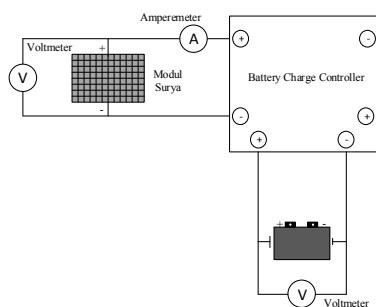
Tabel 2. Data Hasil Pengujian Modul Surya Tidak Berbeban

Waktu (t)	Intensitas Cahaya Matahari ( $W/m^2$ )	Tegangan Terbuka (V)	Arus Hubung Singkat (A)
10.15	76,12	17,31	0,35
10.20	81,3	17,6	0,4
10.25	70,52	17,65	0,34
10.30	89,45	18,03	0,37
10.35	79,2	17,57	0,29
10.40	110,25	18,73	0,7
10.45	124,5	19,87	3,17
10.50	98,72	19,55	2,88
10.55	80,32	18,77	2,7
11.00	76,7	18,73	0,7

Tegangan *ouput* modul surya sangat berpengaruh terhadap temperatur pada lingkungan penelitian sehingga tegangan juga akan menurun [4]. Tegangan terbuka yang terukur sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada modul surya. Semakin tinggi intensitas matahari maka tegangan terbuka juga akan semakin meningkat. Intensitas cahaya matahari terhadap arus hubung singka (Isc) tertinggi terukur sebesar 3.17 A dengan intensitas cahaya matahari 124.5  $W/m^2$ , semakin besar intensitas matahari maka arus hubung singkat juga semakin besar.

E. Pengujian Modul Pengisian Baterai

Pengujian pengisian baterai bertujuan untuk memahami karakteristik dan prinsip kerja baterai pada sistem PLTS, mengetahui tegangan kerja baterai dan pengaruh pengisian baterai terhadap pancaran sinar matahari yang mengenai modul surya. Pengujian dengan spesifikasi baterai yang digunakan ialah 12 V/35 Ah. Skema rangkaian pengujian ditampilkan pada gambar 11.



Gambar 11. Skema Rangkaian Pengujian Pengisian Baterai

Data hasil pengujian pengisian baterai pada hari pertama dan kedua disajikan pada tabel 3 dan tabel 4.

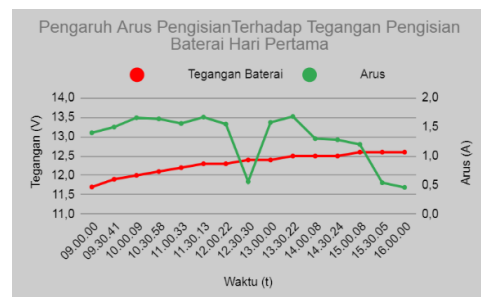
Tabel 3. Data Hasil Pengujian Pengisian Baterai Hari Pertama

Waktu (t)	Tegangan Modul Surya (V)	Arus Modul Surya (A)	Tegangan Baterai (V)	Daya Modul Surya (W)
09.00	13	1,4	11,7	18,2
09.30	13,1	1,5	11,9	19,65
10.00	13,4	1,66	12	22,24
10.30	13,3	1,64	12,1	21,81
11.00	13,2	1,56	12,2	20,59
11.30	13,4	1,67	12,3	22,38
12.00	13,4	1,55	12,3	20,77
12.30	12,8	0,56	12,4	7,17
13.00	13,6	1,58	12,4	21,49
13.30	13,8	1,68	12,5	23,18
14.00	13,5	1,3	12,5	17,55
14.30	13,5	1,28	12,5	17,28
15.00	13,3	1,2	12,6	15,96
15.30	12,8	0,54	12,6	6,91
16.00	12,8	0,46	12,6	5,89

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Pengisian Baterai Hari Kedua

