

## PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI LAHAN PERTANIAN TERPADU CISEENG PARUNG-BOGOR

Rosalina<sup>1)</sup>, Estu Sinduningrum<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA  
Jl. Tanah Merdeka no.6 Kp.Rambutan, Pasar Rebo, Jakarta Timur  
Telp.021-87782739, Fax. 021-87782739, Mobile +6281283069764  
E-mail : [rosalina@uhamka.ac.id](mailto:rosalina@uhamka.ac.id)

### Abstrak

Tenaga Surya atau sistem photovoltaic dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga listrik. Modul surya dibuat dari bahan semikonduktor yang mengandung partikel electron dan akan meloncatkan arus listrik saat menerima energy kinetic dari cahaya matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik.

Dalam periode penelitian kali ini prioritas kearah penerapan teknologi konversi energy listrik dari energy cahaya matahari diubah ke listrik, matahari akan mengisi baterai DC dan kemudian akan diubah oleh inverter menjadi AC, metode yang akan digunakan dalam penelitian adalah perhitungan besar sudut matahari terhadap sel matahari persatuan waktu maka akan diketahui lamanya pengisian baterai secara kontinu, sehingga secara otomatis output AC dari baterai sebagai sumber energy listrik yang akan dipakai untuk menyalakan lampu jalan dan perangkat listrik lainnya.

Hasil pengujian modul surya (photovoltaic) diharapkan akan menghasilkan daya perjam = Wh dengan memakai baterai DCMF 12V 70Ah sebesar 840Wh, ini berarti baterai bisa menyediakan  $\pm 840$  W selama 1 jam.

**Kata Kunci:** Energi Matahari, Potovoltaic, Penghematan Energi, Inverter.

### 1. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhannya manusia tidak bisa lepas dari energy listrik. Terutama diperkotaan, dari hal yang kecil sampai kebutuhan yang pokok tidak terlepas dari listrik.

Munculnya energy listrik merupakan proses perubahan energy mekanik menjadi energy listrik. Bentuk energy mekanik yang mengawali gerakan electron menjadi terlepas dari lintasannya sehingga muncul arus listrik yang akan melewati media penyalurnya.

Gerakan mekanik yang mengawali terbentuknya energy listrik bisa diperoleh dari berbagai sumber, seperti: Jatuh air, Gerakan angin, Pembakaran Gas, Diesel, Uap Air, Penumbukan nuklir dan sebagainya.

Energy listrik yang diperoleh dari sumber konvensional seiring dengan waktu pemakaian akan habis terpakai sehingga perlu dicarikan alternative untuk keberlangsungan terciptanya energy listrik.

Energy terbarukan bisa digolongkan kedalam energy yang berkelanjutan karena senantiasa akan tersedia di alam.

Energy listrik dari sel surya didasarkan dari satu konversi penomena efek fotovoltaic ketika sinar matahari mengenai sel surya.

Sel surya mampu mengkonversi radiasi matahari menjadi listrik dalam 2 bentuk;

1. Energi berasal dari cahaya matahari

Metode ini didasarkan pada efek fotolistrik yang mengenai sel surya.

2. Energi berasal dari panas matahari

Metode ini dikembangkan dari panas matahari yang ditangkap sejumlah cermin cekung untuk menangkap panas matahari. Energy panas dari matahari ini dipergunakan untuk memanaskan air menjadi uap air. Energi mekanik dari uap air ini bisa disalurkan untuk memutar turbin uap yang dikopel dengan generator sehingga menghasilkan energy listrik.

Dari hasil penelusuran kami, dalam rangka membantu penduduk dalam pemenuhan energy listrik dan sebagai tempat untuk mengembangkan

pengetahuan tentang solar sel maka menurut kami lahan pertanian terpadu Ciseeng Parung Bogor sangatlah potensi untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian produktif dan sebagai tempat sarana edukatif pertanian, sehingga dikemudian hari diharapkan dapat tercipta kerjasama terpadu antara UHAMKA dan pengelola lahan pertanian dalam hal edukatif.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. State of The Art

Radiasi cahaya matahari ke bumi yang terdiri dari partikel energy surya yang diubah menjadi energy listrik. Diperkirakan energy radiasi surya yang mengenai lapisan bumi sebesar 1353 W/m.

