

**PENYIMPANAN DATA PENGUKURAN ARUS DAN TEGANGAN  
PEMBANGKIT TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLLER UNTUK  
MELENGKAPI PRAKTIKUM SISTEM PEMBANGKIT ALTERNATIF  
PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI POLINES**

**Margana<sup>1)</sup>, Wahyono<sup>2)</sup>, Budhi Prasetyo<sup>3)</sup>, Wiwik Purwati Widyaningsih<sup>4)</sup>, Slamet Priyo Atmojo<sup>5)</sup>**

1,2,3,4,5Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Sudarto,  
S.H. Tembalang, Semarang, 50279

Email: [marganasmg@yahoo.co.id](mailto:marganasmg@yahoo.co.id)

**Abstract**

Research on renewable energy is currently growing very rapidly because of the limited number of fossil energy sources that are expected to run out in the next few decades. One example of renewable energy is solar energy which is directly obtained from solar radiation. Utilization of solar cell technology applications is still lacking. The main source of electricity in Indonesia still uses fossil power sources such as coal and petroleum. That's why there needs to be research that can support and stimulate the development of the use of renewable energy sources. The research of solar power plants aims to apply solar cell technology to complement the practicum of the alternative generating system of the Polines Energy Conversion study program.

The research method used is to make the solar cell module consisting of Solar Cells, Battery, BCR, Inverters, Lights and data storage. By taking place at the Energy Conversion Laboratory and conducting testing for one day.

The test results show the voltage generated by the highest solar panel is 20.47 V at 12.30 and the highest current is 0.77 A. with a battery voltage of 12.58 V reached at 12:30 with 7.5% efficiency. The highest battery voltage of 12.82 V is reached at 10.30 and the current is 0.69 A.

In the test with the lamp alone the lamp load power is 28.088 W with a panel current of 0.91 A, the lamp current is 1.89 A, the panel voltage is 18.11 V and the lamp voltage of 15.1 V is obtained at 11.30. With panel efficiency of 13.8%, BCR efficiency is 82.5% and system efficiency is 13.8%. The power on the lamp exceeds its specific power due to the taking of the data for a moment. The flow of lights and panel currents are different, this is due to the lamp voltage through the BCR.

**Keywords:** *Solar cells, modules, practice*

**Abstrak**

Penelitian mengenai energi terbarukan saat ini berkembang dengan sangat pesat karena terbatasnya jumlah sumber energi fosil yang diperkirakan akan habis dalam beberapa dekade kedepan. Salah satu contoh energi terbarukan adalah energi matahari yang langsung didapat dari radiasi matahari. Pemanfaatan aplikasi teknologi sel surya masih sangat kurang. Sumber utama listrik di Indonesia masih menggunakan sumber tenaga fosil seperti batubara dan minyak bumi. Karena itulah perlu ada penelitian yang dapat mendukung dan merangsang berkembangnya penggunaan sumber energi terbarukan. Penelitian pembangkit listrik tenaga surya bertujuan untuk mengaplikasikan teknologi sel surya untuk melengkapi praktikum system pembangkit alternatif prodi Konversi Energi Polines.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan membuat modul sel surya terdiri dari Sel Surya, Battery, BCR, Inverter, Lampu dan penyimpan data. Dengan mengambil tempat di Laboratorium Konversi Energi serta melakukan pengujian selama satu hari.

Hasil pengujian menunjukkan tegangan yang dihasilkan oleh solar panel tertinggi 20,47 V pada jam 12.30 serta arus terkuatnya sebesar 0.77 A. dengan Tegangan battery sebesar 12,58 V dicapai pada jam 12.30 dengan efisiensi 7,5%. Tegangan battery tertinggi sebesar 12,82 V dicapai pada jam 10.30 dan arusnya 0,69 A.

Pada pengujian dengan lampu saja diperoleh daya beban lampu 28,088 W dengan arus panel 0,91 A, arus lampu 1,89 A, tegangan panel 18,11 V dan tegangan lampu 15,1 V diperoleh pada jam 11.30. Dengan efisiensi panel 13,8 %, efisiensi BCR 82,5 % dan efisiensi system 13,8%. Daya pada lampu melebihi daya spesifikasinya karena pengambilannya datanya sesaat. Arus lampu dan arus panel berbeda hal ini disebabkan tegangan lampu sudah melalui BCR.

