

ANALISIS DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA UKURAN 216 CM X 121 CM BERDASARKAN INTENSITAS CAHAYA

Sunaryo¹,Joko Setiono²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau
Jl. Tuanku Tambusai, Pekanbaru
Email: naryo_07@yahoo.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan energi yang sangat diperlukan bagi manusia modern. Keluaran panel surya seperti arus, tegangan dan daya listrik yang dihasilkan berdasarkan intensitas matahari perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui besaran energi yang dihasilkan sel surya dan menganalisa perubahan temperatur terhadap daya listrik. Dengan alat pengambilan data dengan light meter, temperature meter, dan multi tester. Hasil analisa diperoleh arus tertinggi didapat pada pagi hari mencapai 2,3 Amper, untuk arus rata rata perhari mencapai 1,96 Amper. Dengan tegangan rata rata perhari 38,12 Volt serta Daya rata rata 74,64 watt/hari, dan intensitas matahari perhari mencapai 15.477,78 lux. Dari data arus dan tegangan tersebut maka diketahui besarnya energi yang dihasilkan sel surya dan kemudian energi yang dapat disimpan dalam baterai.

Kata kunci : Daya, Sel surya, Intensitas matahari

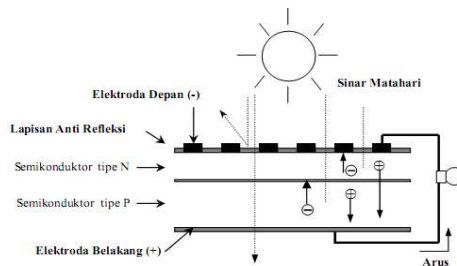
1. Pendahuluan

Krisis energi adalah masalah yang sangat mendasar di Indonesia, termasuk didalamnya ialah energi listrik. Hal ini terjadi karena masih kurangnya pemanfaatan sumber daya penghasil energi listrik itu sendiri. Energi listrik merupakan energi yang sangat diperlukan bagi manusia modern. Apabila listrik padam maka semua kegiatan akan terhenti. (Bagaskara,2013)

Selama ini kebutuhan energi masih mengandalkan minyak bumi sebagai penyangga utama kebutuhan energi. Namun pada kenyataannya minyak bumi semakin langka dan mahal harganya sehingga pencarian energi alternatif guna memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut terus dikembangkan, salah satunya energi terbarukan yaitu energi matahari dengan memanfaatkan sel surya.

Kerja sel surya dapat diukur dengan melihat tegangan, arus dan daya keluaran yang dihasilkan dari sel surya tersebut. Kerja sel surya dipengaruhi oleh beberapa hal seperti bahan pembuatnya, resistansi bahan, temperatur dan tingkat radiasi matahari. Beberapa sel surya yang telah diketahui karakteristiknya, disusun dan dihubungkan satu dengan lainnya sehingga mendapatkan output maksimal sesuai dengan yang dibutuhkan sebagai catu daya pada sistem 24 volt. Dalam bentuk energi surya, Indonesia menerima energi harian rata-rata persatuan luas persatuan waktu sebesar kira-kira 4,8 kw/m² (Ariswan). Meninjau hal di atas penulis berupaya untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang dihasilkan panel surya berdasarkan intensitas cahaya. Untuk mengetahui hal itu perlu dirumuskan.

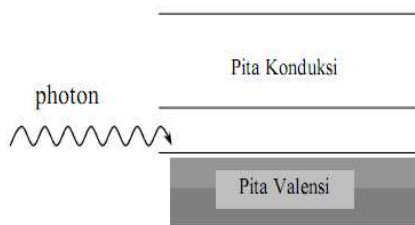
Sel surya merupakan suatu sumber energi listrik yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi diubah menjadi listrik. secara sederhana cara kerja sel surya sendiri indentik dengan piranti semikonduktor diode. Ketika cahaya matahari bersentuhan dengan solar cell dan diserap oleh bahan semi konduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*), sehingga terjadi pelepasan electron. Apabila elctron tersebut dapat menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan yang berbeda maka akan terjadi perubahan sigma gaya-gaya pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semikonduktor akan menyebabkan aliran medan listrik. (wulandari,2010) Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya (Sumber : Yuwono, 2005)

Perkembangan pembuatan solar cell atau sel surya mengalami kemajuan dari berbagai jaman dan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembuatan cell-cell tersebut.

