

## ANALISIS EFISIENSI PADA RANCANG BANGUN SOLAR HOME SYSTEM

Indra Viantus<sup>(1)</sup>, Hendro Priyatman<sup>(1)</sup>, Ayong Hiendro<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email : [indraviantus@gmail.com](mailto:indraviantus@gmail.com)

### ABSTRAK

Kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia makin berkembang dan menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari. Seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi, persediaan energi konvensional saat ini berarti terjadi penambahan pemakaian persediaan energi fosil dan meningkatnya emisi dari gas yang bahaya untuk lingkungan. Sumber minyak dunia akan habis, dengan demikian perlu adanya energi alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan menggunakan energi yang dapat diperbaharui. Ada beberapa sumber yang dapat diperbaharui yang tersedia dimana dapat digunakan dalam skala besar untuk menghasilkan listrik di daerah terpencil dimana jaringan listrik tidak tersedia. Yang termasuk dalam tipe ini antara lain sinar matahari, angin, panas bumi, air, dan lain-lain.

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik, serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat penyediaan energi listrik dalam skala nasional. Indonesia khususnya untuk wilayah Kalimantan Barat masih banyak daerah – daerah yang belum ada jaringan listrik, maka dari itu pemanfaatan sumber energi sinar matahari inilah yang biasa dijadikan sumber energi alternatif.

Masalah dalam pemanfaatan energi matahari terletak pada faktor cuaca dan waktu pergantian siang dan malam, sehingga perolehan energi matahari menjadi energi listrik terbatas dalam penyuplaiannya. Untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik perlu diketahui beban pemakaian bebannya untuk

merancang dan membuat SHS. Maka dengan adanya SHS yang memiliki kestabilan dan keterkendalian diharapkan akan mensuplai energi listrik sesuai dengan beban pemakaiannya.

Dari hasil pembahasan di dapat efisiensi SHS ini berdasarkan pengukuran selama 5 hari 60 jam dengan masing – masing perhari dilakukan pengukuran selama 12 jam. Didapat efisiensi modul surya 15% dan efisiensi solar charge controller 16%.

**Kata kunci : SHS, komponen SHS, Energi Alternatif, Inverter, Solar Charger Controller**

### ABSTRACT

*Energy needs such as electricity in Indonesia is growing and becoming an indispensable part of everyday life needs that must be met. Along with the rapid increase in development in the field of technology, industry and information.*

*The current conventional energy supplies have a definition of the addition the use of fossil energy supplies and increasing emissions of gases that can harm the environment. World's oil resources will be exhausted at a certain time is thus the need for alternative energy to meet current needs and using renewable energy.*

*There are several renewable resources that can be a solution in a large scale usage to generate electricity in remote areas where the electricity grid is not available. It include sunlight, wind, geothermal, hydro, and other renewable energy sources.*

*The geographical condition of Indonesia which consists of islands and resulted in widely scattered centers are not equivalent electrical load, low levels of demand for electricity in some areas, the high marginal cost of electric energy supply system construction. In addition the limited financial capabilities, are all factors*

*inhibiting the provision of electrical energy on a national scale.*

*Indonesia especially for the region of West Kalimantan, there are still many areas that have not been electrified, and therefore the utilization of the energy of sunlight can be used as an alternative energy source.*

*Problems in the utilization of solar energy lies in changing weather conditions and patterns of day and night, so the acquisition of solar energy into electrical energy is limited in its supply. To convert solar energy into electrical energy needs to be measured usage charges to design and create a Solar Home System.*

*So with the SHS that have optimal stability and is expected to supply electrical energy in accordance with the load use.*

*From the analysis of the research on SHS efficiency can be based measurement for 5 days 60 hours per day level was measured for 12 hours. Obtained 15% efficiency solar modules and solar charge controller efficiency of 16%.*