**Kata kunci :** *Sel Surya, modul, praktek*

## 1. PENDAHULUAN

Suplai kelistrikan di Indonesia saat ini didominasi oleh energi fosil seperti gas, minyak, dan batubara. Data dari ESDM tahun 2014 menunjukkan bahwa dari total kapasitas pembangkit terpasang yakni 53.585 MW pembangkit, 88,7 % pembangkit didominasi oleh energi fosil, dan sisanya yaitu 11,3 % disuplai oleh energi terbarukan (ESDM., 2014). Sementara program percepatan pembangkit dari pemerintah rata-rata menggunakan bahan bakar fosil.

Apabila dibandingkan dengan negara lain, dilihat dari presentase produksi energi terbarukan Malaysia menghasilkan 15%, Cina menghasilkan 28,2 %, dan negara Uni Eropa rata-rata di atas 20 %. Tingginya penggunaan renewable energy oleh negara asing disebabkan karena kesadaran bahwa energi fosil akan habis, dan energi fosil juga menimbulkan dampak negatif yaitu polusi udara.



**Gambar 1.** Kondisi Ketenagalistrikan Nasional 2016

Atas dasar inilah perlunya penelitian untuk merangsang tumbuh kembangnya renewable energy di Indonesia.

### 1.1 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan pembangkit surya untuk keperluan praktikum sistem pembangkit alternatif prodi konversi energi dan untuk mengetahui efisiensi PLTS.

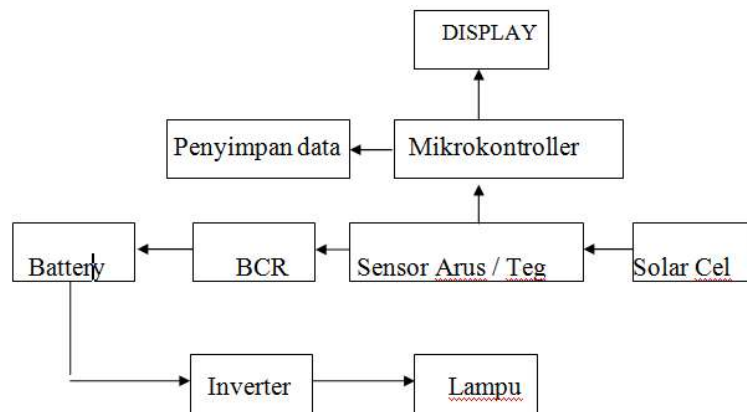
### 1.2 Batasan Masalah

Di laboratorium sistem pembangkit tenaga listrik pengambilan data di lakukan secara manual karena belum adanya dukungan alat yang memadai, untuk itu diperlukan alat pengambilan data secara otomatis dan terecord setiap kelipatan waktu yang dikehendaki.

Cara mengatasi yaitu dengan cara membuat alat pencatatan data secara otomatis berbasis Arduino.

## 2. Metode Perencanaan Dan Pembuatan Alat

### 2.1 Blog Diagram Sistem PLTS

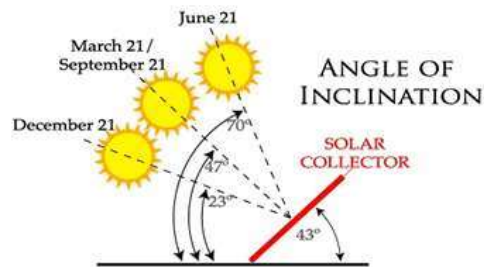


**Gambar 2.** Skema Penelitian Sel surya berbasis Arduino

### 2.2 Perancangan Sistem

Sel surya adalah alat untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah. Parameter yang mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan adalah

radiasi matahari, temperatur permukaan sel surya, dan sudut antara cahaya matahari dan permukaan sel surya. Sudut antara sinar matahari dengan permukaan sel surya yang paling optimal adalah ketika cahaya matahari tegak lurus dengan sel surya (terbentuk sudut  $90^\circ$ ). Ilustrasi sudut terima matahari terhadap permukaan sel surya dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Ilustrasi Sudut Matahari Terhadap Sel Surya

Penelitian ini bertujuan untuk membuat data logger arus, tegangan dan temperatur berbasis arduino. Arduino digunakan sebagai proses pengukuran data tersebut. Sedangkan pemasangan solar cel pada penelitian ini diarahkan pada sudut tertentu.

### 2.2.1. Perhitungan menentukan peralatan Sistem PLTS

#### **A. Spesifikasi beban :**

Beban DC satu buah **LED 12V/12 W** menyala sehari 10 jam =  $12 \text{ W} \times 10 \text{ Jam} = 120 \text{ Wh}$

Beban AC satu buah **LED 220V/12 W** menyala sehari 10 jam =  $12 \text{ W} \times 10 \text{ Jam} = 120 \text{ Wh}$

Total kebutuhan Energi = 240 Wh

#### **B. Menentukan kebutuhan battery:**

Tersedia battery 12 V/ 36Ah.