Tenaga surya memiliki beberapa keuntungan antara lain:

1. Sumber input matahari dapat diperoleh dengan mudahnya dimana saja kita meletakkan modul surya.
2. Bersih tidak mencemari lingkungan.
3. Dilihat dari iklim trofis Indonesia sangatlah sesuai untuk mendirikan PLTS.
4. Listrik yang dihasilkan dapat dengan mudah disimpan dipenyimpanan yaitu baterai.

Kondisi cuaca, pergantian musim turut mempengaruhi kualitas dan kuantitas dari cahaya matahari yang mengenai sel surya.

Produksi energi surya pada suatu daerah dapat dihitung sebagai berikut:

$$E = I \times A$$

#### Dimana:

E = Energi surya yang dihasilkan (Wb)

I = Isolasi/Intensitas radiasi surya rata-rata yang diterima selama satu jam (Wb/m<sup>2</sup>)

A = Luas area (m<sup>2</sup>)

(Jurnal Pangestuning tyas D.L\*), Hermawan and Karnoto):



**Gambar 1: Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

**Sumber:** Jurnal “Perancangan Pembangkit Listrik tenaga surya” Hasnawiya Hasan)

Daya pada panel surya tergantung pada intensitas matahari yang mengenainya. Besar intensitas ini ditentukan pada letak astronomi lokasi panel surya.

Karena itu untuk menghasilkan intensitas matahari yang besar diperlukan peletakan sel surya dalam kondisi miring. Sudut kemiringan panel surya diukur pada sudut azimutnya.

### Prinsip Kerja Teknologi Photovoltaic

Modul surya yang dirancang dari bahan semikonduktor mampu merubah energy matahari menjadi energy listrik. Didalamnya akan terjadi pelepasan electron jikalau ada tumbukan energy saat mengenai modul.

Terjadinya penambahan intensitas cahaya mengakibatkan peningkatan energy kinetic pada modul surya terutama saat siang hari.

### Perangkat yang dibutuhkan pada sistem Surya (Photovoltaic)

Pertama kali saat mau membangun listrik tenaga surya perlu dipersiapkan perangkat yang dibutuhkan antara lain:

#### 1. Panel Surya

Bahan utama untuk menangkap sinar matahari diperlukan satu modul yang tersusun atas beberapa sel surya terbuat dari bahan semikonduktor.



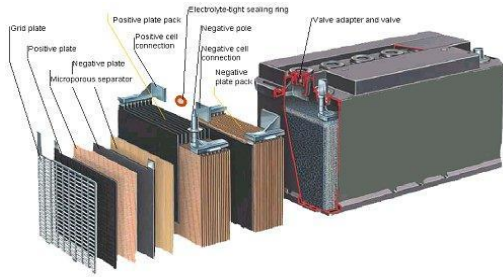
**Gambar 2: Papan panel surya**

**Sumber:** Jurnal “Perancangan Pembangkit Listrik tenaga surya” Hasnawiya Hasan)

#### 2. Baterai

Fungsi baterai sebagai alat untuk menyimpan energy listrik yang dihasilkan oleh panel surya disiang hari sangat membantu untuk pemenuhan kebutuhan listrik di malam hari sebagai sumber energy cadangan atau emergensi jikalau sumber utama (PLN) terputus.

Jenis baterai yang tepat dalam penyimpanannya energy sel surya ini adalah baterai “Deep Cycle Lead Acid” maximal bisa menyimpan energy berkapasitas sebesar 100 Ah 12 Volt, efisiensi lebih kurang 80%, diperlukan waktu pengisian selama 12-16 jam.



Gambar 3. Baterai /Aky

**Sumber:** Jurnal “Perancangan Pembangkit Listrik tenaga surya” Hasnawiya Hasan)

**3. Regulator Baterai / Controller**

Adalah alat yang dipakai untuk mengatur arus DC yang mengalir ke baterai dan juga mengatur pemakaiannya ke beban. Regulator ini juga berfungsi untuk mengatur overcharging (Kelebihan pengisian) dari modul surya serta akan memonitor suhu baterai.

Saat isi baterai tersisa 20% sampai 30%, maka regulator akan memutuskan dengan beban. Didalam Regulator ini ditambahkan alat diode protection sebagai perlindungan agar supaya arus yang ada tidak akan kembali ke modul surya.