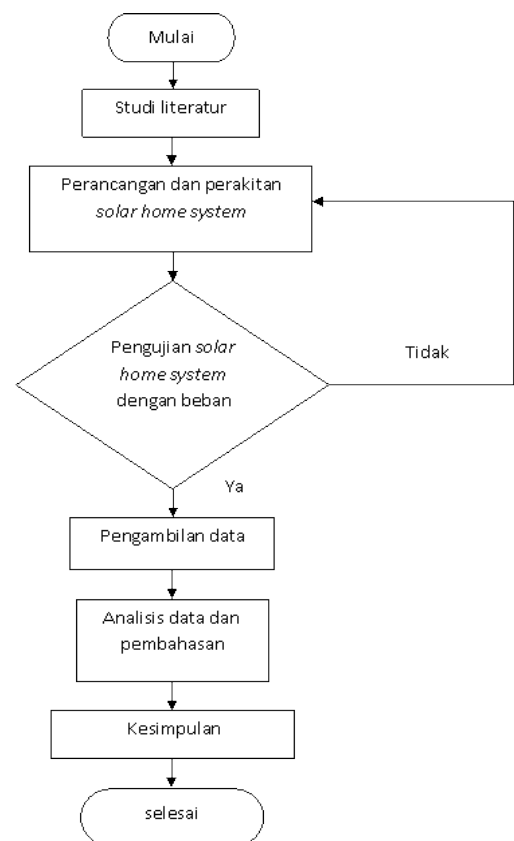
## 1. PENDAHULUAN

Merupakan menjadi suatu kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia, makin berkembang dan menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari. Seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. persediaan energi konvensional saat ini berarti terjadi penambahan pemakaian persediaan energi fosil dan meningkatnya emisi dari gas yang bahaya untuk lingkungan.

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik, serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat penyediaan energi listrik dalam skala nasional. Indonesia khususnya untuk wilayah Kalimantan Barat masih banyak daerah – daerah yang belum ada

jaringan listrik, maka dari itu pemanfaatan sumber energi sinar matahari inilah yang biasa dijadikan sumber energi alternatif.

Masalah dalam pemanfaatan energi matahari terletak pada faktor cuaca dan waktu pergantian siang dan malam, sehingga perolehan energi matahari menjadi energi listrik terbatas dalam penyuplaiannya. Untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik perlu diketahui beban pemakaian bebannya untuk merancang dan membuat *solar home system* (SHS). Maka dengan adanya SHS yang memiliki kestabilan dan keterkendalian diharapkan akan mensuplai energi listrik sesuai dengan beban pemakaiannya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2. SOLAR HOME SYSTEM

### A. Energi SHS

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas

surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Pemanfaatan panas surya dalam menghasilkan listrik. Listrik tenaga surya memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik. (Ir. Sutarno, M.Sc., 2012).

## B. Komponen SHS

### ▪ Modul Surya

Sel surya atau juga sering disebut *photovoltaic* adalah divais yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai kebumi, walaupun selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem solar thermal.

Sel surya dapat dianalogikan sebagai perangkat dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan hubung singkat arus (*arus short circuit*) dalam skala milliampere per  $\text{cm}^2$ .

$$\text{Modul surya (Wp)} = \frac{\text{Kebutuhan daya (Watt)}}{\text{Lama penyerapan (Jam)}}$$

(<https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya/> 24/05/2016 23:09).

Intensitas cahaya menentukan besarnya daya dari energi sumber cahaya yang sampai pada seluruh

permukaan sel surya. Jika luas permukaan sel surya (A) dengan intensitas tertentu, maka daya input sel surya adalah:

$$P_{in} = J \cdot A$$

Besar daya output sel surya ( $V_{out}$ ) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan *fill factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihubungkan dengan rumus:

$$P_{out} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF$$

Faktor pengisi (*fill factor*, FF) merupakan nilai rasio tegangan dan arus pada keadaan daya maksimum dan tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ) dan arus *short circuit* ( $I_{sc}$ ).

$$FF = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$$

Energi cahaya yang diterima oleh sel surya dapat dirubah menjadi energi listrik semakin besar energi cahaya yang diserap maka semakin besar energi listrik yang dapat dihasilkan. Maka konversi energi inipun memiliki nilai efisiensi di dalamnya. Efisiensi keluaran maksimum ( $\eta$ ) didefinisikan sebagai prosentase keluaran daya optimum terhadap energi cahaya yang digunakan yang ditulis sebagai:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\%$$

### ▪ Solar Charge Controller

*Solar charge controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *solar charge controller* mengatur *over charging* (kelebihan pengisian – karena batere sudah ‘penuh’) dan

kelebihan *Voltase* dari panel surya/*solar cell*.

