

## PENGARUH PERUBAHAN INTENSITAS MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA

Subekti Yuliananda<sup>1</sup>, Gede Sarya<sup>2</sup>, RA Retno Hastijanti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
e-mail : subekti\_yl@untag-sby.ac.id

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
e-mail : gedesarya@untag-sby.ac.id

<sup>3</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
e-mail : retnohasti@untag-sby.ac.id

### *Abstract*

*Fuel oil and coal are formed from fossil utilized as the primary energy source power plants owned by the state electricity company where its presence increasingly depleted. As an energy that can not be renewed will make the higher resale value, so that the necessary studies and research in renewable energy as a source of electrical energy from solar energy one. The use of renewable energy is an alternative to reduce energy demand and optimizing to PLN natural potential. Solar cells are a technology that converts sunlight into electrical energy. The purpose of this study was to determine the relationship of the light intensity output power at a solar cell panel. This research method is the measurement of the intensity of the sun in a real and measuring the output power of solar cell panels that, as for the materials used are lumen meter is used to measure the intensity of sunlight, the multimeter is used for measuring voltage and current, battery charge regulator with a capacity of 10 A, Panel cell with a capacity of 50 Wp solar and battery 65 Ah. Tests conducted for 6 days, each day of testing starting at 6:00 to 18:00. The results showed that the light intensity is highest between the hours of 11:00 to 13:00 with the value of the light intensity of 98,000 lux - 116 200 lux, while the power output of solar cells with a high of 14.80 watts of light intensity measured 116 200 lux.*

**Keywords:** *solar cells; light intensity; output power; renewable energy*

### 1. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai permukaan bumi. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa dengan mengubah cahaya matahari terutama intensitas matahari dengan solar sel dapat dibuat sumber energi listrik untuk konsumsi manusia. Pemilihan sumber energi terbarukan ini sangat beralasan mengingat suplai energi surya dari sinar matahari yang di terima oleh permukaan bumi mencapai mencapai  $3 \times 10^{24}$  joule pertahun. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Di Indonesia melimpahnya cahaya matahari yang merata dan dapat ditangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi listrik yang sangat potensial.

Energi yang bersifat terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi mengingat sumber tersebut sangat melimpah. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional

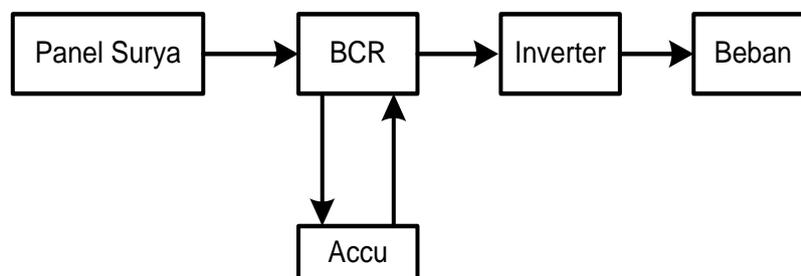
dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satunya upaya yang telah dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (photovoltaic cells) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, sumber energi listrik pada peralatan elektronik yang tidak terjangkau oleh aliran listrik PLN dan lainnya.

Di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5-4,8 KWh/m<sup>2</sup> / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem.

Saat tengah hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt per meter persegi. Jika sebuah piranti semikonduktor seluas satu meter persegi memiliki efisiensi 10%, maka modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 watt. Modul sel surya komersial memiliki efisiensi berkisar antara 5% hingga 15% tergantung material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya. Masalah yang paling penting untuk merealisasikan sel surya sebagai sumber energi alternatif adalah efisiensi piranti sel surya dan harga pembuatannya. Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara tenaga listrik yang dihasilkan oleh piranti sel surya dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut (Awang Riyadi, 2008).

Sebagai sistem pembangkit mandiri yang dipakai sebagai sumber listrik pada peralatan listrik PLTS ini akan dipasangkan pada peralatan sistem kendali tanah longsor. Oleh karena itu perlunya dilakukan perencanaan dari PLTS ini untuk menentukan berapa besar kebutuhan accu, panel surya, inverter dan charge dari accunya. Adapun PLTS ini akan dipasang seperti gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok PLTS dengan Beban

Sebuah Sel surya dalam menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi Foton) tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar  $\pm 0.5$  volt maksimum 600 mV pada 2A, dengan kekuatan radiasi solar matahari 1000 W/m<sup>2</sup> = "1 Sun" akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup> per sel surya.