Gambar 4. regulator baterai

**Sumber:** Jurnal “Perancangan Pembangkit Listrik tenaga surya” Hasnawiya Hasan)

**4. Inverter**

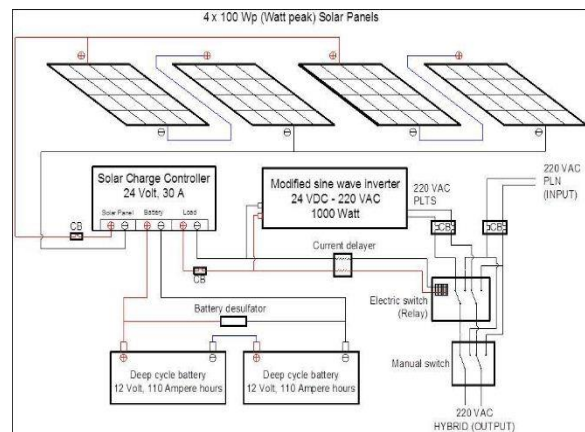
Pemakaian inverter pada sistem ditujukan untuk mengubah arus DC menjadi AC dikarekan kebanyakan beban yang ada dipasaran sudah diset menggunakan arus AC.



Gambar 5. Contoh Inverter

**5. Kabel Instalasi Rangkaian PLTS**

Pemasangan kabel instalasi ditujukan untuk menghubungkan peralatan listrik pada modul surya kali ini spesifikasi kabel yang digunakan untuk tegangan 12 volt.

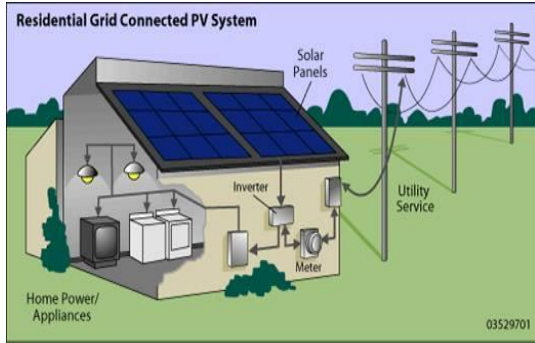


Gambar 6. Skema lengkap teknologi photovoltaic

Instansi listrik PLTS ini biasanya dipakai diantara lain :

**a. Solar Home System (SHS)**

Dikarenakan Instalasi listrik surya ini lebih simpel dan tidak membutuhkan perawatan khusus maka instalasi surya lebih umum dipakai pada lokasi yang jauh dari jangkauan PLN atau untuk pemakaian pribadi yang dinilai lebih efisien seperti: rumah tinggal, rumah ibadah, rumah perkantoran dan kawasan pemukiman pedesaan.

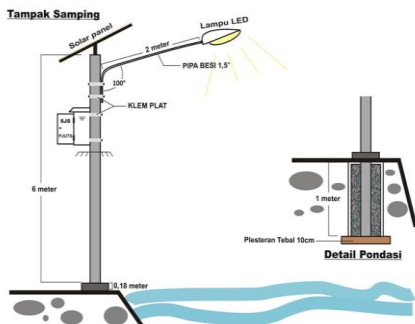


Gambar 7. Solar Home System

Sumber: Jurnal “Perancangan Pembangkit Listrik tenaga surya” Hasnawiya Hasan)

**b. Instalasi Lampu jalan**

Pemasangan lampu jalan bertenaga surya sangat besar manfaatnya terutama yang terletak di lokasi jalan yang sulit dijangkau PLN dan juga ditujukan untuk penghematan energy listrik PLN.



Gambar 8. Komponen-komponen lampu jalan bertenaga surya

**2.2 Perancangan Teknologi PV**

Untuk merancang teknologi surya ini dapat dilakukan dengan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Menghitung beban keseluruhan yang akan dipenuhi oleh pembangkit,

$$\text{Beban pemakaian (Wh)} = \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian}$$

2. Memperkirakan kapasitas dari modul surya yang akan digunakan dengan mempertimbangkan total beban :

$$\text{Kapasitas modul surya} = \frac{\text{Total beban pemakaian harian}}{\text{Insolasi surya harian}}$$

Yang dimaksudkan dengan Insolasi surya harian adalah ketersediaan energi surya rata-rata di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>.

