

## POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK STASIUN PENGAMAT GUNUNG API RINJANI

<sup>1)</sup>Isroq Bahanudin Naksabandi, <sup>2)</sup>Nurmiati Pasra, <sup>3)</sup>Masbah RT. Siregar

<sup>1)2)</sup> Sekolah Tinggi Teknik PLN ,

<sup>3)</sup> Institut Sains dan Teknologi Nasional  
-mail; [mrtsiregar2012i@yahoo.co.id](mailto:mrtsiregar2012i@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Perencanaan ini didasari dengan kebutuhan listrik yang harus kontinyu yang disalurkan pada pos pengamat gunung Rinjani, hal ini dikarenakan kebutuhan listrik sangat penting dalam melihat pergerakan dari gunung api tersebut. Potensi sel surya yang direncanakan untuk PLTS untuk disalurkan pada pos pengamatan gunung api Rinjani adalah untuk beban sebesar 15 kWh. Untuk pembebanan yang demikian maka digunakan PLTS yang terdiri dari komponen panel surya sebanyak 16 panel dengan kapasitas 200 Wp, dan untuk *solar charger controller* (SCC) yang digunakan sebanyak 2 buah dengan masing-masing SCC digunakan untuk 8 panel surya. Sedangkan untuk baterai yang digunakan sebanyak 8 buah dengan masing-masing baterai memiliki energi sebesar 2,4 kWh, lalu untuk *inverternya* menggunakan *inverter* dengan daya sebesar 2650 W. Untuk perencanaan ini dikatakan layak melihat dari *performance ratio* yang dihasilkan sebesar 85%. Hasil dari perancangan ini diharapkan menjadi acuan bagi calon pengguna maupun praktisi listrik agar diperoleh kesesuaian antara kebutuhan energi, dan kualitas yang baik.

*Kata kunci : Gunung Api, perencanaan, PLTS*

### ABSTRACT

*This planning is based on the need for electricity that must be non-stop which is distributed at the post observation of Mount Rinjani, this is because the need for electricity is very important in seeing the movement of the Volcano. This plan with planned load of 15 kWh. For such loading, 16 solar panels are used with a capacity of 200 Wp, and for solar charger controller (SCC) used 2 pieces with each Solar Charge Controller used for 8 solar panels. As for the battery used as many as 8 pieces with each battery has an energy of 2.4 kWh, then for the inverter using an inverter with a power of 2650 W. For this planning is calculated from the performance ratio produced by 85%. The results of this design is expected to be a reference for prospective users and practitioners of electricity in order to obtain a suitability between energy needs, and and good quality.*

*Keyword : Volcano, planning, Solar Power Plant*

### PENDAHULUAN

Sumber daya alam yang merupakan sumber energy baru dan terbarukan, di lain hal daerah yang terpencil dan lokasi atau instalasi penting yang membutuhkan energi yang dapat disuplai secara kontinyu setiap saat. Potensi energy surya merupakan sumber energi alternatif yang tepat sebagai penyuplai energy untuk stasiun pengamatan gunung api. Desain untuk menggunakan Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Stasiun Gunung api yang pada umumnya berlokasi pada daerah terpencil dan terkendala pada system jaringan transmisi dan distribusi maupun transportasinya. Inovasi untuk penggunaan PLTS pada pos pengamatan gunung api ini akan di bahas dalam paper ini. Tujuan penulisan paper ini untuk bahan kajian potensin menggunakan PLTS pada stasiun pengamatan gunung api pada umumnya dan dan sebagai contoh untuk ini dipilih. Stasiun Pengamatan Api di gunung Rinjani, di propinsi Nusa Tenggara Barat yang tingkat rasio kelistrikkannya masih sebesar 70-90% saja.

### STUDI LITERATUR.

Lokasi gunung api Rinjani berada dipulau Lombok, Propinsi Nusa Tenggara barat yang berada pada koordinat 8°25' LU dan 116° 28' BB/ 8,417° LS 116,467° BT yang dapat dilihat pada gambar 1, Stasiun pengamat gunung api Rinjani Badan

*Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018*

Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Pos Keamanan Gunung Api berada di jalan Raya Sembalun Desa Sembalun Kec. Sembalun Kab. Lombok Timur NTB.