Faktor dari pengoperasian Sel surya agar didapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada :

- a. Ambient air temperature

Sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 °C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel akan

menurunkan nilai tegangan ( $V_{oc}$ ). Setiap kenaikan temperatur Sel surya 10 Celsius (dari 25°C) akan berkurang sekitar 0,4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah dua kali (2x) lipat untuk kenaikan temperatur Sel per 10°C. (Sumber: Solar Electricity, Lorenzo Eduardo.)

b. Radiasi matahari

Radiasi matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. Insolation solar matahari akan banyak berpengaruh pada current ( $I$ ) sedikit pada tegangan.

c. Kecepatan angin bertiup

Kecepatan tiupan angin disekitar lokasi larik sel surya dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca larik sel surya

d. Keadaan atmosfer bumi

Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara ( $R_h$ ), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maximum arus listrik dari deretan sel surya.

e. Orientasi panel atau larik sel surya

Orientasi dari rangkaian sel surya (larik) ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel/deretan sel surya dapat menghasilkan energi maksimum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (tilt angle) dari panel/deretan sel surya juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum. Sebagai guideline: untuk lokasi yang terletak di belahan Utara latitude, maka panel/deretan sel surya sebaiknya diorientasikan ke Selatan, orientasi ke Timur Barat walaupun juga dapat menghasilkan sejumlah energi dari panel-panel/deretan sel surya, tetapi tidak akan mendapatkan energi matahari optimum.

f. Posisi letak sel surya (larik) terhadap matahari (tilt angle)

Mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan panel sel surya secara tegak lurus akan mendapatkan energi maksimum  $\pm 1000 \text{ W/m}^2$  atau  $1 \text{ kW/m}^2$ . Kalau tidak dapat mempertahankan ketegak lurus antara sinar matahari dengan bidang sel surya, maka ekstra luasan bidang panel sel surya dibutuhkan (bidang panel sel surya Sel surya pada Equator (latitude 0 derajat) yang diletakkan mendatar (tilt angle = 0) akan menghasilkan energi maksimum, sedangkan untuk lokasi dengan latitude berbeda harus dicarikan "tilt angle" yang optimum.

## Arus dan Tegangan

Atom adalah partikel terkecil penyusun materi, atom terdiri dari partikel-partikel sub-atom yang tersusun atas elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron adalah muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang terluar suatu atom disebut elektron valensi. Apabila energi eksternal seperti energi kalor, cahaya, atau listrik diberikan pada materi, elektron valensinya akan memperoleh energi dan dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang diberikan telah cukup, sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan statusnya pun berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus ( $I$ ), dengan satuan ampere.

Sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian atom lainnya memperoleh elektron. Keadaan ini akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron dari satu objek ke objek lain. Apabila perpindahan ini terjadi, distribusi muatan positif dan negatif dalam setiap objek tidak sama lagi. Objek dengan jumlah elektron yang berlebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-). Objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik

positif (+). Besaran muatan listrik ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron ialah Q dan satuannya adalah coulomb. Besarnya muatan 1 C =  $6,25 \times 10^{18}$  elektron.

Kemampuan muatan listrik untuk mengerahkan suatu gaya dimungkinkan oleh keberadaan medan elektrostatis yang mengelilingi objek yang bermuatan tersebut. Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk melakukan kerja akibat tarikan atau tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatisnya. Kemampuan melakukan kerja ini disebut potensial. Apabila satu muatan berbeda dari muatan lainnya, di antara kedua muatan ini pasti terdapat beda potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt (V). karena satuan inilah beda potensial V sering disebut sebagai voltage atau tegangan.

Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan banyaknya electron yang mengalir atau besarnya arus, hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan 1, sedangkan nilai rerata daya yang dihasilkan selama titik pengujian ditunjukkan pada persamaan 2.

$$P = VI$$

dengan:

P = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan keluaran (Volt)

I = Arus (Ampere)

$$P_{\text{rerata}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

dengan

$P_{\text{rerata}}$  = Daya rata-rata (Watt)

$P_1$  = Daya pada titik pengujian ke satu

$P_2$  = Daya pada titik pengujian ke dua

$P_3$  = Daya pada titik pengujian ke tiga

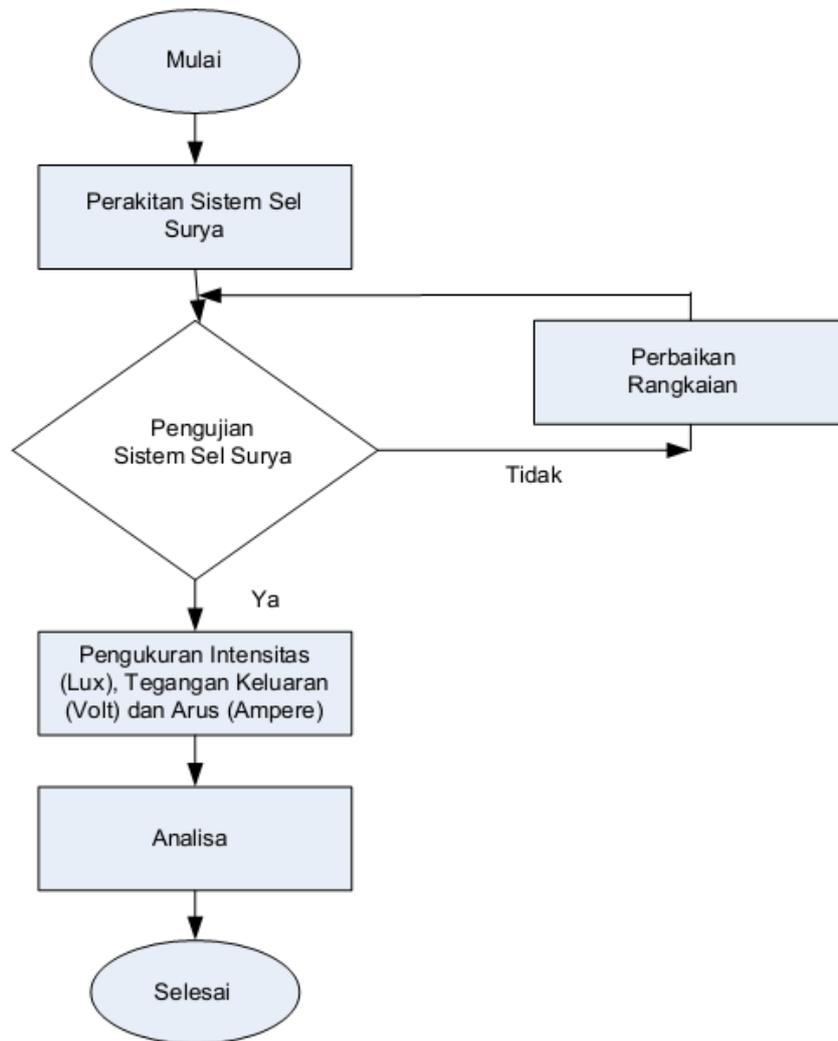
$P_n$  = Daya pada titik pengujian ke n

## 2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a) Panel sel surya dengan kapasitas 50 Wattpeak (Wp) digunakan untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energy listrik
- b) Voltmeter digunakan untuk mengukur tegangan keluaran dari sel surya
- c) Amperemeter digunakan untuk mengukur besarnya arus
- d) Luxmeter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari yang sampai pada permukaan sel surya
- e) Kontroller 10 A merk Shiyoku
- f) Accu 12 Vdc, 65 Ah

Penelitian ini diawali dengan pengukuran intensitas cahaya matahari pada area permukaan sel surya, pada saat pengukuran intensitas cahaya matahari tersebut juga dilakukan pengukuran tegangan keluaran dan arus listrik. Data hasil pengukuran memberikan gambaran adanya korelasi intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran yang dihasilkan oleh sel surya tersebut serta informasi tentang kemampuan tertinggi yang mampu dihasilkan oleh sel surya tersebut. Secara detail diagram alir penelitian tersebut ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Metode Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan suatu langkah untuk mengetahui hubungan intensitas cahaya matahari yang mampu dikonversi oleh sel surya menjadi energi listrik serta kapan energi tertinggi yang dihasilkan oleh sel surya.