Waktu (t)	Tegangan Modul Surya (V)	Arus Modul Surya (A)	Tegangan Baterai (V)	Daya Modul Surya (W)
09.00	13	1,1	12,6	14,3
09.30	13,3	1,4	12,7	18,62
10.00	13,5	1,32	12,8	17,82
10.31	13,1	1,23	12,8	16,11
11.00	13,1	1,13	12,9	14,8
11.30	13,2	1,25	12,9	16,5
12.00	13,7	1,31	13	17,95
12.30	13,1	1,09	13	14,28
13.00	13,3	1,16	13,1	15,43
13.30	13,3	0,55	13,2	7,32
14.00	13,4	1,15	13,3	15,41
14.30	13,5	0,95	13,4	12,83
15.00	13,5	0,42	13,4	5,67
15.30	13,6	0,38	13,5	5,17
16.00	13,6	0,32	13,5	4,35

Berdasarkan tabel 3 bahwa tegangan baterai dihari pertama terukur dalam kondisi *low* atau kosong sebesar 11.7 V, hubungan tegangan terminal baterai dan arus selama proses pengisian hari pertama disajikan pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pengaruh Arus Pengisian Terhadap Tegangan Pengisian Baterai Hari Pertama

Tegangan terminal baterai meningkat seiring dengan penurunan arus pengisian baterai, kondisi awal dihari pertama bahwa arus yang terukur cukup tinggi naiknya sebesar > 1 A berturut-turut pada 2 jam pengujian, penyebab meningkatnya arus pada awal pengujian karena saat itu kondisi baterai masih dalam kondisi *low*. Pada tabel 3, tegangan terminal baterai terukur sampai 12.6 V sehingga baterai masih perlu dilakukan pengisian. Sehingga pada tabel 4 tegangan terminal baterai dihari kedua relatif lebih stabil peningkatannya dibandingkan dihari pertama karena kondisi baterai saat ini hampir mencapai tegangan penuhnya. Total energi yang diserap oleh baterai dari modul surya dapat diketahui berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 dengan perhitungan daya keluaran modul surya maksimum dinyatakan dalam satuan Wp [5], perhitungannya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 4 berikut.

$$\text{Total Energi} = \Sigma (P.t) \quad (4)$$

$$= 17.82 + 22.24 + 14.8 + 20.59 + 17.95 + 20.77 + 15.43 + 21.49 + 15.41 + 17.55 + 5.67 + 15.96 + 4.35 + 5.89$$

$$= 215.92 \text{ W}$$

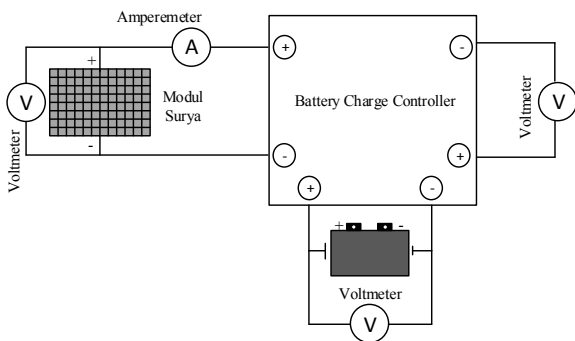
Energi rata-rata yang dihasilkan modul surya per-jamnya ialah

$$= \frac{215.92}{14}$$

$$= 15.43 \text{ Wp}$$

#### F. Pengujian Modul Battery Charge Regulator (BCR)

Pengujian BCR bertujuan untuk menguji keberfungsian dari komponen *charge controller* dalam melindungi komponen sistem PLTS, memahami kondisi tegangan berlebih (*overcharge voltage*), *load reconnect voltage* serta *underdischarge voltage* pada *charge controller*. Skema rangkaian pengujian BCR disajikan pada gambar 13.



Gambar 13. Skema Rangkaian Pengujian BCR

BCR diatur pada tegangan referensi baterai penuh berkisar 13.4-13.6 V bertujuan sebagai *proteksi* baterai jika terjadi *overvoltage* [6]. Data hasil pengujian BCR disajikan pada tabel 5.