Kebutuhan battery ( battery hanya digunakan 50% untuk memenuhi kebutuhan listrik ),  
kebutuhan energi dikalikan 2 =  $240 \times 2 = 480 \text{ Wh}$ .

Kebutuhan battery ( dengan pertimbangan dapat melayani kebutuhan 3 hari tanpa sinar matahari ) =  $480 \times 3 \text{ hari} = 1440 \text{ Wh}$ .

Kapasitas battery yang diperlukan  $1440 \text{ Wh} / 12 \text{ V} = 120 \text{ Ah}$ . **Diperlukan 3 buah battery**

#### **C. Menentukan Kebutuhan Solar Cell:**

Jumlah Solar cell yang dibutuhkan, satu panel **50 W**. ( Dlm perhitungan adalah 5 jam maksimum tenaga surya dalam sehari ):

Kebutuhan Solar Cell Panel :  $(240 \text{ W}/50\text{W} \times 5 = 0,96$  dibulatkan Cukup **satu buah** panel.

#### **D. Menentukan Daya Maksimum Panel Surya:**

Ukuran Solar panel =  $0.54 \times 0.70 = \mathbf{0.378 \text{ m}^2}$

Intensitas radiasi matahari kota Semarang jawa tengah **5.488 Wh/m<sup>2</sup>**  
(Sumber:BPPT,BMG)

Sehingga untuk luas  $0.378 \text{ m}^2$ , Energi yang dibangkitkan =  $0.378\text{m}^2 \times 5488 \text{ Wh/m}^2 = 2075 \text{ Wh}$

Lama penyinaran matahari 10-12 j/hari. Sehingga daya yang dihasilkan maksimum =  $2075 \text{ Wh}/10 \text{ h} = \mathbf{207,5 \text{ Watt}}$

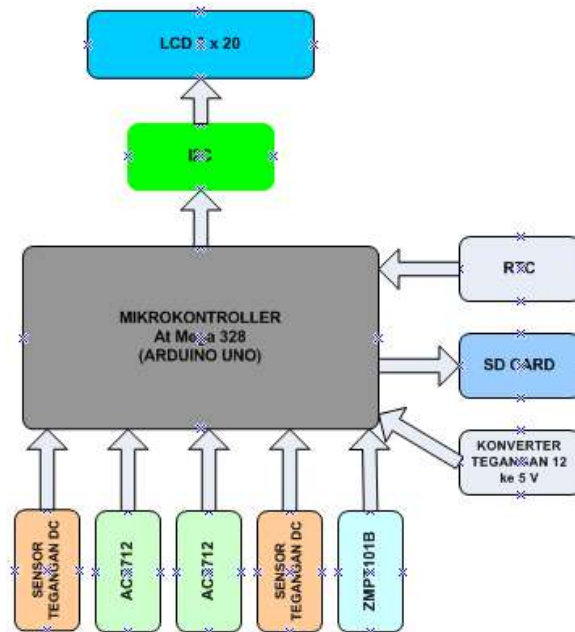
#### **E. Menentukan kebutuhan Inverter:**

Saat beban puncak kedua buah lampu menyala 24 W.

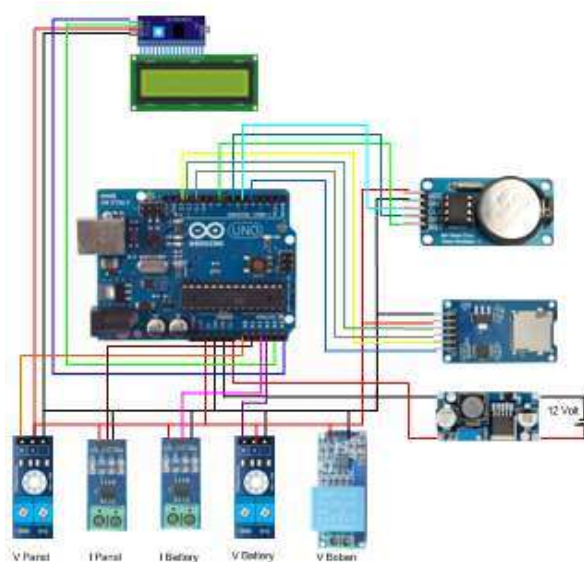
Satu buah dilayani inverter, mempunyai Efisiensi 85 %. Maka dibutuhkan kapasitas inverter  $24/0.85 = \mathbf{14,12 \text{ W}}$ . Sesuai yang ada dipasaran dipilih **500 W**.