Gambar 1. Peta Gunung Rinjani, di Pulau Lombok, Propinsi Nusa Tenggara barat

Hasil pengamatan data dari lokasi ini pada tahun 2017 diperoleh data irradiasi surya dilokasi Gunung Rinjani ini ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1 : Data irradiasi surya dilokasi Gunung Rinjani 2017

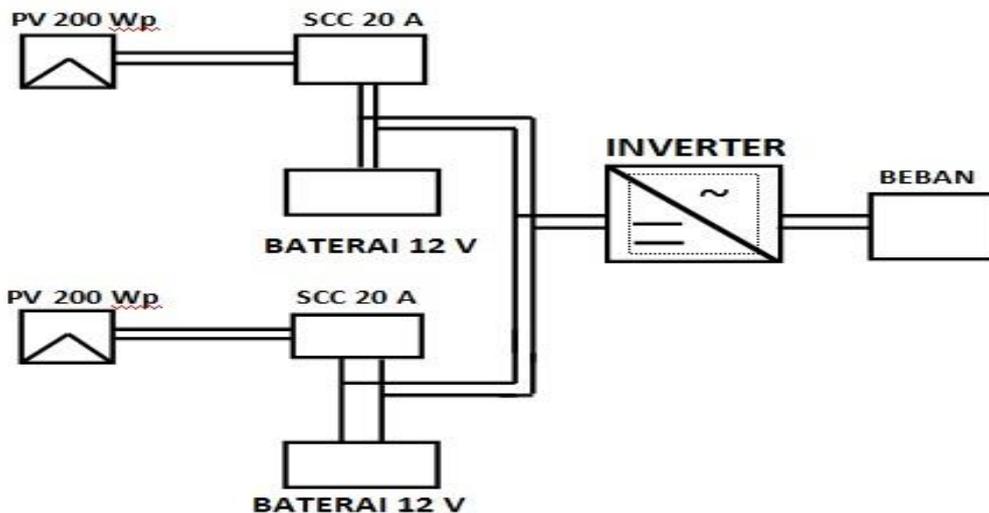
BULAN	IRADIAN ( $Wp/M^2$ )	TEMPERATURE (°C)	
		Minimum	Maksimum
Januari	5.27	27.2	28.1
Februari	6.09	26.9	28.0
Maret	6.81	27.5	28.7
April	6.95	28.7	30.0
Mei	6.12	29.3	30.4
Juni	5.15	29.3	30.2
Juli	5.14	28.8	29.8
Agustus	5.30	28.7	29.7
September	5.29	28.7	29.6
Oktober	5.13	28.7	29.6
November	4.79	28.5	29.4
Desember	4.71	27.9	28.7

Dalam disa ini dibatas I untuk kapasitas listrik untuk mensuplai peralatan utama dalam memonitor kegiatan gunung api tetap berjalan secara normal. Peralatan utama yang akan disuplai adalah alat-alat listrik, jumlahnya dan durasi pemakaian serta perhitungan daya peralatan yang dibutuhkan serta total energy yang dibutuhkannya dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Peralatan utama di Stasiun Pengamatan Gunung Api Rinjani dan Total daya listrik kebutuhannya.

NO	ALAT-ALAT LISTRIK	JUMLAH	JAM PEMAKAIAN	DAYA	TOTAL
1	Lampu	15 Buah	10 jam	18 watt	2700 Wh
2	Komputer	1 Buah	24 jam	400 watt	9600 Wh
3	Discriminator	1 Buah	24 jam	46 watt	1104 Wh
4	Radio box	1 Buah	24 jam	1 watt	24 Wh
5	Seismograf	1 Buah	24 jam	10 watt	240 Wh
6	Modem Vsat	2 Buah	24 jam	5 watt	240 Wh
7	Printer	1 Buah	1 jam	0,8 watt	0,8 Wh
8	Televisi	1 Buah	7 jam	55 watt	385 Wh
9	Pemanas air	1 Buah	6 jam	350 watt	2100 Wh
10	Pompa air	1 Buah	5 jam	280 watt	1400 Wh
11	Keperluan lain	-	5 jam	50 watt	250 Wh
<b>TOTAL</b>				<b>1472,8 Watt</b>	<b>18,0438 kWh</b>