Semikonduktor adalah bahan yang memiliki struktur seperti isolator akan tetapi memiliki celah energi kecil (1 elektron volt, eV atau kurang) sehingga memungkinkan elektron bisa melompat dari pita valensi ke pita konduksi. Hal tersebut dapat dijelaskan dengan pita-pita energi seperti gambar 2. Elektron dari pita konduksi dapat meloncat ke pita valensi ketika sambungan tersebut dikenai photon dengan energi tertentu.



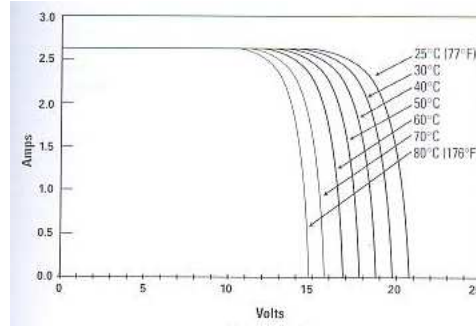
Gambar 2. Struktur pita sebuah semi konduktor (Sumber : Yuwono, 2005)

Faktor pengoperasian maksimum solar cell sangat tergantung pada :

1. Ambient air temperature
2. Radiasi solar matahari.
3. Kecepatan angin bertiup
4. Keadaan atmosfer bumi
5. Orientasi panel atau array PV (photo voltaic)
6. Posisi letak sel surya (array) terhadap matahari (tilt angle).

Sebuah Sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25⁰C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada panel surya akan melemahkan voltage. Setiap kenaikan temperatur sel surya 1 derajat celsius (dari 25 derajat) akan berkurang sekitar 0.4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah 2x lipat untuk kenaikan temperatur sel per 10⁰C. Gambar 3 merupakan grafik pengaruh temperatur pada solar cell dalam ⁰C. (wulandari,2010)

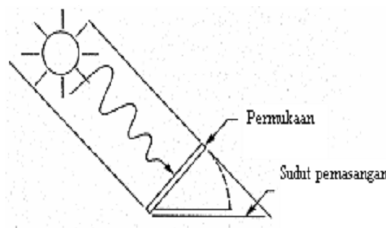
Kecepatan tiup angin disekitar lokasi PV array dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca PV array. Keadaan atmosfer bumi- berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara, kabut dan polusi sangat menentukan hasil maksimum arus listrik dari deretan PV.



Gambar 3. Grafik perubahan temperatur terhadap tegangan dan arus (Sumber: <http://www.panelsurya.com>)

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

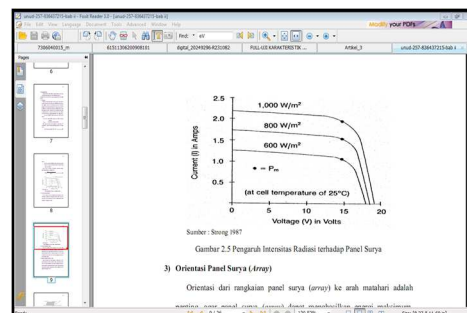
Pada gambar 4, tilt angle (sudut orientasi matahari) mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan panel surya secara tegak lurus akan mendapatkan energi maksimum ± 1000 W/m² atau 1 kW/m². Kalau tidak dapat mempertahankan ketegak lurus antara sinar matahari dengan bidang panel surya, maka extra luasan bidang panel surya. (wulandari, 2010)



Gambar 4. Sudut panel PV dalam posisi datar. Sumber: Wulandari, 2010

Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari

Apabila jumlah energi cahaya matahari yang diterima sel surya berkurang atau intensitas cahayanya melemah maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dibandingkan penurunan arus listriknya.



Gambar 5. Grafik Pengaruh itensitas cahaya terhadap tegangan dan voltase pada panel surya (Sumber : Diputra, 2008)

Intensitas cahaya merupakan pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari, atau dapat dikatakan sumber utama untuk proses-proses fisika atmosfer yang menentukan keadaan cuaca dan iklim di atmosfer bumi. Radiasi surya memegang peranan penting dari berbagai sumber energy lain yang dimanfaatkan manusia. (Diputra,2008)

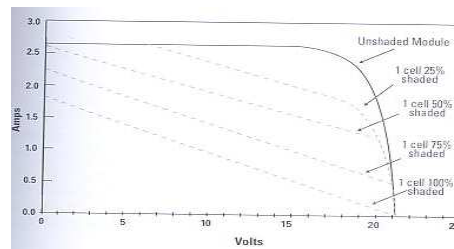
Bayangan (Shading)

Shading adalah dimana salah satu atau lebih sel silikon dari solar panel tertutup dari sinar matahari. Shading akan mengurangi pengeluaran daya dari solar cell panel. Beberapa jenis solar cell panel module sangat terpengaruh oleh shading dibandingkan yang lain. Tabel di bawah ini menunjukkan efek yang sangat ekstrim pengaruh shading pada satu sel dari modul single crystalline yang tidak memiliki internal bypass diodes. Untuk mengatasi hal tersebut solar cell panel dipasang bypass diode, bypass diode untuk arus mengalir ke satu arah, mencegah arus ke silikon yang kena bayangan.