#### **2.2.2 Pembuatan data logger Arduino.**

Dari **gambar 2** tersebut terlihat bahwa solar cel meliputi sensor arus, tegangan , yang mana sensor tersebut sebagai masukan mikrokontroler yang selanjutnya dihubungkan dengan penyimpanan data dan display. Prototype penelitian ini juga akan dimanfaatkan sebagai modul praktikum mahasiswa di Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Semarang.



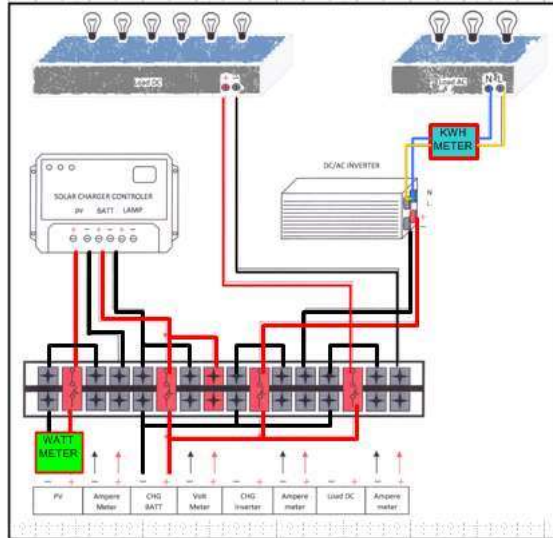
**Gambar 4.** Blog Diagram Data Logger Tegangan dan Arus Berbasis Mikrokontroller



**Gambar 4.** Wiring Diagram Data Logger Tegangan dan Arus Berbasis Mikrokontroller

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Rangkaian Pengujian



**Gambar 5.** Wiring diagram Sistem PLTS



(a)



(b)

**Gambar 6(a,b)** Pengujian Sistem PLTS

### 3.2 Prosedur /Pengumpulan Data

Dengan membuat instalasi pengawatan dengan langkah sebagai berikut.

1. Membuat instalasi PV menjadi Sistem 12 Volt, seperti pada gambar
2. Menyambungkan baterai 12 V
3. Menghubungkan kabel PV dengan sistem kontrol, perhatikan polaritasnya jangan sampai terbalik antara positif (+) dan negatif (-)
4. Hubungkan terminal battery dengan sistem kontrol, perhatikan jangan sampai terbalik antara positif (+) dan negatif (-)
5. Hubungkan handle dengan kutub positif (+) maupun negatif (-) battery.
6. Berilah MCB pada kabel positif (+) dan handle.

### 3.3 Hasil Pengujian

#### 3.3.1 Tabel

**Tabel 1. Pengambilan Data tgl 4 November 2018 Beban Battery.**

Daya yang dihasilkan maksimum Ukuran Solar panel =  $0.54 \times 0.70 = 0.378 \text{ m}^2$  Selama sehari  $2075\text{Wh}/10\text{h} = 207.5 \text{ Watt}$

Jam	Vo	Io	VI	P out= Vo*Io	P mak sehari	Effisiensi
8.00	20.83	0.32	12.24	6.6656	207.5	0.032123
8.30	20.69	0.41	12.37	8.4829	207.5	0.040881
9.00	20.74	0.54	12.73	11.1996	207.5	0.053974
9.30	20.54	0.59	12.83	12.1186	207.5	0.058403
10.00	20.45	0.54	12.69	11.043	207.5	0.053219
10.30	20.23	0.69	12.82	13.9587	207.5	0.067271
11.00	20.4	0.45	12.54	9.18	207.5	0.044241
11.30	20.46	0.65	12.79	13.299	207.5	0.064092
12.00	20.46	0.58	12.73	11.8668	207.5	0.057189
12.30	20.47	0.77	12.58	15.7619	207.5	0.075961
13.00	20.24	0.35	12.57	7.084	207.5	0.03414
13.30	20.25	0.32	12.52	6.48	207.5	0.031229
14.00	19.92	0.19	12.33	3.7848	207.5	0.01824
14.30	20.02	0.16	12.43	3.2032	207.5	0.015437
15.00	19.92	0.19	12.36	3.7848	207.5	0.01824
15.30	19.79	0.14	12.34	2.7706	207.5	0.013352
16.00	19.66	0.13	12.28	2.5558	207.5	0.012317
16.30	19.02	0	12.24	0	207.5	0