Sistem Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang akan digunakan adalah system *Off Grid* dengan beban yang dipilih hanya untuk peralatan utama. Tetapi system ini tetap dapat melakukan tugas pengamatan secara tetap tanpa gangguan dan mengurangi fungsinya. Setelah melakukan perhitungan Total beban energi (kWh) maka dipilih sistem off grid maka dilakukan perhitungan, pemilihan komponen, serta skema akan dipakai. Skema rangkaian yang telah dipilih berdasarkan spesifikasi komponen yang akan dipakai digambarkan dalam gambar 1

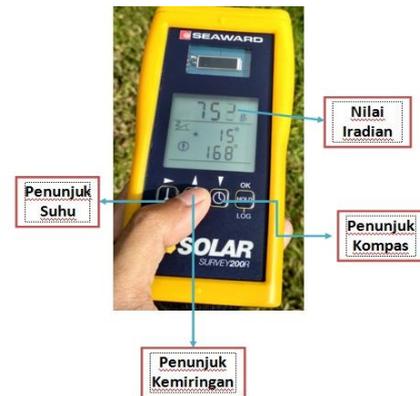


Gambar 2. Skema komponen-komponen dalam rangkaian PLTS

Pemilihan komponen diutamakan yang bersifat komersial, mudah perawatannya dan tidak sukar diperoleh. Komponen komponen PLTS ini berupa Panel Surya, Inverter, Baterai beserta peralatan penunjangnya dapat dilihat dalam gambar 2.

Dalam mendisain ini terlebih dahulu dilakukan pengukuran irradiansi kemiringan dan suhu serta arah matahari dengan alat pyranometer, pengukuran dilakukan pada saat matahari mulai terbit hingga terbenam dalam selang waktu setiap jamnya selama sehabian. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 2.

JAM	JUMAT, 27 APRIL 2018		SABTU, 28 APRIL 2018		AHAD, 29 APRIL 2018	
	SUHU	IRADIAN	SUHU	IRADIAN	SUHU	IRADIAN
7:00	21 °C	368 Wp/M <sup>2</sup>	24 °C	311 Wp/M <sup>2</sup>	28 °C	209 Wp/M <sup>2</sup>
8:00	33 °C	772 Wp/M <sup>2</sup>	30 °C	504 Wp/M <sup>2</sup>	31 °C	562 Wp/M <sup>2</sup>
9:00	30 °C	436 Wp/M <sup>2</sup>	31 °C	984 Wp/M <sup>2</sup>	39 °C	766 Wp/M <sup>2</sup>
10:00	29 °C	522 Wp/M <sup>2</sup>	33 °C	1064 Wp/M <sup>2</sup>	40 °C	1042 Wp/M <sup>2</sup>
11:00	25 °C	219 Wp/M <sup>2</sup>	33 °C	357 Wp/M <sup>2</sup>	43 °C	1200 Wp/M <sup>2</sup>
12:00	30 °C	1285 Wp/M <sup>2</sup>	23 °C	105 Wp/M <sup>2</sup>	25 °C	0 Wp/M <sup>2</sup>
13:00	39 °C	1314 Wp/M <sup>2</sup>	25 °C	128 Wp/M <sup>2</sup>	20 °C	0 Wp/M <sup>2</sup>
14:00	34 °C	1173 Wp/M <sup>2</sup>	24 °C	180 Wp/M <sup>2</sup>	20 °C	0 Wp/M <sup>2</sup>
15:00	24 °C	204 Wp/M <sup>2</sup>	23 °C	116 Wp/M <sup>2</sup>	20 °C	136 Wp/M <sup>2</sup>
16:00	23 °C	128 Wp/M <sup>2</sup>	23 °C	115 Wp/M <sup>2</sup>	28 °C	589 Wp/M <sup>2</sup>
17:00	27 °C	117 Wp/M <sup>2</sup>	23 °C	120 Wp/M <sup>2</sup>	28 °C	119 Wp/M <sup>2</sup>
18:00	24 °C	- Wp/M <sup>2</sup>	22 °C	0 Wp/M <sup>2</sup>	26 °C	0 Wp/M <sup>2</sup>



Gambar 3. Data hasil pengukuran menggunakan pyranometer

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan Beban .

