

Analisa Potensi Energi Surya untuk Energi Listrik Banda Aceh dan Sekitarnya

Ahmad Syuhada, Zahrul Fuadi, Bayu Alif Satari

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, Indonesia

e-mail: bayualifsatari@gmail.com

Abstract

Electrical energy crisis has become a common problem in Indonesia. Particularly Banda Aceh and surrounding areas, the impact of this phenomenon was a direct impact on the activities of the community. In general, Indonesia has a tropical climate that is potentially going to optimal utilization of solar energy. Particularly Banda Aceh and the surrounding in general have a geographical location in the coastal areas, which have the potential of solar energy potential. This study aims to analyze the potential value and also the effectiveness of solar energy, then analyze the electrical power generated by the solar cell in Banda Aceh and its surroundings. To determine the value of the potential of solar energy begins to measure and collect the value of the intensity of the sun. In case this is done by using the solar cell by measuring the intensity of the sun, current, voltage and temperature. This research was supported by the data collecting solar intensity value for 2 months at three different points, namely in Thermal Engineering Laboratory, BMKG Blang Bintang and SMK PPN Saree. This study degan manifold uses polycrystalline silicon solar cell with an area of 0.715 m² solar intensity values obtained on October 27, 2016 amounted to 596 Watt / m², and the output power of electricity by an average of 52.27 Watt. In October 28, 2016 the average light intensity of 475 Watts / m² dan electric power output by an average of 31.37 Watt. In October 31, 2016 the average light intensity of 330 Watts / m², and the output power of electricity by an average of 30.77 Watt. In 1 November 2016 the average light intensity of 686 Watts / m², and the output power of electricity by an average of 50.93 Watt. In 2 November 2016 the average light intensity of 675 Watts / m², and the output power of electricity by an average of 49.84 Watt.

Keywords: Solar Energy, Solar Intensity, Solar Cell, Electrical Output Power.

1. Pendahuluan

Masalah energi listrik umumnya di Indonesia saat ini cukup rumit, hal ini ditandai dengan sering terjadinya pemadaman bergilir seperti halnya di Provinsi Aceh Khususnya Kota Banda Aceh. Hali ini di tunjukkan oleh peningkatan permintaan energi sampai 2020 yang diperkirakan akan terus meningkat sampai 6,5% setiap tahunnya [1]. Dengan ini pemerintah mengeluarkan kebijakan pengembangan EBT mengacu kepada Perpres No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik nasional [2].

Efek dari pemadaman listrik ini sendiri sangat berdampak langsung kepada aktifitas masyarakat. Salah satu contohnya terganggunya proses belajar mengajar pada siswa maupun mahasiswa, terhambatnya aktifitas pertanian oleh petani, sampai terganggunya produksi pabrik dalam skala kecil maupun besar. Diperlukan usaha-usaha untuk mencari sumber alternatif lain dengan tetap mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi dan juga lingkungan Seperti halnya energi surya. Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup potensial. Berdasarkan data

penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5kWh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 10%, dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1kWh/m² perhari dengan variasi perbulan sekitar 9% [3].

Untuk itu pemanfaatan dari potensi energi surya ini sangat dibutuhkan, sebagai energi terbarukan yang sangat potensial dikarenakan letak geografis Banda Aceh di daerah pesisir. Mengacu pada kebijakan pemerintah dalam Perpres ini disebutkan kontribusi EBT dalam hal ini energi surya mencapai 5%. dengan kebutuhan energy listrik Banda Aceh dan Aceh Besar sebesar 115,9 MW [4]. Maka pemanfaatan energi terbarukan dalam hal ini energi surya memiliki kedudukan sebesar 5,79 MW yang harus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik Banda Aceh dan sekitarnya. Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya, yang juga nantinya akan di kombinasikan menjadi energi alternatif antara sumber energi surya dan energi listrik dari penyedia utama (PLN) . Teknologi Pembangkit

Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang dimanfaatkan dibelahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, pembangkit energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi masyarakat di Banda Aceh dan sekitarnya saat ini dalam jangka waktu yang lebih lama dan juga ramah lingkungan.

2. Tinjauan pustaka

2.1. Radiasi Matahari

Matahari adalah sebuah bulatan gas panas yang memiliki diameter $1,39 \times 10^9$ dan berjarak sekitar $1,5 \times 10^{11} m$ dari bumi. Matahari dianggap sebagai sebuah benda hitam yang memiliki suhu 5762 K. Suhu di pusat adalah $8 \times 10^6 K$ sampai $40 \times 10^6 K$ dan memiliki densitas 100 kali dari air [7].