*Solar charge controller* berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai tersebut, alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu: Proteksi terhadap pengisian berlebih (*over charge*) di baterai, proteksi terhadap pemakaian berlebih (*over discharge*) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik ke modul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan.

- **Baterai**

Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah DC. Ada beberapa jenis baterai/ aki di pasaran yaitu jenis aki basah/konvensional, *hybrid* dan MF (*maintenance free*).

Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah.

$$\frac{\text{Lama pemakaian (Jam)}}{\text{Kapasitas baterai (Ah)}} = \frac{\text{Kebutuhan daya (KWh)}}{\text{KWh}}$$

(<http://www.panelsurya.com/index.php/id/batere/11-batere> 24/05/2016 23:19).

- **Inverter**

*Inverter* adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (*direct current*) menjadi tegangan AC (*alternating current*). Output

suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*Sine Wave Modified*). Sumber tegangan *Input Inverter* dapat menggunakan *Battery*, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. *Inverter* dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa *Step Up Transformer*. (<http://elektronika-dasar.web.id/inverter-dc-ke-ac/> 24/05/2016 23:39)

- **Lampu Pijar**

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan cahaya. Kaca yang membungkus filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.

Di samping memanfaatkan cahaya yang dihasilkan, beberapa penggunaan lampu pijar lebih memanfaatkan panas yang dihasilkan, contohnya adalah pemanas kandang ayam dan pemanas inframerah dalam proses pemanasan di bidang industri. ([https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu\\_pijar](https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar) 27/07/2016 10:53).

- **Kabel listrik**

Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator di sini adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari bahan thermoplastik atau thermosetting, sedangkan konduktornya terbuat dari bahan tembaga ataupun aluminium.

Kabel listrik berdasarkan tegangannya terdiri beberapa kategori, antara lain:

1. Kabel listrik Tegangan Rendah
2. Kabel listrik Tegangan Menengah
3. Kabel listrik Tegangan Tinggi

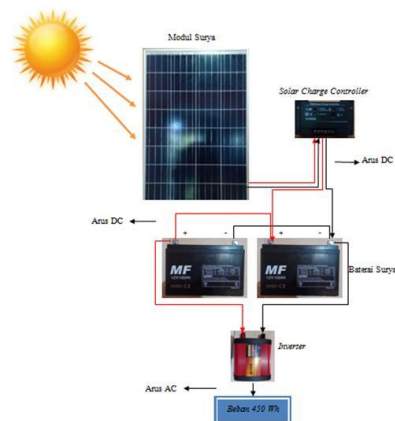
([https://id.wikipedia.org/wiki/Kabel\\_listrik](https://id.wikipedia.org/wiki/Kabel_listrik) <sup>27/07/2016 20:30</sup>)

### 3. PERANCANGAN SOLAR HOME SYSTEM

#### ▪ Komponen-komponen yang Direncanakan

##### - Pemasangan Sistem Energi SHS

Metode pelaksanaan pekerjaan mengikuti jadwal pelaksanaan pekerjaan yang sudah dibuat sebelumnya termasuk perubahan-perubahan jadwal yang terjadi di luar perkiraan sebelumnya selama proses persiapan.



Gambar 2. Sistem Energi SHS

##### - Modul Surya

Alat utama untuk menangkap, perubah dan penghasil listrik adalah *photovoltaic* atau yang disebut secara umum modul surya/ panel *solar cell*. Dengan alat tersebut sinar matahari dirubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif didalam *cell modul* tersebut karena perbedaan electron. Hasil dari aliran elektron-elektron akan menjadi listrik DC yang dapat

langsung dimanfaatkan untuk mengisi baterai/ aki sesuai tegangan dan ampere yang diperlukan.

Modul surya yang digunakan adalah modul surya *polycrystal* berkapasitas 100 Wp sebanyak 2 unit. Rata-rata produk modul surya yang ada dipasaran menghasilkan tegangan 12 s/ d 18 VDC dan ampere antara 0.5 s/ d 7 Ampere. Modul surya juga memiliki kapasitas beraneka ragam mulai kapsitas 10 Watt Peak s/ d 200 Watt Peak, juga memiliki *type cell monocrystal* dan *polycrystal*.