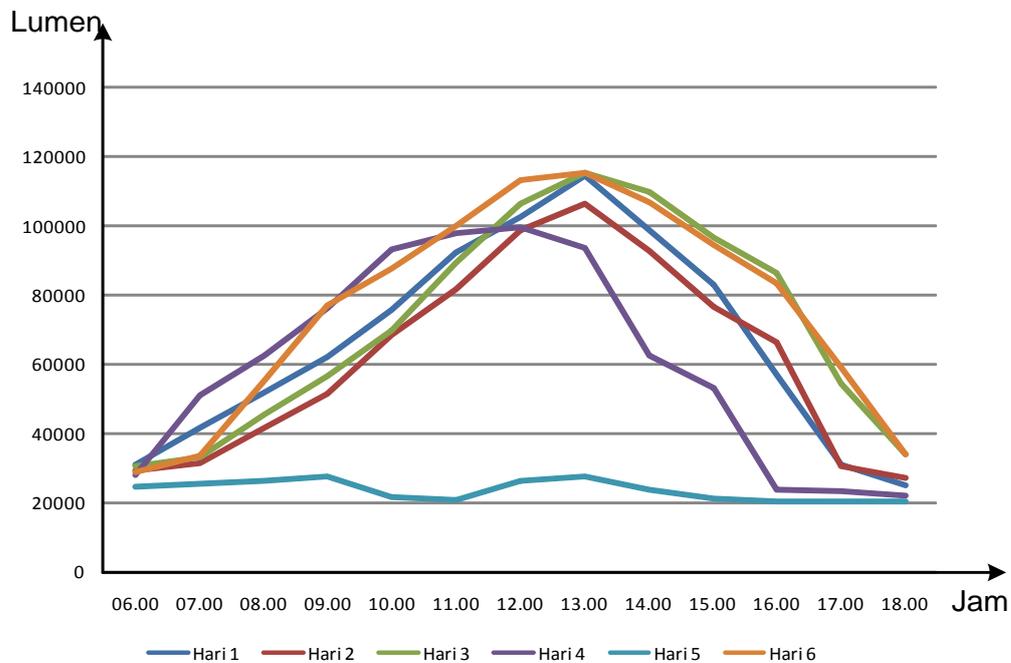
Metode penelitian untuk mendapatkan intensitas matahari (lux), tegangan (Volt) dan arus (Amp) dapat dilihat pada gambar 3, dimana lux meter diletakkan sejajar dengan panel surya, voltmeter dipasang secara paralel dengan panel surya dan amper meter dipasang secara seri dengan bebannya. Hasil pengujian selama 6 hari secara detail ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2

Tabel 1 Hasil Pengelompokan Pengukuran Intensitas Matahari selama 6 hari

Jam	Pengukuran Intensitas Matahari ( Lumen )						Rata2 (Lumen)
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
06.00	31100	29300	30600	27900	24600	28900	28733
07.00	41600	31400	33200	51100	25300	33600	36033
08.00	51900	41500	45300	62400	26300	55400	47133
09.00	62100	51600	56400	76200	27600	76800	58450
10.00	75600	68400	69800	93500	21300	87600	69367
11.00	92300	81600	89400	98200	20600	99700	80300
12.00	102300	98600	106300	99700	26100	112900	90983
13.00	114400	106300	115200	93700	27400	115200	95367
14.00	98600	92600	109800	62300	23700	106800	82300
15.00	82700	76400	96400	53200	21100	94500	70717
16.00	57000	66400	86200	23400	20100	83400	56083
17.00	31000	30600	54200	23100	20200	59200	36383
18.00	25000	27200	34100	21900	20100	34100	27067