**Tabel 2. Pengambilan Data tgl 4 November 2018 Beban Lampu Tanpa Battery.**

Daya yang dihasilkan maksimum Ukuran Solar panel =  $0.54 \times 0.70 = 0.378 \text{ m}^2$  Selama sehari  $2075\text{Wh}/10\text{h} = 207.5 \text{ Watt}$



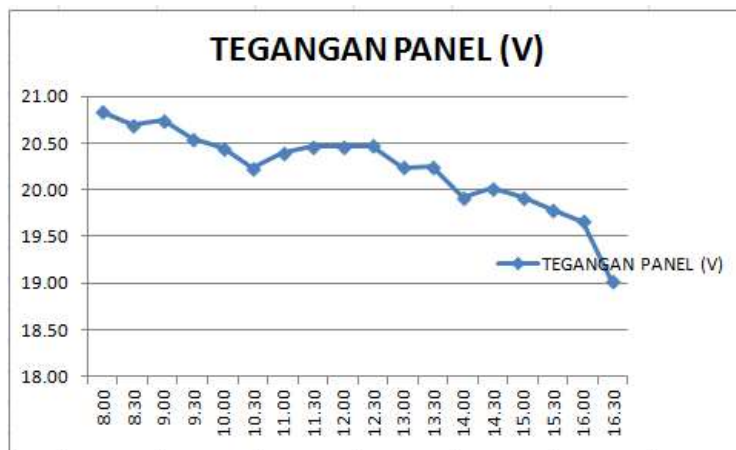
Jam	V <sub>o</sub>	I <sub>o</sub>	I Beban	V Beban	P Panel- V <sub>o</sub> I <sub>o</sub>	P beban	P mak Sehari	Eff Panel	Eff BCR	Eff Sistem
8.00	10.50	0.53	0.43	9.70	5.565	4.171	207.50	0.020	0.750	0.020
8.30	17.02	1.46	0.39	13.20	24.8492	5.148	207.50	0.025	0.207	0.025
9.00	18.25	1.77	1.77	14.10	32.3025	24.957	207.50	0.120	0.773	0.120
9.30	18.04	1.67	1.78	14.50	30.1268	25.81	207.50	0.124	0.857	0.124
10.00	17.82	1.53	1.66	14.20	27.2646	23.572	207.50	0.114	0.865	0.114
10.30	17.38	1.66	1.77	14.50	28.8508	25.665	207.50	0.124	0.890	0.124
11.00	16.41	1.33	1.36	13.30	21.8253	18.088	207.50	0.087	0.829	0.087
11.30	18.11	1.91	1.89	15.10	34.5901	28.539	207.50	0.138	0.825	0.138
12.00	17.99	1.62	1.74	14.50	29.1438	25.23	207.50	0.122	0.866	0.122
12.30	18.25	1.84	1.85	14.90	33.58	27.565	207.50	0.133	0.821	0.133
13.00	16.44	1.11	1.25	12.80	18.2484	16	207.50	0.077	0.877	0.077
13.30	15.86	1.04	1.00	11.80	16.4944	11.8	207.50	0.057	0.715	0.057
14.00	10.78	0.53	0.61	10.40	5.7134	6.344	207.50	0.031	1.110	0.031
14.30	10.94	0.54	0.65	10.50	5.9076	6.825	207.50	0.033	1.155	0.033
15.00	10.40	0.52	0.53	10.10	5.408	5.353	207.50	0.026	0.990	0.026
15.30	9.99	0.51	0.44	9.70	5.0949	4.268	207.50	0.021	0.838	0.021
16.00	9.53	0.41	0.33	9.30	3.9073	3.069	207.50	0.015	0.785	0.015
16.30	8.75	0.00	0.18	8.60	0	1.548	207.50	0.007	#DIV/0!	0.007

### 3.3.2. Grafik

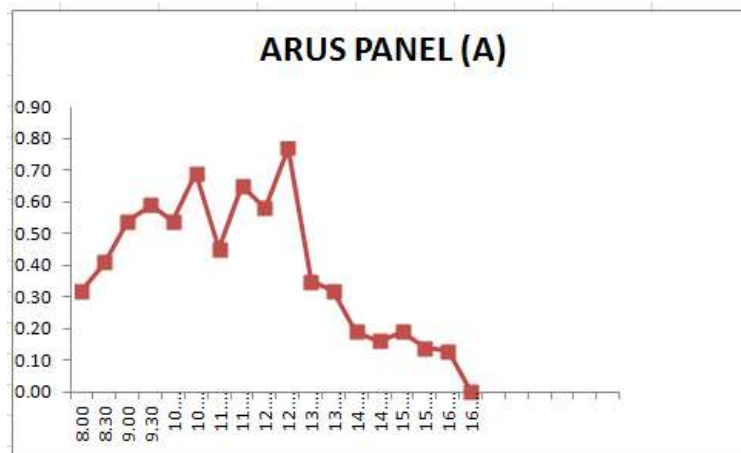
Solar cell yang digunakan dalam penelitian ini berdaya 50 W dengan tegangan 12 Volt jenis monokristal. Mempunyai dimensi 54 cm x 70 cm