Daya kebutuhan beban listrik untuk peralatan utama terutama untuk pengamatan adalah 65% dari total beban daya keseluruhannya yaitu  $65\% \times 18,0438 = 11,7 \text{ kW}$ . Untuk kebutuhan beban ini maka dilakukan perhitungan sehingga dibutuhkan jumlah panel surya 11,7 kW dibagi 200 Wp dan setelah dibulatkan menjadi 16 panel surya. Kebutuhan area yang dibutuhkan oleh panel surya dihitung dari rumus

$$P_{V \text{ area}} = \frac{E_1}{G_{av} \times \eta_{PV} \times T_{CF} \times \eta_{out}} \tag{1}$$

$E_1$  adalah beban yang akan disuplai (W)  $G_{av}$  adalah insolasi matahari ( $W/m^2$ ),  $\eta_{PV}$  adalah efisiensi panel (%),  $T_{CF}$  adalah suhu rasio (*temperature correct factor*) dan  $\eta_{out}$  adalah efisiensi inverter. Untuk peralatan Pos pengamatan gunung Rinjani yang membutuhkan beban 11,37 Kwh maka perlu dilihat spesifikasi peralatan alat yang yang dibutuhkan. Dengan ketetapan konstanta yang diukur maka diperoleh besaran besaran  $G_{av}=471 \text{ Kwh}/m^2$ ,  $\eta_{PV} = 0.153$ ,  $T_{CF} = 0.91$  dan  $\eta_{out} = 0.9$  Untuk menghitung daya yang dibutuhkan untuk dibangkitkan oleh panel surya maka dengan rumus

$$P_{watt \text{ peak}} = \text{area array} \times PSI \times \eta_{PV} \tag{2}$$

maka diperoleh perhitungan daya dengan luas area 20 m<sup>2</sup> sebesar

$$P_{watt \text{ peak}} = 20 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ W}/m^2 \times 0,153 = 3060 \text{ W}$$

Dari hasil perhitungan yang menghasilkan daya sebesar 3060 W adalah maka daya yang tersebut akan dapat dibangkitkan dari sejumlah panel-panel surya. Jika yang akan dipakai adalah panel surya dengan *daya peak watt* sebesar  $P_{watt \text{ peak}} = 200 \text{ Wp}$  untuk setiap panel surya, makadari hasil perhitungandiperoleh jumlah panel adalah  $3060 \text{ W}/200\text{W} = 15.3$  yang dapat dibulatkan menjadi 16 buah panel surya.dengan spesifikasi 200 Wp.pr panel

#### Susunan rangkaian komponen PLTS

Daya yang dihasilkan oleh 16 buah panel surya ini akan disusun dalam rangkaian panel surya akan untuk menyesuaikan tegangan dan arus listrik yang akan diberikan pada baterai melalui SCC. Rangkain panel surya ini dibagikan menjadi 2

array dengan masing-masing akan digunakan untuk 8 panel surya sehingga setiap array terdiri dari rangkaian seri 4 panel surya dan dengan setiap rangkaian seri mengandung rangkaian parallel 2 panel surya. Besar keluaran arus dan tegangan setiap array yang akan dihasilkan dari tegangan listrik seri 4 panel surya sebesar untuk setiap parallel 24.6 volt akan menghasilkan 98.4 V dengan arus sebesar  $8.14 \times 2 \text{ A} = 16.28 \text{ A}$ .

Dalam penentuan spesifikasi *Solar Charge Controller* (SCC) yang dipilih, maka dibutuhkan yang memiliki kapasitas yang lebih besar dari tegangan dan arus tersebut, sehingga dipilih spesifikasi SCC yang tepatnya yaitu berupa 2 buah SCC dengan kapasitas tegangan masing-masing maksimal sebesar 100V DC dan arus sebesar 20 A, SCC ini akan mengeluarkan tegangannya sebesar 12 V/24V/32V yang akan mengisi baterai. Dalam penentuan jumlah baterai untuk energy yang dibutuhkan sebesar 11,7 kWh, maka telah dirancang untuk baterainya dengan kapasitas sebesar 15 kWh. Penentuan jumlah baterai yang direncanakan telah dipilih dengan tegangan 12 V dan 200 Ah sehingga energi yang dapat disimpan 2400 Wh. Dengan memperhitungkan juga penggunaan baterai hanya 80% dari total energy baterai tersebut maka untuk 15000 Wh dengan energy setiap baterai hanya 2400 Wh. Hasil perhitungan untuk jumlah baterai yang dibutuhkan untuk mensuplai adalah  $15000 \text{ Wh} / \{(0.8)(2400)\} = 7.8125$  yang dibulatkan menjadi 8 buah baterai.