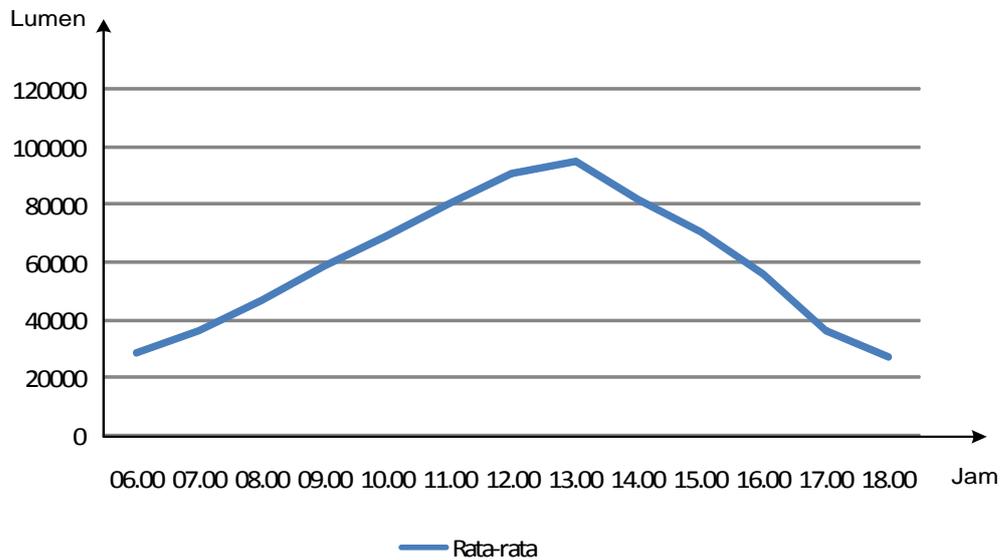
Sumber data : Data pengukuran uji coba

Dari tabel 1 menunjukkan pada siang hari sekira pukul 11.00 sampai 14.00 intensitas matahari yang rata tinggi sekitar 92300 lumen sampai dengan 115200 kecuali pada hari ke 5 dikarenakan cuaca pada saat itu sinar matahari tertutupi awan. Data diatas kemudian diolah menjadi grafik pada gambar 1 yang merupakan grafik intensitas matahari selama pengujian 6 hari.



Gambar 1 Grafik Intensitas Matahari selama 6 hari

Sedangkan intensitas matahari rata-rata selama 6 hari dapat di dilihat pada gambar 2 grafik rata-rata intensitas matahari.



Gambar 2 Grafik Rata-rata Intensitas Matahari Selama 6 hari

Selain melakukan pengukuran intensitas juga dilakukan pengukuran tegangan dan arus sebagai dasar untuk perhitungan daya. Hasil pengukuran dikelompokkan seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2 Pengelompokan hasil pengukuran tegangan dan arus

Jam	Pengukuran Tegangan dan Arus											
	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6	
	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)
06.00	18,2	0,40	17,6	0,60	18,1	0,40	17,2	0,62	16,8	0,48	18,1	0,41
07.00	18,6	0,38	18,2	0,40	18,3	0,39	18,2	0,40	17,2	0,42	18,3	0,43
08.00	18,2	0,40	17,8	0,56	18,7	0,39	18,7	0,38	16,9	0,39	18,7	0,42
09.00	18,9	0,38	18,6	0,36	18,3	0,41	18,4	0,41	15,8	0,48	18,3	0,43
10.00	18,7	0,37	19,5	0,35	18,8	0,38	17,9	0,49	16,4	0,41	19,0	0,30
11.00	18,9	0,35	19,2	0,32	18,9	0,39	18,5	0,38	17,5	0,35	19,2	0,42
12.00	19,1	0,32	19,6	0,36	19,2	0,32	19,1	0,36	18,6	0,46	19,8	0,38
13.00	19,0	0,32	19,8	0,38	19,3	0,33	18,6	0,40	19,6	0,36	16,7	0,47
14.00	19,0	0,34	18,9	0,39	18,6	0,36	16,4	0,42	19,1	0,31	18,4	0,34
15.00	17,5	0,40	17,5	0,35	18,4	0,44	15,7	0,47	18,4	0,42	17,6	0,36
16.00	16,8	0,52	18,6	0,36	16,5	0,35	18,2	0,36	16,4	0,46	16,5	0,45
17.00	16,2	0,48	17,4	0,40	15,9	0,39	17,4	0,42	16,7	0,47	15,9	0,49
18.00	16,5	0,50	16,8	0,48	17,8	0,48	16,8	0,48	16,2	0,42	17,8	0,38