Energi matahari sampai ke bumi dalam bentuk cahaya dan sinar ultraviolet. Dari seluruh jumlah radiasi matahari yang menuju permukaan bumi. Sepertiganya dipantulkan kembali ke ruang angkasa oleh atmosfer dan permukaan bumi. Pemantulan radiasi oleh atmosfer terjadi karena adanya awan dan partikel yang disebut aerosol. Dua per tiga radiasi yang tidak dipantulkan, Sebahagian radiasi gelombang pendek yang dipancarkan oleh bumi diserap oleh gas – gas tertentu di dalam atmosfer dan sisanya diteruskan ke permukaan bumi [8].

2.2. Solar Cell

Solar cell atau yang sering disebut juga (fotovoltaik) adalah elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek fotovoltaik untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik secara langsung menjadi energi listrik DC (arus searah) dengan menggunakan kristal Si (*silicon*) tanpa penggunaan dari bagian-bagian mekanis yang bergerak dan tanpa penggunaan bahan bakar [9].

2.3. Perhitungan Daya

Untuk besarnya daya pada *solar cell* (P_{out}) yang dihasilkan oleh sel Fotovoltaik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [11]:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (1)$$

Dimana:

P_{out} = Daya yang dibangkitkan panel (Watt)
 V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka panel (Volt)
 I_{sc} = Arus hubung singkat panel (Ampere)
 FF = *Fill Faktor*

Fill factor didefinisikan sebagai rasio daya maksimum Fotovoltaik terhadap hasil kali V_{oc} dan I_{sc} . *Fill factor* juga merupakan ukuran besarnya deviasi karakteristik I-V terhadap kurva ideal dioda.

Nilai *Fill faktor* ini umumnya sebesar 0,75-0,99. Nilai *FF* dapat diperoleh dari rumus:

$$FF = V \cdot I / V_{oc} \cdot I_{sc} \quad (2)$$

Adapun menurut Volker Quasching, daya fotovoltaik input (P_{in}) dengan persamaan [8]:

$$P_{in} = I_r \times A \quad (3)$$

Dimana

P_{in} = Daya input radiasi matahari (Watt)

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas area permukaan *fotovoltaik module* (m²)

2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang mengkonversi energi foton dari radiasi matahari menjadi energi listrik. Konversi ini dilakukan pada panel surya yang terdiri dari sel – sel fotovoltaik. Sel–sel ini merupakan lapisan–lapisan tipis dari *silicon* (*Si*) murni atau bahan semikonduktor lainnya yang diproses sedemikian rupa, sehingga apabila bahan tersebut mendapat energi foton akan mengeksitasi *electron* dari ikatan atomnya menjadi *electron* yang bergerak bebas, dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah [11].

A. Komponen – Komponen Utama PLTS

Terdapat berbagai komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai berikut :

- *Solar Panel*
- *Charge Controller*
- *Inverter*
- Baterai

3. Metode Penelitian

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan data percobaan ini direncanakan di halaman Laboratorium Rekayasa Termal Jurusan Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala, BMKG Blang Bintang, dan juga SMK PPN Saree. Sedangkan waktu penelitian dan data yang di butuhkan dimulai dari bulan September hingga bulan Desember.

3.2. Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah daya keluaran (watt) yang dihasilkan oleh nilai intensitas matahari (Watt/m²).

3.3. Peralatan Penelitian.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian adalah sebagai berikut:

- Panel Surya jenis *Polycrystalline silicon* dengan spesifikasi, Daya : 80 watt, tegangan

- maksimum: 42 V dan arus maksimum: 4 A dengan luas penampang 0,715 m².
- Baterai dengan spesifikasi, Kapasitas: 50 Ah, tegangan 12 V.
 - Inverter dengan spesifikasi, kapasitas: maksimum 500 Watt, 11- 13 VDC dan 200-230 VAC.
 - Charger controler dengan spesifikasi, boost charge : 14,5 V, Low voltage disconnect: 11,6 V, dengan rated input 12 VDC/10A dan rated output 12VDC/10A.
 - PC Laptop ASUS, Intel inside Core i5, RAM 4 GB dengan OS (*Operating System*) Windows 7 Ultimate 64-bit.