3. Dari kedua langkah diatas maka dapat diperkirakan kapasitas baterai yang mampu menampung arus dari solar panel.

$$\text{Kapasitas baterai (Ah)} = \frac{\text{Total kebutuhan energi harian}}{\text{Tegangan sistem}}$$

Untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari maximal maka pemasangan instalasi listrik surya harus memperhitungkan letak tidak terhalangi pohon-pohon yang tinggi, gedung pencakar langit dan lain-lain.

Posisi pemasangan dibuat miring dan dipasang sensor untuk mengendalikan motor agar supaya modul surya bisa mengikuti sinar matahari sehingga sel surya terus akan terisi penuh.

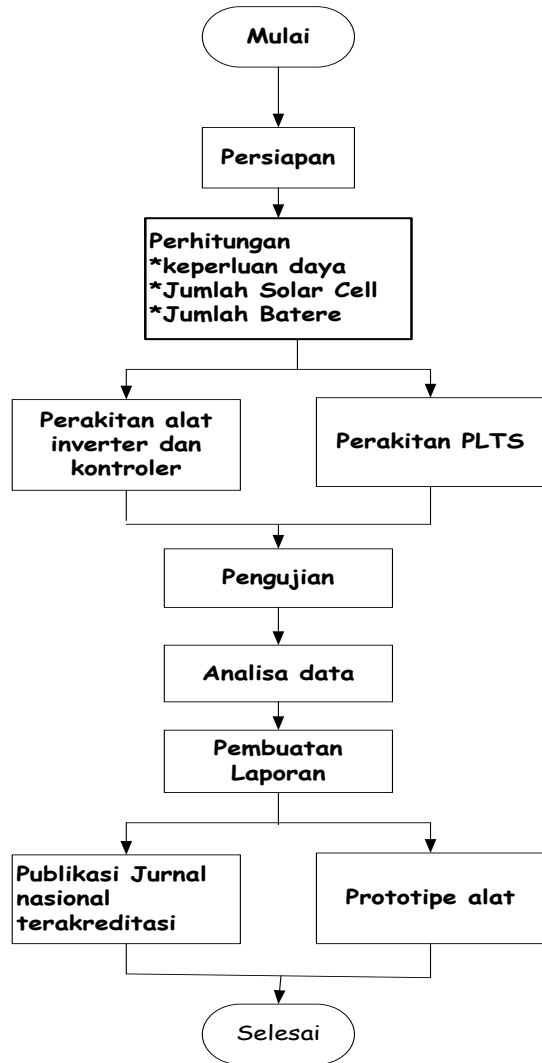
Tabel 1. Data posisi kemiringan modul sel surya

Garis Lintang	Sudut kemiringan
0 - 15°	15°
15 - 25°	25°
25 - 30°	30°
30 - 35°	40°
35 - 40°	45°
40 - 90°	65°

Peletakan baterai harus memperhitungkan tempat dengan suhu yang lembab agar tidak terjadi percikan api dan jauh dari jangkauan anak. Sedang peletakan asesoris pendukung yang lain diletakan diluar ruangan yang resistan dengan sinar matahari.

**3. METODE PENELITIAN**

Alur penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan seperti pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 9. Bagan Alir Penelitian

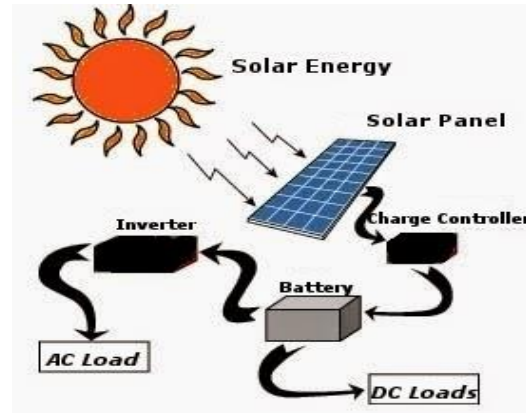
**Tahapan penelitian**

**\*Dimulai dengan persiapan.**

Pada tahap ini, peneliti melakukan studi pustaka mencari *state of the art* berupa jurnal jurnal yang mendukung *novelty* dan dasar teori dari topik usulan penelitian ini.