Gambar 3. Modul Surya

##### - Solar Charge Controller

Fungsi dasar dari *solar charge controller* adalah mengoperasikan baterai dalam batas – batas tertentu pengoperasian yang diberikan pabrik dengan memperhatikan kelebihan beban atau pengosongan. *Solar charge controller* dapat membuat atau memelihara secara otomatis.



Gambar 4. Solar charge controller



Gambar 6. Inverter

- **Baterai**  
Baterai yang digunakan adalah baterai sekunder 2 buah baterai MF dengan kapasitas 100 Ah, 12 Volt.



Gambar 5 Baterai

- **Inverter**  
*Inverter* adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC 12 Volt menjadi tegangan AC 220 Volt. Sumber tegangan input *inverter* dapat menggunakan baterai. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC, *inverter* yang digunakan berkapasitas 600 Watt.

#### 4. PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan sistem SHS berdasarkan komponen – komponen SHS dan analisis data SHS yang didapat pada saat pengukuran yang dilakukan.

##### A. Perhitungan dan Pengukuran Serta Analisis SHS

- **Perhitungan**
- **Modul Surya**

Menentukan kapasitas modul surya yang akan dipakai dengan cara mengetahui kebutuhan daya 450 Watt × 2 = 900 Watt, dibagi lama penyerapan energi radiasi matahari yaitu selama 5 jam.

$$\begin{aligned} \text{Modul surya (Wp)} &= \frac{\text{Kebutuhan daya (Wh)}}{\text{Lama penyerapan (Jam)}} \\ &= \frac{900 \text{ Watt}}{5 \text{ Jam}} = 180 \text{ Wp} \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diketahui jumlah modul surya yang dibutuhkan adalah sebanyak 2 unit 100 Wp.

- **Baterai**

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas baterai 12 V, 100 Ah} &= 12 \text{ V} \times 100 \text{ Ah} = 1200 \text{ Wh} \\ \text{Lama pemakaian (Jam)} &= \frac{\text{Kapasitas baterai (Wh)}}{\text{Kebutuhan daya (Wh)}} = \frac{1200 \text{ Wh}}{450 \text{ Wh}} \\ &= 2,66666667 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Jika pemakaian 1 buah baterai menanggung beban 450 Watt selama 2,6666667 Jam, maka untuk pemakai selama kurang lebih 5 jam maka diperlukan 2 unit baterai 12 A, 100 Ah.

- **Solar Charge Controller**  

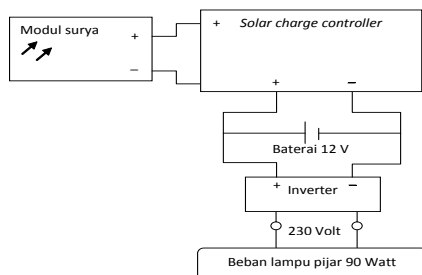
$$\text{Kapasitas arus solar charge controller} = \text{short circuit current} \times 2 \text{ unit baterai}$$

$$= 6.06 \text{ A} \times 2 = 12,12 \text{ A}$$

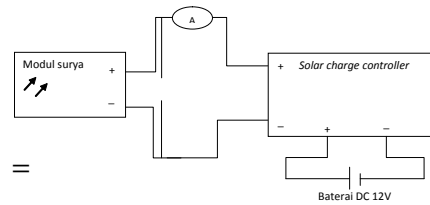
- **Inverter**  
 Untuk menentukan kapasitas *inverter* harus lebih besar dari total beban yang ditentukan, jadi berdasarkan total beban boleh lebih dan tidak boleh kurang dari beban yang akan digunakan. Rentang *inverter* yang akan digunakan dari 600 Watt – 1000 Watt. Gelombang sinus AC yang dihasilkan adalah gelombang sinus tidak sempurna pada saat pengukuran atau tidak sama dengan gelombang sinus yang dihasilkan oleh PLN, ini dikarenakan karakter *inverter* yang digunakan masih perlu penyempurnaan.