3.4. Prosedur Penelitian

- Melakukan studi literatur dan menentukan parameter yang akan di gunakan yang bersumber dari buku, jurnal, dan internet.
- Perakitan sistem sel surya.
- Melakukan pengujian dan pengumpulan data yang dibutuhkan, adapun sumber data yang di perlukan adalah data priemer
- Melakukan analisa data intensitas cahaya matahari dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya.
- Memasukkan data dan membuat kurva potensi energi surya untuk energi listrik di Banda Aceh dan sekitarnya.

3.5. Alat Ukur Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa alat ukur yang digunakan yaitu

- Lux meter, untuk mengukur nilai intensitas matahari
- Multimeter, untuk mengukur arus dan tegangan *solar cell*
- Jam, untuk mengukur waktu

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data hasil pengukuran

Pada proses pengambilan data diawali dengan pengambilan data intensitas cahaya matahari menggunakan alat ukur lux meter. Kemudian pengambilan nilai tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya menggunakan multimeter, dilanjutkan dengan pengambilan data kenaikan temperatur dengan menggunakan thermometer, Data di ambil pada tiga titik, yaitu halaman Laboratorium Rekayasa Termal Jurusan Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala, BMKG Blang Bintang, dan juga SMK PPN Saree. Adapun proses pengambilan data dilakukan setiap hari selama 2 bulan, diawali dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 17.00 WIB.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Oktober 2016

No	Waktu	Intensitas (Lux)	Intensitas (Lux)	Intensitas (Lux)
		27 Oktober 2016	28 Oktober 2016	31 Oktober 2016
1	09.00	598	795	255
2	10.00	825	197	372
3	11.00	806	890	676
4	12.00	936	790	764
5	13.00	1036	908	323
6	14.00	823	846	380
7	15.00	631	522	214
8	16.00	224	56	193
9	17.00	56	50	132
Rata-rata		659	562	368

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran November 2016

No	Waktu	Intensitas (Lux)	Intensitas (Lux)
		1 Nopember 2016	2 Nopember 2016
1	09.00	960	820
2	10.00	988	979
3	11.00	948	868
4	12.00	911	935
5	13.00	1008	1027
6	14.00	808	801
7	15.00	728	713
8	16.00	689	656
9	17.00	593	610
Rata-rata		848	823

Sumber : Hasil Pengukuran

Dalam pengambilan data yaitu dimulai pada pukul 09.00 pagi sampai pukul 17.00 sore, diketahui bahwa pada tanggal 27 Oktober, 1 November dan 2 November cuaca dalam keadaan cerah, sedangkan pada tanggal 28 Oktober dan juga 31 Oktober cuaca dalam keadaan mendung dan hujan. Pengambilan data intensitas cahaya matahari menggunakan lux meter. Dari data pengukuran ini di dapat bahwa rata-rata intensitas dan temperatur tertinggi juga terdapat pada pukul 13.00.

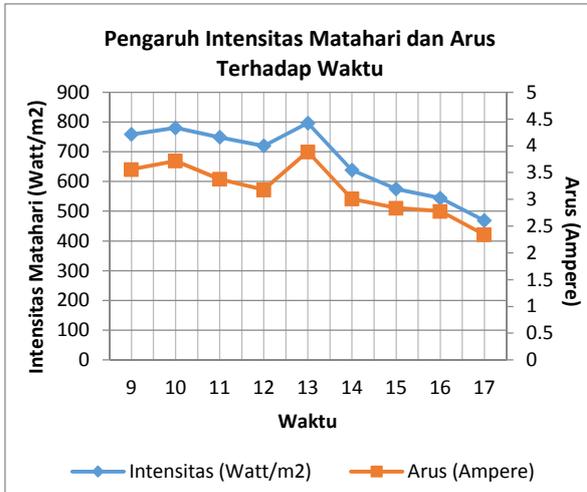
4.2. Analisa Data

4.2.1 Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan arus terhadap waktu

A. Pengukuran tanggal 1 November 2016

Pengukuran dilakukan pada keadaan cuaca yang cerah dengan nilai intensitas tertinggi di dapat pada