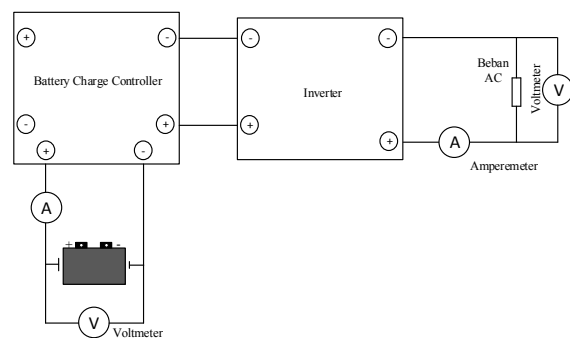
Tabel 5. Data Hasil Pengujian Modul BCR

Waktu (t)	Arus Pengisian (A)	Tegangan Modul Surya (V)	Tegangan BCR (V)	Tegangan Baterai (V)
09.27	0,43	12,5	12,37	12,4
09.40	0,7	12,7	12,69	12,4
10.00	1,67	13,4	13,07	12,7
10.20	1,54	13,2	12,9	12,7
10.40	1,62	13,3	12,93	12,8
11.00	1,65	13,3	12,96	12,8
11.20	1,58	13,3	12,97	12,8
11.44	1,6	13,4	13,03	12,9
12.00	1,56	13,4	13,06	12,9
12.20	0,6	12,9	12,8	13
12.40	1,7	13,1	12,9	13
13.00	1,57	13,6	13,26	13
13.24	1,05	13,2	12,98	13
13.41	1,67	13,8	13,51	13,1
14.00	1,28	13,5	13,23	13,1
14.20	1,23	13,5	13,19	13,1
14.40	1,41	13,6	13,39	13,2
15.00	1,21	13,5	13,26	13,2

Berdasarkan tabel 5, tegangan *output* dari BCR nilainya selalu lebih kecil jika dibandingkan dengan *output* dari modul surya, tegangan modul surya tertinggi yang terukur sebesar 13.8 V sedangkan tegangan *output* terbesar BCR ialah 13.51 V. Nilai tegangan output BCR lebih stabil dibandingkan output dari modul surya dengan jarak nilai maksimal dan minimal tegangan modul surya sebesar 1.3 V, nilai tersebut masih lebih besar jika dibandingkan *output* dari BCR sebesar 1.14 V.

#### G. Pengujian Modul Inverter

Pengujian inverter bertujuan untuk memahami prinsip kerja dan menentukan kapasitas, efisiensi inverter, dan daya yang dibutuhkan inverter ketika dibebani. Skema rangkaian pada pengujian inverter ditampilkan pada gambar 14.



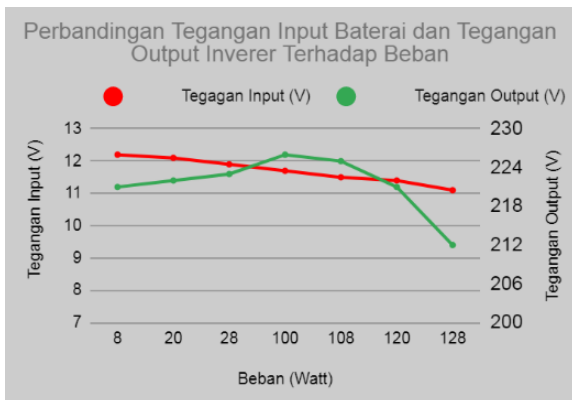
Gambar 14. Skema Rangkaian Pengujian Inverter

Berdasarkan gambar 14, adapun beban AC yang digunakan meliputi lampu berdaya 8 w, 20 w, dan lampu sorot berdaya 100 w. Modul pengujian ini tidak menggunakan modul surya sebagai catu daya utama melainkan baterai yang akan menjadi penyuplai untuk inverter pada sistem PLTS. Adapun data hasil pengujian inverter disajikan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Modul Inverter