**B. Pengukuran**

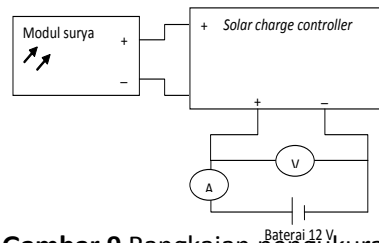
- **Pengukuran dengan beban**  
 Pengukuran dilakukan selama tiga hari mulai tanggal 17 – 21 Juni 2016, yang pertama adalah mengukur tegangan dan arus pengisian ke baterai dari modul surya dan *inverter*. Berikut hasil pengukuran yang dilakukan:



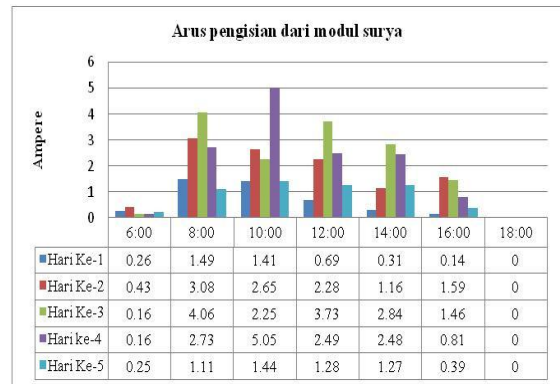
**Gambar 7.** Rangkaian sebelum pengukuran arus dan tegangan pada unit SHS



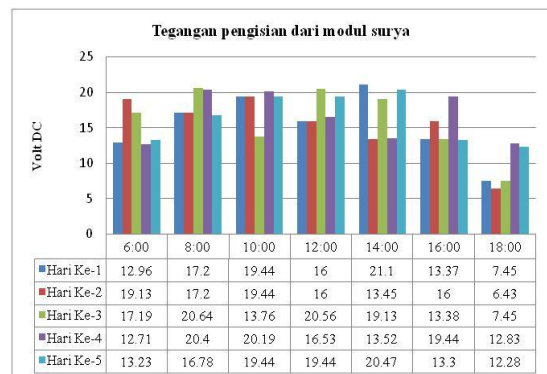
**Gambar 8** Rangkaian pengukuran arus dan tegangan modul surya



**Gambar 9** Rangkaian pengukuran arus dan tegangan solar charger controller

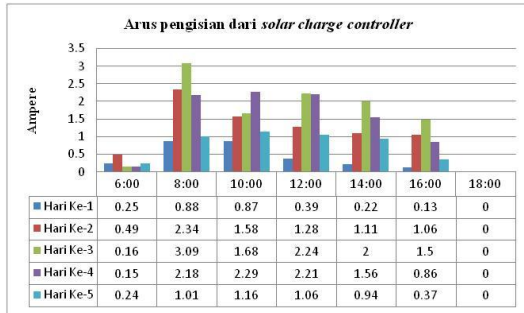


**Gambar 10** Grafik pengukuran arus dari modul surya tanggal 17 – 21 Juli 2016.

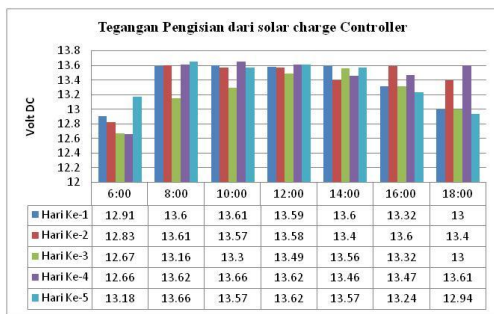


**Gambar 11** Grafik pengukuran tegangan dari modul Surya tanggal 17 – 21 Juli 2016





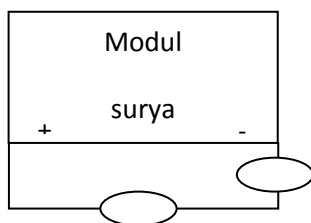
**Gambar 12** Grafik pengukuran arus dari solar charge controller tanggal 17 – 21 Juli 2016.



**Gambar 12** Grafik pengukuran tegangan dari solar charge controller tanggal 17 – 21 Juli 2016.

### C. Analisis Komponen-komponen SHS

- Pengujian dan Analisis Modul Surya



**Gambar 13** Rangkaian pengukuran  $I_{sc}$  dan  $V_{oc}$

Diketahui Nilai  $I_{sc} = 6,06$ ,  $V_{oc} = 22$ ,  $I_{P_{max}} = 5,70$  dan  $V_{P_{max}} = 17,6$  pada unit modul surya dan mengarah pada kondisi standar pengukuran dengan penyinaran  $G = 1000 \text{ W/m}^2$ , pada ketinggian permukaan laut, untuk suhu sel  $T_c = 25^\circ\text{C}$ .