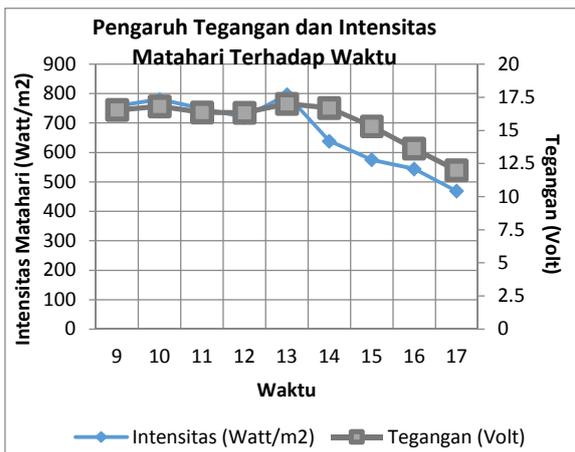
pukul 13.00 sebesar 100,800 lux , di ketahui dari grafik bahwa nilai intensitas tertinggi sebesar 796.32 Watt/m² dan arus sebesar 3.89 ampere.



Gambar 1. Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan arus terhadap waktu tanggal 1 November 2016

4.2.2 Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan tegangan terhadap waktu

A. Pengukuran tanggal 1 November 2016
 Pengukuran dilakukan pada keadaan cuaca yang cerah dengan nilai intensitas tertinggi di dapat pada pukul 13.00 sebesar 100,800 lux , di ketahui dari grafik bahwa nilai intensitas tertinggi sebesar 796.32 Watt/m² dan tegangan sebesar 17.01 volt.

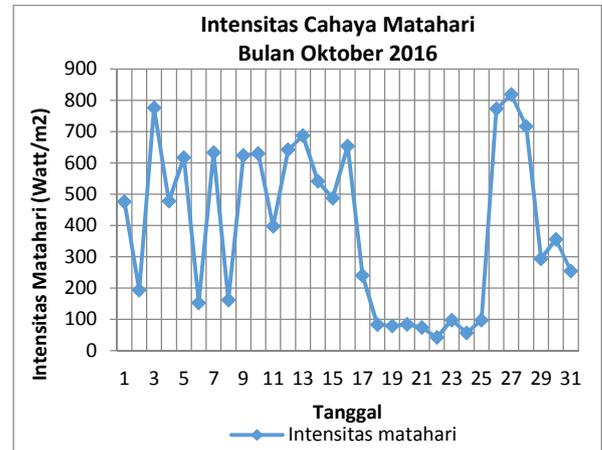


Gambar 2. Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan tegangan terhadap waktu tanggal 1 November 2016

4.2.3 Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada bulan oktober dan november.

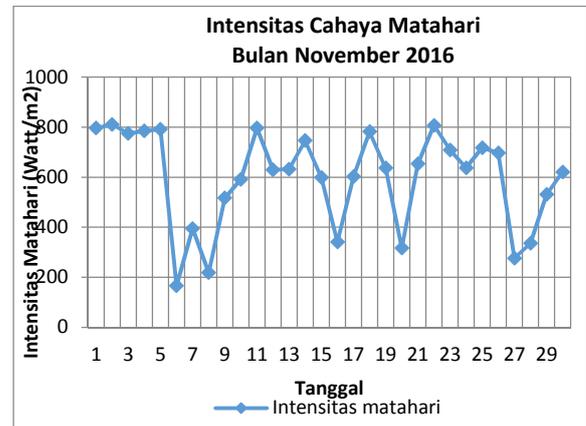
A. Pengukuran bulan Oktober 2016
 Pengukuran ini dilakukan dari tanggal 1 Oktober sampai tanggal 31 Oktober, dikarenakan rata-rata nilai intensitas matahari terbaik terjadi pada pukul

13.00, maka pengambilan data dilakukan pada pukul 13.00 WIB. Di dapat nilai rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 394.41 Watt/m². Dengan nilai terendah sebesar 56.88 Watt/m² di akibatkan oleh cuaca hujan.



Gambar 3. Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada bulan Oktober 2016

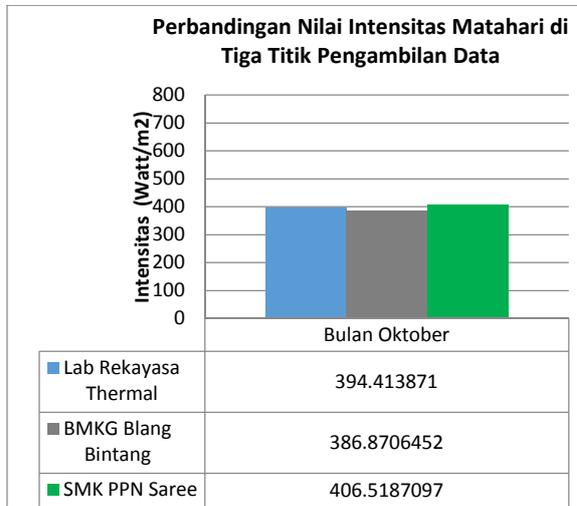
B. Pengukuran bulan November 2016
 Pengukuran ini dilakukan dari tanggal 1 November sampai tanggal 30 November 2016 Di dapat nilai rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 597.26 Watt/m². Dengan nilai terendah sebesar 165.9 Watt/m² di akibatkan oleh cuaca yang mendung.