Beban (W)	Input		Output				PF
	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Daya (W)	Freq (Hz)	
8	12,2	0,35	221	0,06	1,45	50	0,11
20	12,1	0,56	222	0,05	4,08	50	0,34
28	11,9	0,71	223	0,06	6,12	50	0,49
100	11,7	1,51	226	0,14	28,12	50	0,91
108	11,5	1,63	225	0,13	27,45	50	0,9
120	11,4	1,77	221	0,14	27,61	50	0,92
128	11,1	5,69	212	0,12	22,48	50	0,89

Tabel 6 menampilkan bahwa pengaruh perbandingan dari tegangan baterai yang merupakan *input* dari inverter dan tegangan keluaran inverter berupa arus AC terhadap beban yang diberikan ditampilkan pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik Perbandingan Tegangan Input Baterai dan Tegangan Output Inverter Terhadap Beban

Berdasarkan gambar 15, tegangan keluaran inverter mengalami penurunan seiring dengan pertambahan beban yang terukur pada alat ukur sementara tegangan dari baterai juga mengalami hal serupa karena semakin besarnya beban yang diberikan. Beberapa faktor yang mempengaruhi penurunan tegangan inverter salah satunya pertambahan beban besar dan juga pengondisian baterai sumber. Kondisi pada inverter berfungsi dengan baik setelah diujikan karena kestabilan tegangan yang diberikan sesuai dengan standar PLN sebesar 230 VAC +5% dan -10% untuk tegangan pengoperasian pembebanan komponen listrik yang memerlukan arus AC dan sesuai dengan spesifikasi inverter Rata-rata dari tegangan pada pengujian ialah sebesar 221 V.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dana analisis rancangan modul trainer PLTS maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komponen yang terangkai pada modul trainer diantaranya modul surya 50Wp dan baterai 12 V/35 Ah energi maksimum yang dibangkitkan modul surya hanya sebesar 15.34 Wp dengan lama pengisian baterai 14 jam.

2. Modul trainer PLTS terdapat modul pengujian yang dapat digunakan untuk mendukung media pembelajaran, ialah modul karakteristik modul surya, modul pengisian baterai, modul *battery charge controller (BCR)*, dan modul daya tahan baterai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya” Skripsi ini disusun sebagai syarat menyelesaikan program Diploma IV Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pegawai, staf, dan dosen Program Studi D4 Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang Akhir Peneliti mengharapkan semoga skripsi ini dapat berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi kita semua.

## REFERENSI

- [1.] Boedoyo, M. S. (2012). Potensi Dan Peranan PLTS Sebagai Energi Alternatif Masa Depan Di Indonesia. *Sains dan Teknologi Indonesia Vol 14 No.2*, 148.
- [2.] Dewi, A. Y., & Antonov. (2013). Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Suplai Cadangan Pada Laboratorium Elektro Dasar di Institut Teknologi Padang. *Jurnal Teknik Elektro Volume 2 No.3*, 25.
- [3.] Haerurrozi, Natsir, A., & Sultan. (n.d.). Analisis Unjuk Kerja PLTS On-Grid di Laboratorium Energi Baru Terbarukan (EBT) Universitas Mataram. 5.
- [4.] Alfanz, R., K, F. M., & Haryanto, H. (2015). Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTS-PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal. *SETRUM*, 38.
- [5.] Haryanto, A., Dahlan, A., & Kodir, A. (2015). Pemanfaatan Inverter Sistem Off Grid Pada Pembangkit Listrik Tenaga Matahari. *Elektrokrisis Vol.4 No.1*.
- [6.] Hidayat, R., Zuraidah, Fadil, J., Firdaus, M., Mursalin, M., Ridwan, M., & Rizki, M. (2017). Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Aplikasi Beban Rendah (600 W). *INTEKNA*, 35.