- Pengujian dan Analisis Baterai

**Tabel 1** Data pengamatan rata – rata lampu pijar pada kondisi *on – off* perhari selama 5 jam pemakaian dari baterai

Tanggal	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
Tanpa beban	0	12.81	0.00
(17-07-2016)	8.66	12.81	110.93
(18-07-2016)	8.67	12.12	105.08
(19-07-2016)	8.65	11.4	98.61
(20-07-2016)	8.67	11.36	98.49
(21-07-2016)	8.65	11.47	99.22
(22-07-2016)	8.66	11.15	96.56
<b>Rata-rata perhari</b>	<b>8.66</b>	<b>11.82</b>	<b>102.36</b>

- Pengujian dan Analisis SHS pada Beban dari Inverter

**Tabel 2** Data pengamatan lampu pijar pada kondisi *on – off*

NO	Pengamatan		Waktu	
	Hari	Tanggal	ON	OFF
1	Sabtu	17 Juli 2016	18.00	23.00
2	Minggu	18 Juli 2016	18.00	23.00
3	Senin	19 Juli 2016	18.00	23.00
4	Selasa	20 Juli 2016	18.00	23.00
5	Rabu	21 Juli 2016	18.00	23.00

**Tabel 3** Data pengamatan rata – rata lampu pijar 90 Watt pada kondisi *on – off* perhari selama 5 jam pemakaian dari inverter

Tanggal	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
Tanpa beban	0	231.9	0.00
(17-07-2016)	0.45	229.9	103.46
(18-07-2016)	0.45	229.6	103.32
(19-07-2016)	0.45	229.3	103.19
(20-07-2016)	0.44	229.1	100.80
(21-07-2016)	0.45	228.9	103.01
(22-07-2016)	0.45	228.7	102.92
<b>Rata-rata perhari</b>	<b>0.45</b>	<b>229.63</b>	<b>102.95</b>

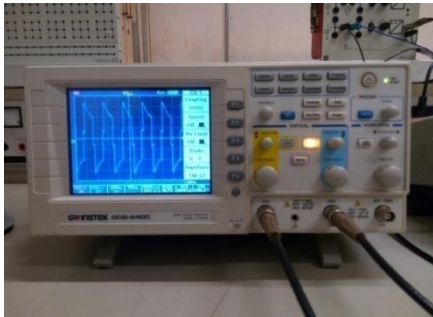




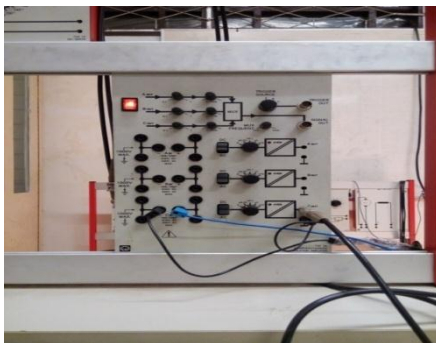
**Gambar 14** Modul surya yang digunakan



**Gambar 15** Solar charge controller, baterai dan inverter



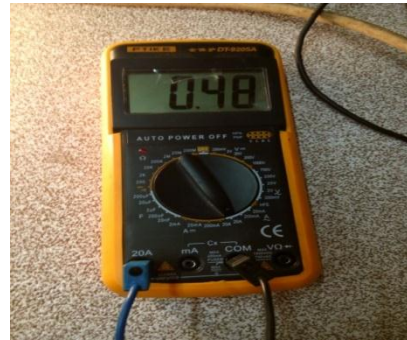
**Gambar 16** Pengukuran output inverter



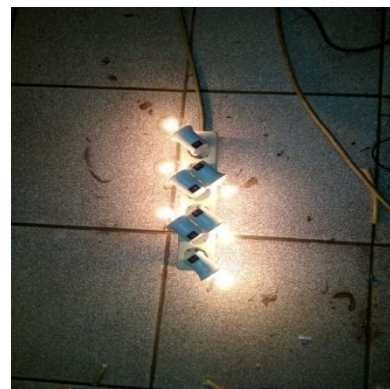
**Gambar 17** Alat kalibrasi tegangan gelombang sinus dari osiloskop