Grafik hubungan tegangan, arus dengan waktu. Tanggal 4 November 2018

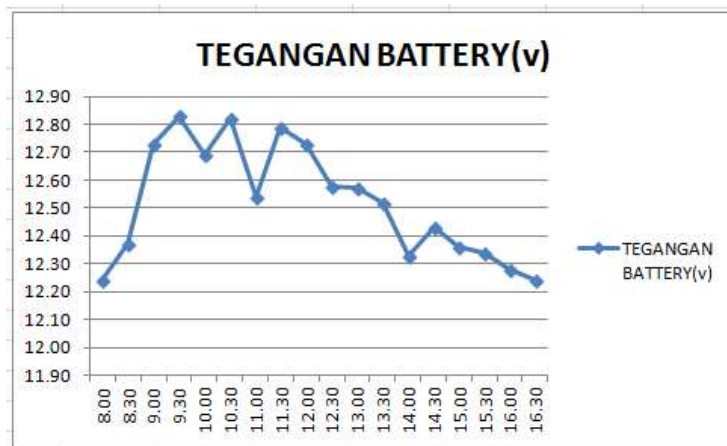
**Hasil Pengujian Solar Cell dengan beban battery :**



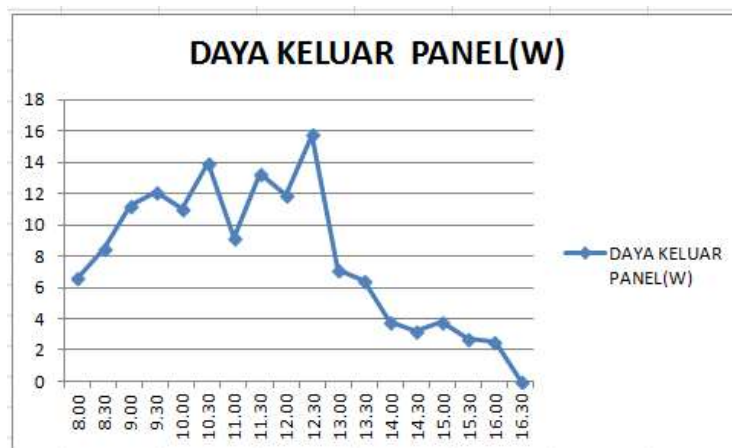
**Grafik 1.** Grafik Tegangan Panel



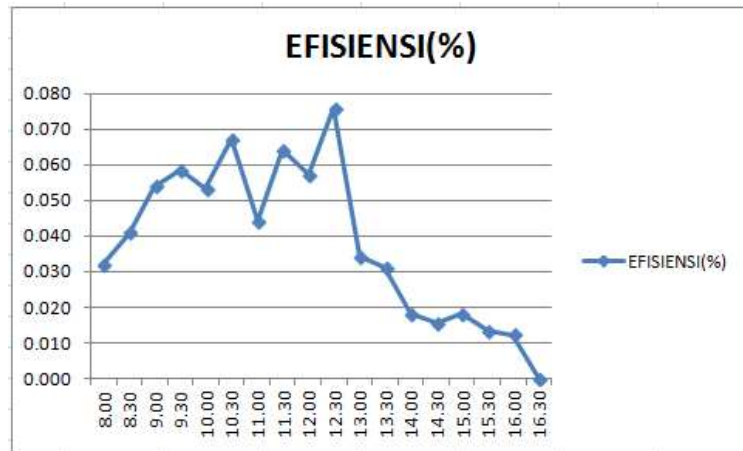
Grafik 2. Grafik Arus Panel



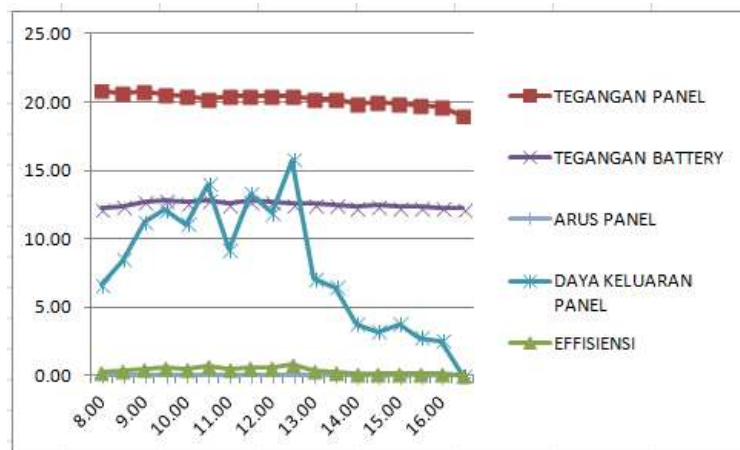