**\*Tahap kedua,**

Peneliti melakukan persiapan, yaitu membuat rancangan desain peralatan dan alur peralatan penelitian seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



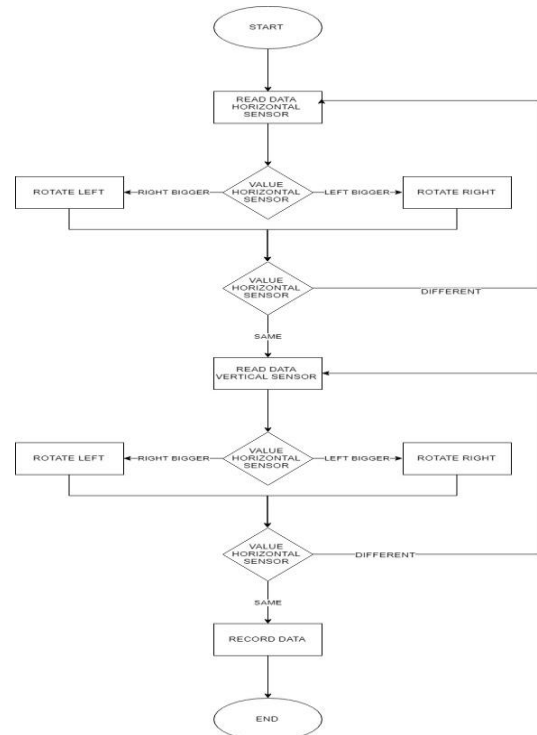
Gambar 10. Desain Peralatan

**\*Tahap ketiga,**

Pada tahapan ini peneliti akan melakukan perhitungan terhadap Kebutuhan daya listrik, Kebutuhan Jumlah Solar Cell dan Kebutuhan Jumlah Baterai.

**\*Tahap keempat,**

Pada tahapan ini peneliti akan membuat satu rancangan program computer untuk menganalisa besarnya sudut kemiringan modul terhadap radiasi matahari yang akan mengenai setiap array susunan sel surya.

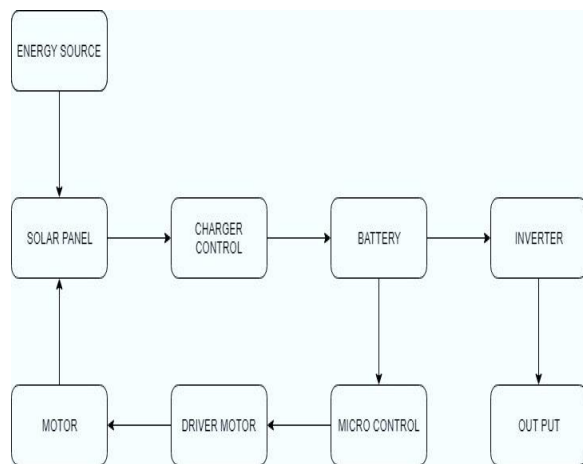


Gambar 11. Flow chart kerja alat PLTS



**Keterangan Gambar:**

1. Solar Panel berisikan sel-sel surya yang disusun perbaris (array) ditujukan untuk menyerap cahaya matahari untuk disalurkan ke baterai yang dikontrol oleh charger regulator.
2. Charge Kontrol dipakai sebagai modul sangat berperan dalam mengatur input dari sinar matahari dan output sinyal listrik yang akan disimpan didalam baterai.
3. Fungsi baterai sebagai alat untuk menyimpan daya listrik yang diterima dari sel surya sehingga dapat dipakai dikesempatan lainnya jikalau tidak ada input dari sinar matahari.
4. Pemasangan inverter dalam sistem ditujukan untuk pengubah tegangan DC menjadi AC dikarenakan beban yang akan dialiri arus listrik rata-rata bertegangan AC.
5. Micro controller untuk mengontrol gerak motor untuk solar cell dan pendingin.
6. Driver motor untuk penggerak motor.



**Gambar 12. Flow Chart Kerja keeping solar cell untuk pembacaan data.**

**\*Tahap Kelima,**

Peneliti akan melakukan pengujian variable kapasitas daya listrik yang dihasilkan dari sel surya untuk pengisian battery, selanjutnya akan disalurkan ke inverter guna diubah dari DC ke AC untuk dilihat pemenuhan kebutuhan daya listrik.