**Gambar 18** Multimeter digital untuk mengukur tegangan AC dan DC



**Gambar 19** Multimeter digital untuk



mengukur arus AC dan DC

**Gambar 20** Beban lampu 15 W  
6 unit

## 5. PENUTUP

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa SHS yang dibangun berfungsi dengan baik dengan rancangan yang telah ditentukan bebannya. Kondisi terbaik pada saat pengisian baterai dari modul surya melalui *solar charge controller* pada saat pukul 10.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB. Modul surya yang digunakan memiliki efisiensi 15% dan 16% pada *solar charge controller* pada saat pengisian baterai. Pada pengisian baterai dari modul surya melalui *solar charge controller* semakin kecil arus maka akan menandakan bahwa baterai akan penuh dan sebaliknya. Efisiensi modul surya

berpengaruh pada system keseluruhan kinerja SHS. Luas permukaan modul surya berpengaruh terhadap pengisian energi listrik pada baterai.

## **B. SARAN**

1. Untuk mendapatkan sebuah SHS yang optimal atau ideal, sebaiknya perlu diketahui terlebih dahulu besaran beban pemakaian yang akan dilayani. Sehingga untuk mendapatkan data-data yang akurat harus digunakan instrumen atau alat ukur yang memiliki presisi yang baik.
2. Untuk memberikan gambaran secara menyeluruh terhadap kondisi intensitas radiasi matahari di Pontianak dan sekitarnya, maka penelitian ini penting untuk dilanjutkan agar diperoleh data tahunan dari bulan Januari hingga Desember. Dengan adanya data-data tersebut maka desain optimal dari SHS yang dirancang dapat sesuai kebutuhannya.
3. Perlu dirancang komponen inverter pengubah arus DC ke AC yang dapat mengeluarkan gelombang sinus AC yang sempurna.
4. Sebaiknya dirancang suatu sistem akuisisi data berbasis Personal Computer (PC) untuk memonitoring kondisi keseluruhan dari unit SHS dan juga dapat digunakan untuk mendapatkan data yang menyeluruh pada pergerakan matahari yang terjadi. Dan juga sebaiknya dilakukan simulasi dengan kondisi berbeda seperti model ketinggian tempat, suhu dan kelembaban, serta parameter lingkungan lainnya.
5. Pemeliharaan SHS ini harus diperhatikan keamanan modul surya terhadap gangguan dan pembersihan terhadap kotoran yang terdapat diatas modul surya

seperti debu, lumut, sampah daun dan kotoran hewan seperti burung yang dapat menghalangi penyinaran matahari.

6. Penelitian ini hendaknya ditindak lanjuti dengan menambah kapasitas daya beban L, C, RLC pada sat pengukuran.
7. Hendaknya dilakukan perhitungan dan pengukuran faktor daya ( $\cos \phi$ ) pada SHS secara berkala.
8. Pada saat pengukuran perlu diperhatikan cara – cara pengukuran agar tidak merusak alat ukur yang digunakan dan komponen – komponen SHS

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Dengan selesainya perancangan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa, kedua orang tua, kedua dosen pembimbing saya yaitu Bapak Hendro Priyatman, ST., MT dan Bapak Ayong Hiendro, ST., MT serta kepada teman-teman Fakultas Teknik 2009 dan semua orang yang telah berperan dalam membantu penelitian yang tidak dapat di ucapkan satu persatu. Harapan saya penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua dan dapat berguna untuk masyarakat sebagaimana mestinya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Ir. Sutarno, M.Sc. 2013. Sumberdaya Energi: Sumber Daya Energi. Yogyakarta: Ruko Jambusari

<https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya>.

<http://www.panelsurya.com/index.php/id/batere/11-batere>

[http://elektronika-dasar.web.id/inverter-dc-ke-ac/70 - 184](http://elektronika-dasar.web.id/inverter-dc-ke-ac/70-184)

[https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu\\_pijar](https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar)

[https://id.wikipedia.org/wiki/Kabel\\_listrik](https://id.wikipedia.org/wiki/Kabel_listrik)