Tabel 1. Persentase shading mengenai permukaan panel surya

Persentase dari bayangan pada satu sel	Pesenttase dari loss solar panel module
0%	0%
25%	55%
50%	50%
75%	66%
100%	75%
3 sel terkena bayangan	93

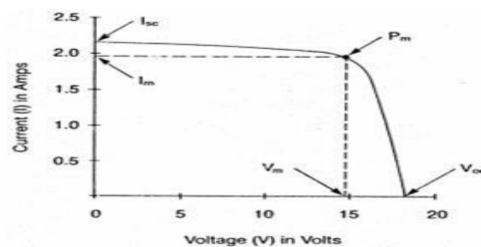
Sumber: <http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-cell>



Gambar 6. Grafik loss solar cell akibat bayangan (Shading)
(Sumber: www.panelsurya.com)

Karakteristik Tegangan – Arus pada Sel Surya

Penggunaan tegangan dari sel surya bergantung dari bahan semikonduktor yang digunakan. Jika menggunakan bahan silikon, maka tegangan yang dihasilkan dari setiap sel surya berkisar 0,5 V. Modul surya merupakan gabungan beberapa sel surya yang dihubungkan secara seri dan paralel sehingga memiliki karakteristik seperti Gambar 7. Tegangan dihasilkan dari sel surya bergantung dari radiasi cahaya matahari. Untuk arus yang dihasilkan dari sel surya bergantung dari luminasi (kuat cahaya) matahari, seperti pada saat cuaca cerah atau mendung.



Gambar 7. Grafik kurva karakteristik V – I pada sel surya (hardianto,2012)

Daya Listrik

Misalkan suatu potensial v dikenakan ke suatu beban dan mengalirlah arus i seperti disekemakan pada gambar 8. Energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan v (beda potensial). Dengan demikian total energi yang diberikan ke sejumlah elektron yang menghasilkan total muatan sebesar dq adalah sebanding dengan $v \times dq$.

Energi yang diberikan pada elektron tiap satuan waktu di definisikan sebagai daya (power) p sebesar

$$P = v \, dq/dt = vi \dots\dots\dots(1)$$

Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan international daya listrik adalah Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik) dan dirumuskan sebagai berikut:

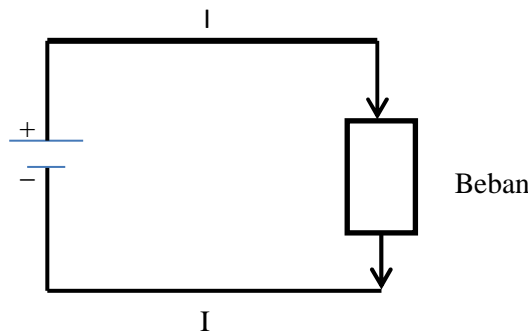
$$P = V \cdot I \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

P = adalah daya (watt atau W)

I = adalah arus (ampere atau A)

V = adalah perbedaan potensial (volt atau V).



Gambar 8. Aliran arus pada beban karena potensial v (Sumber: Elektronika dasar)

Untuk mengetahui waktu dalam proses pengisian baterai, dapat menggunakan rumus:

$$Ta = \frac{Ah}{A} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

Ta = lamanya pengisian arus

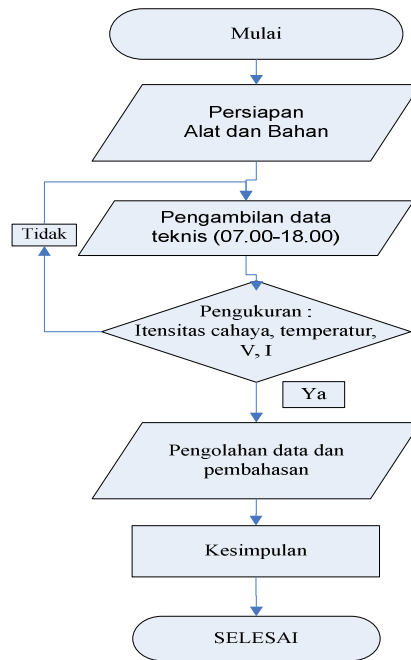
Ah = besarnya kapasitas baterai

A = Besarnya arus

2. METODOLOGI

Metode penelitian meliputi: pengujian pengaruh itensitas cahaya dan temperatur terhadap keluaran sel surya, dengan pengambilan data setiap satu jam. Pada penelitian ini akan diambil data keluaran panel sel surya. Keluaran tersebut akan dihitung dalam bentuk daya. Waktu pengukuran pukul 07.00 -18.00 selama 7 Hari.

Langkah-langkah kerja dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram pada gambar 9.

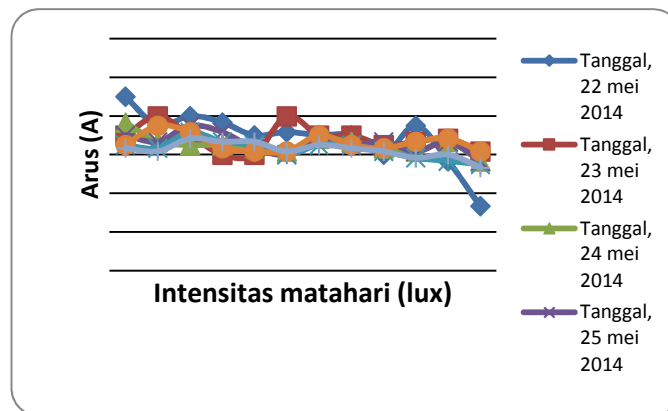


Gambar 9. Diagram Alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa hasil rata rata selama pengukuran

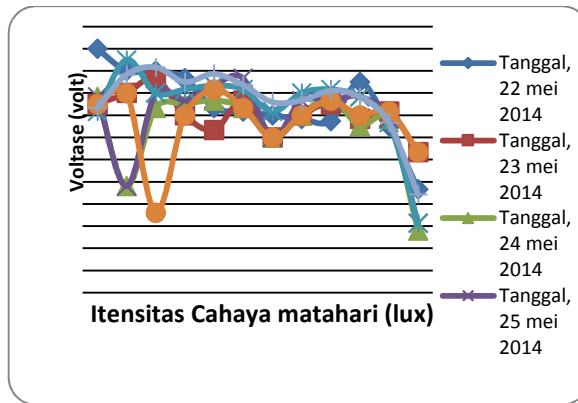
Untuk grafik rata rata selama pengukuran dapat dilihat dibawah ini, untuk grafik arus bisa dilihat pada gambar 10, untuk grafik tegangan bisa dilihat pada gambar 11.



Gambar 10. Grafik perubahan Intensitas matahari terhadap arus selama 7 hari

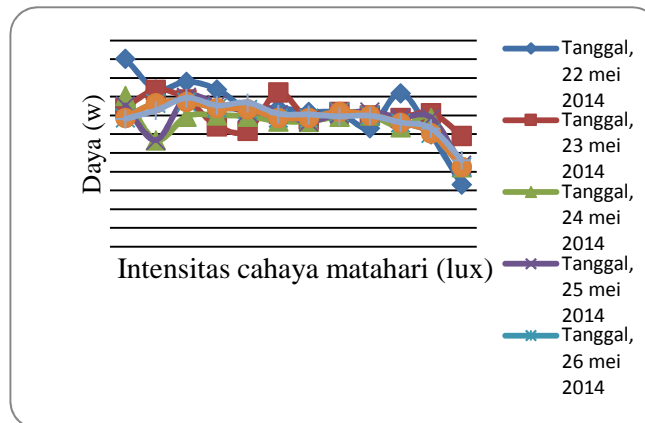
Gambar 10 menunjukan besarnya perubahan intensitas cahaya terhadap arus yang dihasilkan panel surya selama penelitian tugas akhir. Pada gambar tersebut terlihat arus yang lebih besar dihasilkan pada pagi hari yaitu rata rata mencapai 2,3 Amper dengan intensitas cahaya matahari mencapai 11147 lux, karena pada pagi hari temperatur sel surya rata-rata 30,41 °C.