Dalam penentuan inverter yang akan digunakan dengan spesifikasi lain yang dibutuhkan adalah tegangan, arus keluaran inverter. Spesifikasi spesifikasi inverter yang memenuhi persyaratan dengan tegangan yang harus lebih besar dari tegangan minimal keluaran material tersebut maka digunakan inverter dengan interval tegangan sebesar 50V- 360 V. Hasil Pemilihan spesifikasi panel surya, baterai, SCC dan inverter ditunjukkan dalam gambar 4 dibawah ini



Gambar 5 Spesifikasi Panel Surya

<i>Power ( Pmax )</i>	: 200 Watts
<i>Power Tolerance</i>	: 0 ~+ 3%
<i>Open Circuit Voltage ( Voc )</i>	: 29.8 V
<i>Short Circuit Current ( Isc )</i>	: 8.73 A
<i>Maximum Power Voltage ( Vmp )</i>	: 24.6 V
<i>Maximum Power Current ( Imp )</i>	: 8.14 A
<i>Maximum System Voltage</i>	: 360 V
<i>Efficiency</i>	: 13,5%
<i>Solar Cells</i>	: Polycrystalline
<i>Mechanical Properties</i>	
<i>Dimensions (L×W×H / mm)</i>	: 1320x990x35
<i>Weight (Kgs)</i>	: 13.6
<i>Solar Cells</i>	: Polycrystalline
<i>156x156 mm</i>	



Gambar 3.4 Inverter SMA Sunnyboy

Technical data	Sunny Boy 3000TL
<b>Input (DC)</b>	
Max. DC power ( @ cos φ = 1 )	3200 W
Max. input voltage	750 V
MPP voltage range / rated input voltage	175 V ... 500 V/400 V
Min. input voltage / initial input voltage	125 V / 150 V
Max. input current input A / input B	15 A / 15 A
Max. input current per string input A / input B	15 A / 15 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A:2; B:2
<b>Output (AC)</b>	
Rated power ( @ 230 V, 50 Hz )	3000 W
Max. apparent AC power	3000 VA
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 280 V
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V
Max. output current	16 A
Power factor at rated power	1
Displacement power factor, adjustable	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited
Feed-in phases / connection phases	1 / 1
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency / European weighted efficiency	97 % / 96 %
<b>Protective devices</b>	
DC disconnect device	●
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	1 / III
<b>General data</b>	
Dimensions (W/H/D)	490 / 519 / 185 mm

<p>No. of Cells : 48 (6x8)                  Glass : 3.2mm low-iron tempered glass                  Frame : Anodized aluminum alloy                  Junction box : IP 65 above, 3 bypass diodes                  Cables : 4mm<sup>2</sup>, length 1000mm                  Connectors : IP67, MC4 compatible</p> <p>(Harga = Rp. 2.300.000/Pcs )</p>	
---	--

a)

b)



Gambar 3.6 Solar Charger Controller



Gambar 3.4 Baterai VRLA Gel

	Keterangan
<b>Spesifikasi</b>	
Nominal System Voltage	12V/24V auto work
Rated Battery Current	20A
Rated Load Current	20A
Maximum Battery Voltage	24V
Max. Solar Input Voltage	150V DC
Dimension (mm)	171 x 121 x 100
Weight (Kg)	0.99
Enclosure	IP30

**Dimensions**

Length : 500 mm  
 High : 220 mm  
 Total height : 245 mm  
 Voltage : 12 V  
 Capacity : 200Ah  
 Weight : 55 kg  
 Terminal size : T20  
 Terminal type : L



c) d)  
**Gambar 4.** Komponen a) panel surya Panel Surya 200 Wp, b) baterai, Baterai 12V/200Ah  
 c). SCC Solar Charge Controller (SCC) 12V/24V dan d) Inverter Inverter 3200 W

#### Perhitungan Kelayakan Teknis (*Performance Ratio*)

Untuk mengetahui keandalan perencanaan ini maka telah dilakukan perhitungan *Performance Ratio* yaitu perhitungan energi yang dihasilkan untuk waktu satu tahun lamanya dan bila hasilnya berkisar antara 70 -90 %, maka *Performance Ratio* nya dikatakan layak.