Gambar 4. Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada bulan November 2016

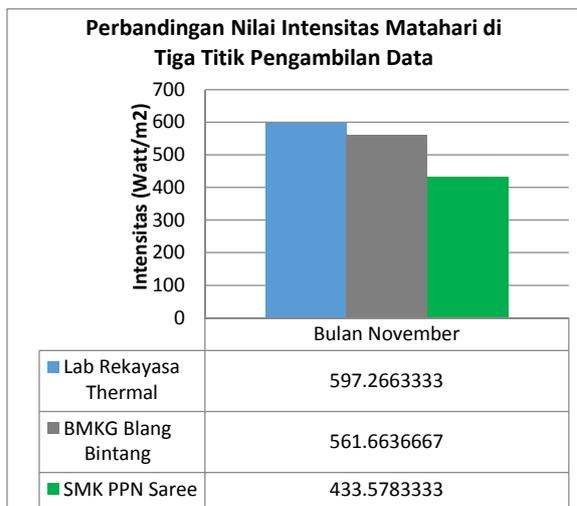
C. Pengukuran Perbandingan Nilai Intensitas Matahari di Tiga Titik Pengambila Data Berbeda Bulan Oktober 2016
 Perbandingan nilai rata-rata intensitas matahari pengukuran harian ini dilakukan dengan membandingkan ke tiga titik pengambilan data, adapun titik pengambilan data meliputi halaman Laboratorium Rekayasa Thermal, BMKG Blang Bintang, dan SMK PPN Saree. Data rata-rata nilai

intensitas matahari di tiga titik tersebut tertera pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan intensitas matahari di tiga titik pengambilan data pada bulan Oktober 2016

D. Pengukuran Perbandingan Nilai Intensitas Matahari di Tiga Titik Pengambilan Data Berbeda Bulan November 2016



Gambar 6. Grafik perbandingan intensitas matahari di tiga titik pengambilan data pada bulan November 2016

4.2.4 Hasil perhitungan daya

A. Pengukuran tanggal 27 Oktober 2016

Berdasarkan persamaan 3 di dapat Daya masuk (P_{in}) yaitu :

$$P_{in} = I_r (\text{Watt/m}^2) \times A (\text{m}^2)$$

$$I_r = 100,800 \text{ lux} \times 0.0079 = 796.32 \text{ Watt/m}^2$$

$$P_{in} = 796.32 \text{ Watt/m}^2 \times (1.1 \times 0.65) \text{ m}^2$$

(Diambil sebagai sampel dari nilai intensitas tertinggi pada pukul 13.00)
= 569.37 Watt

Berdasarkan persamaan 1 dan 2 di dapat Daya keluar (P_{out}) yaitu :

$$FF = V \cdot I / V_{oc} \cdot I_{sc}$$

$$= 15.63 \text{ V} \times 3.19 \text{ A} / 21.30 \text{ V} \times 2.4 \text{ A}$$

(Diambil dari nilai rata-rata tegangan dan arus dari pukul 09.00-17.00)

$$FF = 0.97$$

$$P_{out} = V \times I \times FF$$

$$= 17.01 \text{ V} \times 3.89 \text{ A} \times 0,75$$

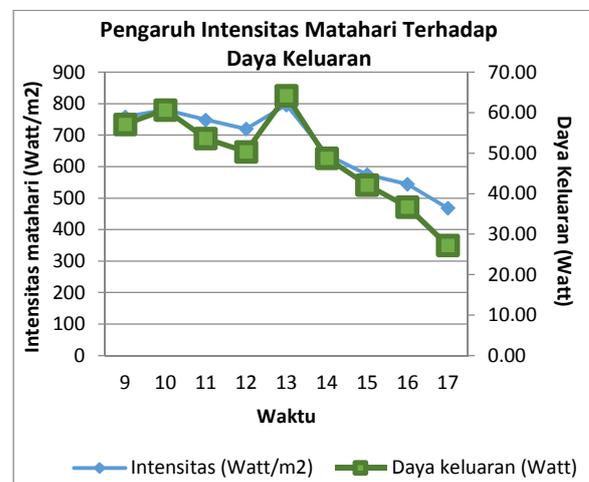
(Diambil sebagai sampel dari nilai intensitas tertinggi pada pukul 13.00)
= 64.18 Watt