Grafik 3. Grafik Tegangan Battery



Grafik 4. Grafik Daya keluaran Panel

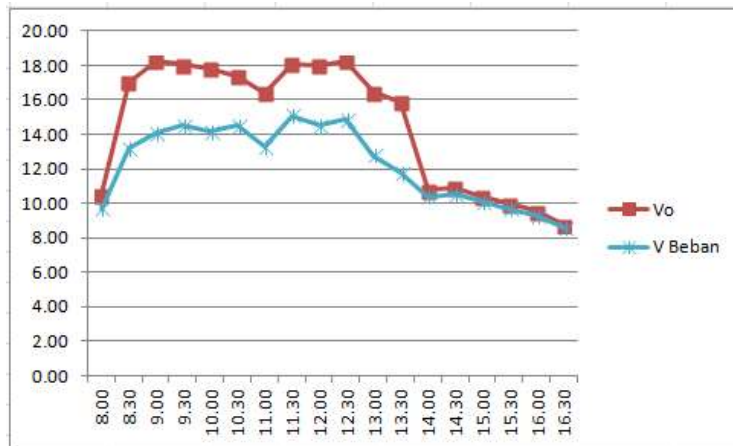


Grafik 5. Grafik Effisiensi Panel

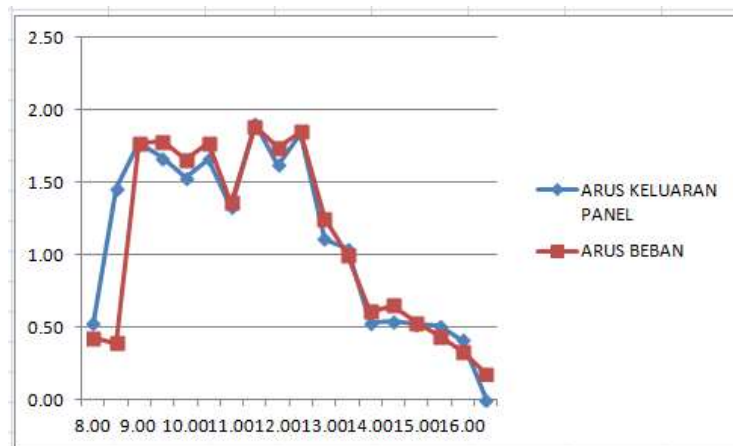


Grafik 6. Grafik Perbandingan Pengujian Panel

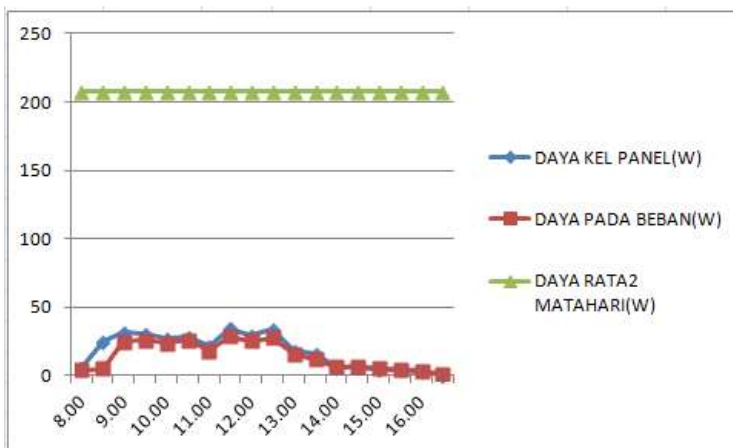
*Hasil Pengujian dengan waktu dengan beban lampu tanpa battery. Tanggal 4 November 2018*