Hasil perhitungan ini diberikan dari perhitungan *Energi Yield* yang diberikan selamasatu tahun dapat dihitung dengan langsung dari efisiensi sel surya  $(15,3) \times 365 \text{ KWh/tahun} = 5.552.000 \text{ KWh/tahun}$  dan *Energy Ideal* yang merupakan energi dihasilkan maksimum oleh 16 panel surya selama setahun adalah  $16 \times 200 \times 365 \times 2029.4 \text{ KWh/tahun} = 6.494.080 \text{ KWh/tahun}$ .

*Performance Ratio* merupakan perbandingan *Energi Yield* dan *Energy Ideal* masing-masing pertahun sehingga diperoleh hasilnya adalah  $5.552.000/6.694.080 = 0.85$  atau 85 %. Nilai ini masih berada pada interval kelayakan teknis yang ditentukan yaitu antara 70 sampai 90 %

### KESIMPULAN

1. PLTS yang dibangun menggunakan konfigurasi system *Off-Grid*. Beban daya yang dipakai di Pos Pengamatan Gunung Rinjani sebesar 18,3kWh tapi yang khusus direncanakan hanya untuk peralatan-peralatan utama saja sebanyak 65%. dari daya yang dipasang di stasiun pengamat gunung api Rinjani.
2. PLTS ini diencanakan untuk mensuplai peralatan-peralatan utama yang digunakan pada pos pengamatan gunung Rinjani yaitu, komputer, *Discriminator*, *radio box*, *seismograf*, dan *modem Vsat 2*.
3. Hasil perencanaan dengan perhitungan dalam rangkaian dalam skema PLTS membutuhkan jenis dan jumlah komponen sistem PLTS yang diperlukan adalah satu *Inverter sunny boy*, panel surya sebanyak 16 buah dengan kapasitas masing-masing 200 Wp, baterai VRLA gel sebanyak 8 buah baterai dengan kapasitasnya 1200 Wh.
4. Susunan rangkaian untuk pemasangan 16 panel surya hanya membutuhkan 2 array dengan 2 dipasang parallel dan 4 dipasang seri.
5. Perhitungan tingkat kelayakan *Performance Ratio* PLTS ini memberikan tingkat kelayakan teknis yang cukup baik yaitu 85 %.
6. Teknologi PLTS ini dapat digunakan dalam keadaan yang kontinyu dan darurat yang tidak bergantung pada bahan bakar minyak (BBM) dan dapat beroperasi secara mandiri tanpa membutuhkan sumber energi lainnya, Potensi PLTS yang direncanakan untuk untuk pos pengamatan gunung Rinjani ini merupakan studi contoh kasus yang akan dapat dikembangkan di pada gunung api lainnya terutama pada daerah terpencil.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Datasheet PV Module, [www.jSkysolar.co.id](http://www.jSkysolar.co.id). Diunduh tanggal 17 April 2018
- [2]. Datasheet Inverter, [www.sunnyboyinverter.co.id](http://www.sunnyboyinverter.co.id). Diunduh tanggal 15 April 2018.
- [3]. Marsudi, Djiteng. 1995. *Energi* edisi kedua. Jakarta: Erlangga.
- [4]. Saputra, Ridwan. 2018 “*Perancangan Sistem PLTS Off Grid Rooftop Di Kantor Kecamatan Bintan*” Sekolah Tinggi Teknik-PLN, Jakarta.
- [5]. Lenkey, Roy. 2018 “*Perancangan Sistem Pendingin (Cold Storage) Pada Kapal Nelayan Pulau Seliu*” Sekolah Tinggi Teknik-PLN, Jakarta.
- [6]. Imaduddin, Gindo. 2018 “*Perancangan Sistem PLTS On Grid Dengan Kapasitas 30 Kwp Di Taman Wisata Angke Kapuk*” Sekolah Tinggi Teknik-PLN, Jakarta.
- [7]. PT. Surya Energi Indotama. 2012. *Dokumen Modul Training Pusat Listrik Tenaga Surya*. Bandung.

*ISBN 978-602-99040-7-9*

*Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018*