Sumber data : pencatatan pengukuran tegangan dan arus

Tabel 2 dicatat berdasarkan nilai intensitas matahari kemudian panel solar akan mengubah intensitas tersebut menjadi tegangan dan arus. Data pengujian menunjukkan bahwa intensitas tertinggi selama pengujian selama 6 hari yaitu 115.200 lumen terjadi pada saat hari kelima antara jam 13.00 – 14.00. Pada saat itu sel surya mampu menghasilkan tegangan 19,6 Volt dan Arus 0,36 Ampere, sehingga menurut persamaan 1 daya keluarannya adalah

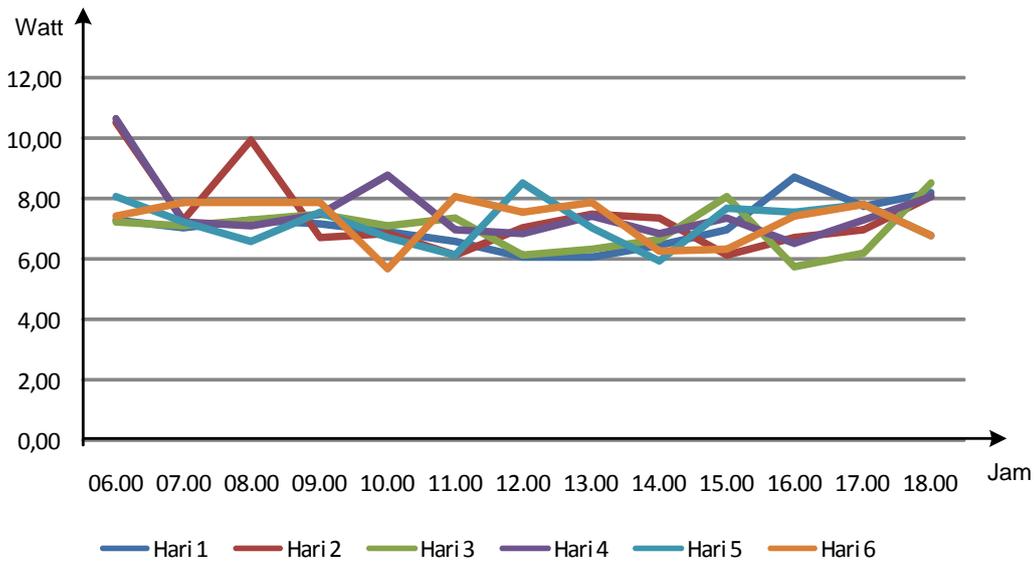
$$\begin{aligned}
 P &= VI \\
 &= (19,6) (0,36) \\
 &= 7,056 \text{ Watt.}
 \end{aligned}$$

Dengan rumus yang sama akan didapat perhitungan daya selama pengujian 6 hari seperti tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Daya