**\*Tahap Keenam**

Menganalisa variable-variabel yang berpengaruh terhadap output solar cell dalam pemenuhan energy listrik. Jika terjadi kesalahan maka akan di lakukan perbaikan modul agar didapatkan keluaran yang diinginkan. Yang kemudian akan dijalankan lagi modul dan alat yang sudah dilengkapi data dan bahannya.

**\*Tahap Ketujuh**

Pembuatan laporan dengan luaran yang dihasilkan adalah publikasi jurnal nasional terakreditasi dan prototype alat skala lab.

**4. PERANCANGAN PLTS**

**4.1. Menghitung Kebutuhan Daya Listrik di lahan Pertanian Ciseeng**

**1. Kebutuhan Beban**

Tingkat awal diperlukan data perhitungan kebutuhan daya listrik.

Modul Potovoltaic selalu ada daya yang hilang tergantung jenis dan kualitas modul surya yang digunakan, karena itu perlu dikalikan dengan nilai 1,3 untuk total wattjam perhari.

Jenis Beban	Jumlah	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)	Waktu (Jam)	Total Watt Jam (Wh)
Lampu LED	3	220	15	8	360

**Total Kebutuhan: 360 Wh**

Total kebutuhan pemakaian perhari dikalikan 1,3 = **468 watt jam perhari**

**2. Menghitung perkiraan kapasitas panel Surya.**

Energi matahari yang memancar di permukaan bumi Indonesia rata-rata berlangsung selama 5 jam, Jadi untuk menghitung kebutuhan panel surya maka dengan cara membagi kebutuhan total beban dengan 5. Yaitu

$$468 : 5 = 93,6 \text{ wp}$$

Misalkan panel surya yang akan dipakai berukuran 100 WP, sehingga perkiraan kebutuhan modul surya yang akan diterapkan adalah kebutuhan wattpeak dibagi dengan nilai daya panel surya :

$$93,6 : 100 = 0,936 \rightarrow = 1 \text{ modul surya}$$

Jadi untuk pemenuhan beban 360 wh dibutuhkan 1 modul surya dengan ukuran 100 WP.

**3. Menentukan baterai yang dipersiapkan untuk lama waktu back up.**

Ukuran baterai yang akan disiapkan ditentukan berpatokan pada tegangan yang digunakan dalam satuan volt dan energy yang diperlukan dalam satuan Ampere hour yaitu 12 Volt, 45 Ah.

Hari-hari pada saat matahari tidak begitu tajam memancarkan intensitasnya ini akan mempengaruhi pengisian baterai, karena itu perlu diperhitungkan kebutuhan baterai, sehingga system tidak terputus dalam pelaksanaannya.

System Photovoltaic tidak dapat mengubah daya matahari selama 3 hari, perlu dipertimbangkan factor efisiensi baterai yang harus ditinggalkan minimal 20% - 30 %.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Battery} &= \\ &= \frac{\text{Total daya} \times 3}{(0,85 \times 0,6 \times 12)} \\ &= \frac{(360 \times 3)}{(0,6 \times 0,85 \times 12)} \\ &= 176,47 \text{ Ah} \end{aligned}$$

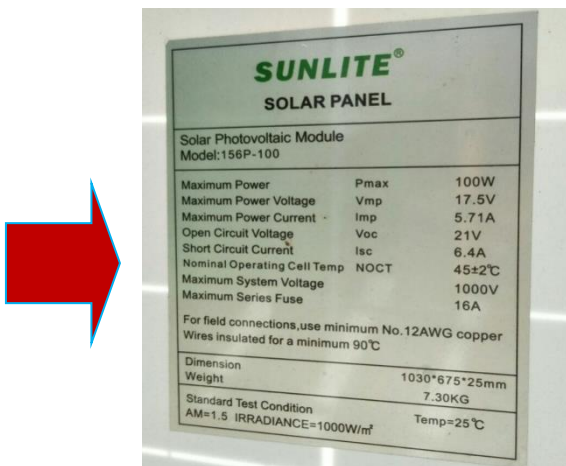
Jikalau jenis baterai yang akan digunakan adalah baterai 12 V, 45 Ah maka :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah battery yang dibutuhkan} &= \\ &= \frac{176,47}{45 \text{ Ah}} \\ &= 3,92 = 4 \text{ baterai} \end{aligned}$$

**4. Perkiraan Kebutuhan Kontrol Surya.**

Untuk memperkirakan kebutuhan jenis charger control perlu diketahui terlebih dahulu spesifikasi dan karakteristik dari panel surya.