Perhitungan daya keluaran rata-rata didapat yaitu 50.93 Watt, selain itu daya setiap jamnya juga dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan table 3 di dapat grafik pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran terdapat pada Gambar 7.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Tanggal 1 November 2016

No	Waktu	Daya masuk (Watt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	FF	Daya keluaran (Watt)
1	09.00	542.26	16.54	3.56	0.97	57.12
2	10.00	558.07	16.82	3.72	0.97	60.69
3	11.00	535.48	16.36	3.38	0.97	53.64
4	12.00	514.58	16.33	3.18	0.97	50.37
5	13.00	569.37	17.01	3.89	0.97	64.18
6	14.00	456.40	16.70	3.01	0.97	48.76
7	15.00	411.21	15.30	2.84	0.97	42.15
8	16.00	389.18	13.62	2.78	0.97	36.73
9	17.00	334.96	11.98	2.34	0.97	27.19
Rata-rata		479.06	15.63	3.19	0.97	50.93

Sumber : Hasil Pengukuran



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran tanggal 1 November 2016

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan pembahasan data hasil pengujian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini di dapatkan rata-rata intensitas cahaya matahari bulan Oktober sebesar 394.41 Watt/m², dan pada bulan November 597.26 Watt/m².
2. Setelah dilakukan perbandingan nilai intensitas di tiga titik berbeda, didapat rata-rata nilai intensitas matahari pengambilan data di halaman Laboratorium Rekayasa Thermal pada bulan Oktober dan November lebih baik dibandingkan dengan ke dua titik lainnya.
3. Besarnya daya keluaran listrik yang dihasilkan berbanding lurus dengan nilai intensitas cahaya matahari, dengan nilai rata-rata daya keluaran yang dihasilkan panel harian tertinggi terdapat pada tanggal 1 November 2016 sebesar 50.93 watt dan rata-rata intensitas matahari sebesar 796.32 Watt/m².

Daftar Pustaka

- [1]. Hasyim, A. Abdul ,R. Feri ,S.P. 2013, *Pemanfaatan Solar Cell dengan PLN sebagai Energi Listrik Rumah Tinggal*, Jurnal Emitor. Volume 14 , No 01.
- [2]. JDI Hukum., “Peraturan Presiden Republik Indonesia”, 2006, Website: <http://www.sjdih.depkeu.go.id/fulltext/2006/5TAHU N2006 PERPRES.htm>, Diakses tanggal 27 November 2016.
- [3]. Arif Wisuda, Rizky. 2015, *Pemanfaatan Energi Surya Untuk Daya- Daya Terpakai*, Tugas Akhir, Universitas Syiah Kuala.
- [4]. Satu Energi., 2015, “Kondisi Kelistrikan di Aceh”, Website: <http://www.satuenergi.com/2015/11/kondisi-kelistrikan-di-aceh.html>., Diakses tanggal 27 November 2016.
- [5]. Kreith, F., 1994, *Prinsip – prinsip Perpindahan Panas*, Terjemahan Prijono, Erlangga, Jakarta.
- [6]. Lakitan, B., 2004, *Dasar-dasar klimatologi*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [7]. Duffie, J. A., 2006, *Solar Engineering of Thermal Processes*. 3rd edition, Wiley & Sons.
- [8]. BMKG, 2012, *Buku Informasi Perubahan Iklim dan Kualitas Udara di Indonesia*, Jakarta.
- [9]. Buresh, M., 1983, *Photovoltaic energy System Design and Installation*. United States of America. McGraw Hill Book Company.
- [10]. Quaschnig, Volker. 2005, *Understanding Renewable Energy System*. London, Sterling, VA: Earthscan.
- [11]. M, Eko, 2015, *Uji Sistim Pompa Air Tenaga Surya Untuk Pengairan Pertanian*, Tugas Akhir, Universitas Syiah Kuala.
- [12]. Wikipedia “Pembangkit Listrik Tenaga Surya”, Website: http://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_surya, Diakses tanggal 17 Oktober 2016.