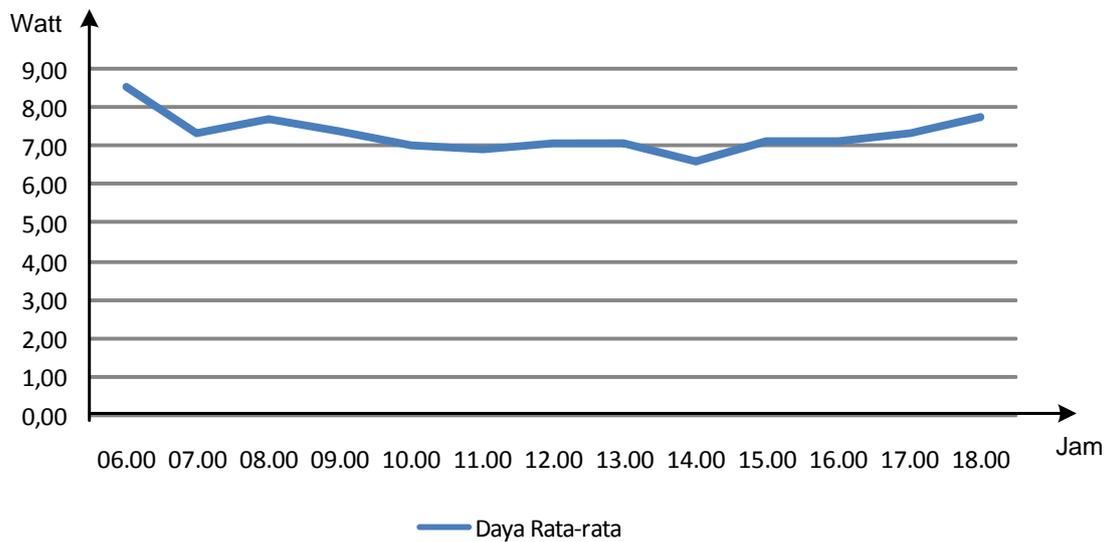
Jam	Perhitungan Daya (Watt)						Rata2 (Watt)
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	
06.00	7,28	10,56	7,24	10,66	8,06	7,42	8,54
07.00	7,07	7,28	7,14	7,28	7,22	7,87	7,31
08.00	7,28	9,97	7,29	7,11	6,59	7,85	7,68
09.00	7,18	6,70	7,50	7,54	7,58	7,87	7,40
10.00	6,92	6,83	7,14	8,77	6,72	5,70	7,01
11.00	6,62	6,14	7,37	7,03	6,13	8,06	6,89
12.00	6,11	7,06	6,14	6,88	8,56	7,52	7,04
13.00	6,08	7,52	6,37	7,44	7,06	7,85	7,05
14.00	6,46	7,37	6,70	6,89	5,92	6,26	6,60
15.00	7,00	6,13	8,10	7,38	7,73	6,34	7,11
16.00	8,74	6,70	5,78	6,55	7,54	7,43	7,12
17.00	7,78	6,96	6,20	7,31	7,85	7,79	7,31
18.00	8,25	8,06	8,54	8,06	6,80	6,76	7,75

Adapun bentuk grafik daya yang dihasilkan berdasarkan intensitas matahari seperti gambar 3, sedangkan pada gambar 4 merupakan grafik daya rata-rata selama 6 hari pengukuran berdasarkan perhitungan tegangan dan arus yang dicatat.



Gambar 3 Grafik daya dari hasil perhitungan selama 6 hari

Dari gambar 3 yang merupakan daya setiap harinya selama pengukuran 6 hari menunjukkan nilai daya nya sekitar 6 sampai 8 watt. Jika dirata-rata setiap harinya didapat seperti gambar 4.



Gambar 4 Grafik daya rata-rata selama 6 hari hasil perhitungan

Dari perhitungan daya didapatkan daya pada jam pengukuran sebanyak 13 pengukuran, sehingga daya rerata nya sebesar :

$$P_{\text{rerata}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_{13}}{13}$$

$$P_{\text{rerata}} = \frac{8,54 + 7,31 + 7,68 + 7,40 + 7,01 + 6,89 + 7,04 + 7,05 + 6,60 + 7,11 + 7,12 + 7,31 + 7,25}{13}$$

$$P_{\text{rerata}} = \frac{94,82}{13} = 7,29 \text{ Watt}$$

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian panel solar 50 Wp dan inverter dan pengisi bataerai Battery Charge) didapat beberapa simpulan seperti berikut ini :

1. Bahwa intensitas matahari terendah yang terjadi pada pukul 18.00 sebesar 20100 lumen masih menghasilkan daya sebesar 6,8 Watt. Sedangkan daya rerata selama 6 hari sebesar 7,29 Watt.
2. Daya ini mampu mensuplay peralatan kendali tanah longsor dengan menggunakan daya utama baterai aki yang diisi melali panel surya.
3. Bahwa intensitas matahari mempengaruhi besar daya, dimana bila intensitas rendah daya yang dihasilkan rendah sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Jatmiko, Hasyim. A, Mahir. P, (2011), "Pemanfaatan Sel Surya dan LED untuk Perumahan" Semantik 2011. UDINUS Semarang.
- M. Muslich, (2003), "Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003-2020".
- Muchammad. dan Yohana, Eflita., (2010). Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor 00, 50, 600, 700, 800 ROTASI – Vol. 12, No. 4, Juli 2010: 14–18
- Nafeh, A.E.A., (2009). Design and Economic Analysis of a Stand-Alone PV System to Electrify a Remote Area Household in Egypt. The Open Renewable Energy Journal 2 : 33-37.
- Riyadi. A, (2008), "Clearinghouse Energi Terbarukan dan Konservasi Energi".