Berbeda dengan tegangan keluaran dari modul surya, yang berbanding terbalik dengan arus, tegangan yang dihasilkan pada pagi hari hanya mencapai 38,48 volt, dan terus meningkat ketika siang hari mencapai 44,78 volt, dan tegangan akan menurun pada sore hari menjadi 43,57 volt. Mengapa demikian, karena tegangan akan meningkat ketika intensitas matahari meningkat dan tegangan akan menurun ketika intensitas matahari semakin menurun. Seperti terlihat pada gambar 12.



Gambar 11. Grafik perubahan intensitas matahari terhadap tegangan

Dengan demikian, jika perubahan arus dan tegangan digambarkan dengan grafik perubahan daya yang dihasilkan maka akan memiliki bentuk seperti yang terlihat pada gambar 12 dibawah ini, besarnya arus dan tegangan dari sel surya tergantung dari intensitas cahaya matahari dan temperatur.



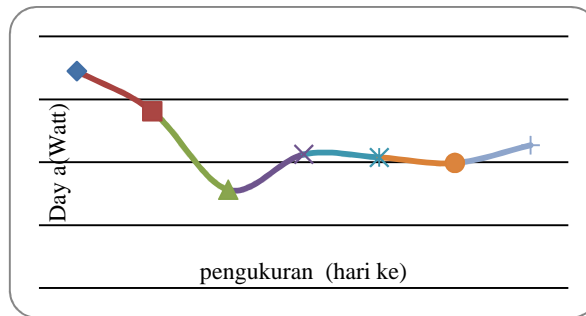
Gambar 12. Grafik Perubahan tegangan yang dihasilkan sel surya berdasarkan intensitas cahaya

Sehingga hal seperti pada gambar 12 tidak selalu terjadi demikian, yaitu besarnya arus dan daya pada pengukuran tidak selalu lebih besar atau lebih kecil, dikarenakan cuaca yang tidak menentu sepanjang hari dan berawan sehingga intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan sel surya juga berubah-ubah. Dibawah ini merupakan tabel perolehan daya (watt) rata rata dalam hari.

Tabel 2. Daya rata rata dalam hari.

No.	Hari ke	Itensitas cahaya lux	Temperatur °C	Tegangan V	Arus I	Daya watt
1	1	20447	35	38.53	1.99	76.9
2	2	13008	34	38.08	1.98	76
3	3	19043	34	37.45	1.95	73
4	4	14279	34	37.87	1.96	74
5	5	7760	32	38.44	1.93	74
6	6	15980	33	37.73	1.96	74
7	7	17827	32	38.70	1.93	75

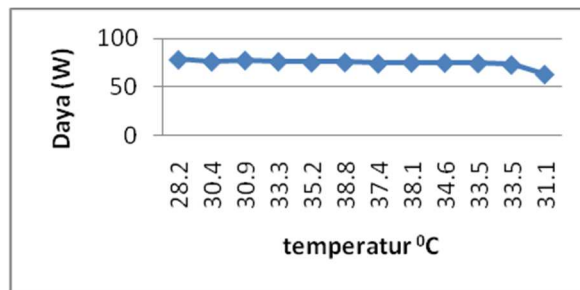
Grafik pada gambar 13 merupakan daya rata rata yang dihasilkan sel surya setiap hari selama pengukuran, terjadi penurunan daya pada hari ke tiga dan selanjutnya dikarenakan pada hari tersebut cuaca mendung dan berawan sehingga kerja sel surya kurang optimal.



Gambar 13. Grafik Daya rata-rata yang dihasilkan sel surya

Arus dan tegangan yang dihasilkan dari modul tersebut menjadi energi masukan untuk sistem baterai 24 Volt dengan kapasitas baterai 100 Ampere hour (Ah), dengan maksud apabila baterai tersebut diberikan masukan arus sebesar 1,9 Ampere maka baterai akan terisi penuh dalam waktu 52,6 jam. Arus tersebut kurang maksimal untuk menjadi energi masukan pada baterai karena masih terlalu kecil sehingga pengisian baterai dibutuhkan waktu yang relatif lama. Hal ini terjadi karena pada saat pengukuran cuaca tidak terlalu bagus dan sering berawan akibatnya modul surya kurang mendapatkan intensitas cahaya matahari dan menghasilkan arus keluaran yang kecil.

Pengaruh temperatur terhadap daya rata rata selama pengukuran dapat dilihat pada gambar 14 dibawah ini, terlihat bahwa daya yang dihasilkan setiap jamnya berdasarkan temperatur tidak berbeda jauh, daya tertinggi dihasilkan pada pagi hari mencapai 78,3 watt pada temperature 28,2 °C.