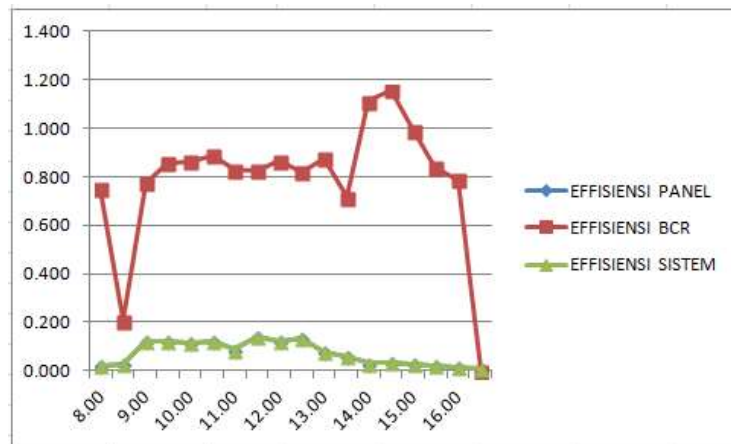
Grafik 7. Grafik Tegangan Pada Panel Dan Beban



Grafik 8. Grafik Arus Panel



Grafik 9. Grafik Daya



**Grafik 10.** Grafik Effisiensi

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Dari hasil pengujian dan analisis data dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari Grafik 1 tegangan yang dihasilkan oleh solar Panel sebesar 20,47 pada jam 12.30 serta arus tertingginya sebesar 0,77 A dan tegangan battery 12,58 V.
2. Tegangan battery tertinggi sebesar 12,82 V dicapai pada jam 10.30
3. Dari Grafik 4 , 5 dan Grafik 6 daya keluaran panel 15,76 W dengan efisiensi tertinggi sebesar 7,5 % pada jam 12.30.
4. Tegangan battery tertinggi sebesar 12.82 V dicapai pada jam 10.30 dan arusnya menunjukkan 0,69 A.
5. Dari Grafik 7, 8 dan 10 diperoleh daya beban lampu 28,088 W dengan arus panel 0,91 A dan arus lampu 1,89 A diperoleh pada jam 11.30 dengan efisiensi panel 13,8 %, efisiensi BCR 82,5 % dan efisiensi system 13,8%. Daya pada beban melebihi daya spesifikasinya karena pengambilannya sesaat.
6. Adapun spesifikasi alat meliputi Solar Panel 50 W, Inverter 500 W/220 V, BCR 10 A, Beban DC LED 12W/12V.

#### 4.2 Saran

Diperlukan penelitian lanjutan mengenai kapasitas PLTS dan monitoring hasil pengukurannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ....., 2016. Modul Pelatihan Energi Hibryd, PLTH BAYU BARU Yogyakarta.
- Effendy Machmud, 2013, *Desan dan Implementasi Pemantauan Jarak Jauh pada sistem hybrid PLTMH – PLTS UMM Berbasis Web.*
- Fachri RM, Sara ID, Away Y, 2015. *Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino Secara Real Time.* Jurnal Rekayasa Elektrika Vol 11 No 4, Agustus 2015.
- Freris Leon dan David Infield. 2008. *Renewable Energy in Power Systems.* Great Britain: CPI Antony Rowe.
- Hermawan BI, 2016. *Rancang Bangun Data Logger Tenaga Listrik Pada Panel Surya.* Jurnal Teknik Industri Heuristic Vol 13 No 1, April 2016
- Kadir Abdul. 2015. *Buku Pintar Pemrograman Arduino.* Yogyakarta: MediaKom.
- Margana dkk. 2017. *Laporan Penelitian Pembangkit Tenaga Surya Berbasis Arduino Kapasitas 50 W untuk Melengkapi Praktikum Sistem Pembangkit Alternatif Program Studi Teknik Konversi Energi Polines.* P3M Polines
- Marsudi Djiteng. 2005. *Pembangkit Energi Listrik.* Jakarta: Erlangga. PT Gelora Aksara Pratama.
- Ningsih Ana. 2014. *Kendali Penstabil Frekuensi Dan Tegangan Untuk Pembangkit Listrik Mikrohidro Menggunakan Beban Komplemen Dengan Pengendali PID Dan PWM.* Tesis. Yogyakarta: Program Studi S2 Teknik Elektro UGM. (Tesis)
- Nugroho Hunggul dan Markus Kudeng Sallata. 2005. *PLTMH(Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro).* Yogyakarta: ANDI.
- Setiono A, Puranto P, Widyatmoko B. 2010. *Pembuatan dan Uji Coba Data Logger Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 32 Untuk Monitoring Pergeseran Tanah,* Jurnal Fisika Indonesia Vol 10 No 2 Desember 2010.