Gambar 14. Grafik pengaruh temperatur terhadap daya rata rata selama pengukuran

3.2 Lama pengisian baterai

Arus dan tegangan yang dihasilkan dari modul surya tersebut akan menjadi masukan untuk system baterai 24 volt dengan kapasitas baterai 100 (Ah), maka.

Diketahui:

kapasitas baterai = 100 Ah

Arus rata rata dalam sehari = 1.9 Amper

Jika sel surya bekerja secara normal 12 jam/hari, maka

$$Ta = \frac{Ah}{A}$$

$$Ta = \frac{100 Ah}{1.9 A} = 52,6 jam$$

$$\frac{52,63 \text{ jam}}{12 \text{ jam/hari}} = 4,3 \text{ hari}$$

Maka baterai akan terisi penuh dengan waktu 4,3 hari ~ 5 hari.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan penulis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan tentang daya yang dihasilkan panel surya, antara lain:

1. Daya yang dihasilkan panel surya tergantung dengan intensitas cahaya dan temperatur, semakin besar intensitas cahaya maka semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan, dengan syarat jangan melebihi temperature kerja panel surya, selama penelitian daya tertinggi 78.4 watt dihasilkan pada intensitas cahaya 3990 lux dan temperature 28.2^oC.
2. Perubahan temperatur pada panel surya juga sangat mempengaruhi keluaran panel surya, daya tertinggi terdapat pada temperatur 28.2^oC mencapai 78.4 watt. Dan daya terendah terdapat pada temperatur 31.1^oC mencapai 63.3 watt.
3. Rata-rata daya yang dikeluarkan panel surya selama pengukuran perhari mencapai 74,65 Watt dengan intensitas cahaya 15477 lux pada temperatur panel surya mencapai 33,67^oC.
4. Arus dan daya yang dihasilkan dari modul tersebut menjadi energi masukkan untuk sistem baterai 24 Volt dengan kapasitas baterai 100 Ampere hour (Ah), dengan maksud apabila baterai tersebut diberikan masukkan arus sebesar 1,9 Ampere maka baterai akan terisi penuh dalam waktu 52,6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji rakriyan Bre A, 2008, perancangan struktur sel surya level energi rendah dan menengah untuk mendukung modul berefisiensi tinggi, FT,UI
- Ariswan, prospek penelitian dan aplikasi fotovoltaiik sebagai sumber energi alternatif di Indonesia, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ardita I M, Dkk, 2008, optimasi pemanfaatan energi terbarukan local untuk pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan scenario energi mix nasional. Prosiding seminar nasional sains dan teknologi-II , Universitas Lampung.
- Archie W. Culp, Jr, Ph.D, Prinsip-prinsip Konversi Energi (Terjemahan) oleh Ir. Darwin Sitompul M.Eng, Penerbit Erlangga , Jakarta (1984)
- Bagaskara, 2013, rancangan pembuatan lampu hemat energi menggunakan lampu LED, Bandung, Universitas pendidikan Indonesia
- Febriyan, dasar ilmu listrik, termuat di <http://blogfebriyan.blogspot.com> Diakses 7 Maret 2014
- Hardianto eko H dan Rinaldi satria R,2012, perancangan prototype penjejak cahaya matahari pada aplikasi pembangkit listrik tenaga surya, jurnal Foristek, vol 2, no 2.
- Lindeteves, Solar cell panel termuat di <http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-cell> diakses 27 maret 2014.
- Satwiko.S.2012.Uji Karakteristik Sel Surya pada Sistem 24 Volt DC sebagai Catudaya pada Sistem Pembangkit Tenaga Hybrid. Jakarta Timur. Universitas Negeri Jakarta.
- Swarinoto dkk, 2011, pemanfaatan suhu udara dan kelembapan udara dalam persamaan regresi untuk simulasi prediksi total hujan bulanan di bandar lampung, Pusat meteorologi publik BMKG.
- Wulandari I, 2010, Rancang Bangun Sistem penggerak pintu Air dengan Memanfaatkan Energi alternative matahari, Institute Teknologi Sepuluh November
- Wikipedia, Radiasi Matahari, termuat di http://id.wikipedia.org/wiki/Radiasi_Matahari diakses 7 Maret 2014
- Yuwono.B 2005, optimalisasi panel surya dengan menggunakan system pelacak berbasis mikrokontroler AT89C51