Spesifikasi dari panel surya yang ada di Ciseeng : Pmax = 100 Wp , Voc = 21 V A  
Vm = 17,5 VDC ,Isc = 6,4 A, Im = 5,71 A



**Gambar 13 : Data pada Solar Panel.**  
**Sumber : Pribadi**

Harga Arus short circuit (Isc) nilainya harus dikalikan dengan jumlah panel surya dan hasilnya menyatakan nilai minimal dari charge control yang diinginkan.

$$\begin{aligned} \text{Daya solar charge controller} &= \\ &= \text{1baterai} \times 6,4 = 6,4 \text{ A} \end{aligned}$$

**5. Pemilihan Inverter**

“Spesifikasi inverter harus sesuai dengan charge controller yang digunakan. Berdasarkan tegangan sistem dan perhitungan charge controller, maka tegangan masuk (input) dari inverter 12 V DC dan tegangan output yang terhubung ke beban adalah 220 V AC, arus yang melalui inveter juga harus sesuai dengan arus yang melalui charge controller, dengan cara menggunakan perhitungan solar charge controller sehingga kapasitas arus inverter bisa ditentukan, dalam hal ini range yang diambil adalah 500 watt”.

**4.2. Data Hasil Percobaan menggunakan solar cell 100 wp.**

Dalam percobaan dilapangan peneliti membagi 2 kondisi solar cell yaitu kondisi statis dan kondisi dinamis. Tampilan output perancangan dengan memakai program C++ pada mikro controller Arduino yaitu :

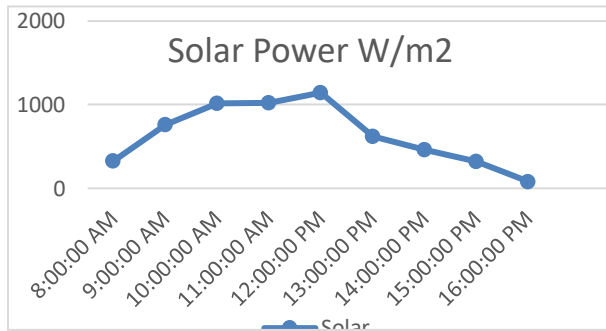
**a) Kondisi Statis**

**Tabel 2 : Besarnya Arus yang didapat saat kondisi solar cell statis dalam 1 hari percobaan**

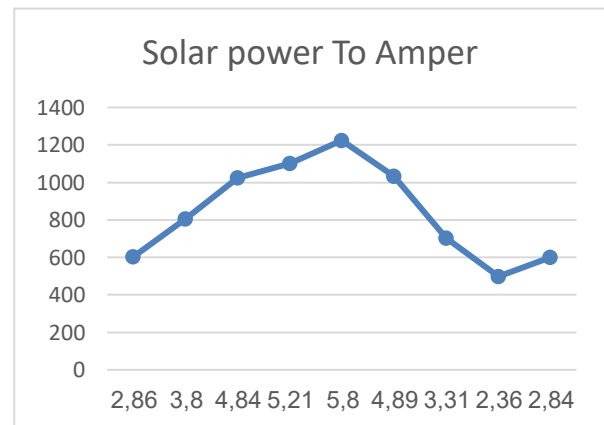
Time	Sudut Vertikal	Energi Solar Power (W/m <sup>2</sup> )	Ampere (A)
8:00:00 AM	-25	325	1.54
9:00:00 AM	-25	762	3.61
10:00:00 AM	-25	1014	4.8
11:00:00 AM	-25	1020	4.83
12:00:00 PM	-25	1144	5.4
13:00:00 PM	-25	623	2.95
14:00:00 PM	-25	462	2.18

15:00:00 PM	-25	324	1.53
16:00:00 PM	-25	81	0.38
<b>Total Waktu = 8 Jam</b>	<b>Kondisi sudut Statis = -25°</b>	<b>Total Energi Solar = 9744 Wb/m<sup>2</sup></b>	<b>Total Arus = 27,22 A</b>

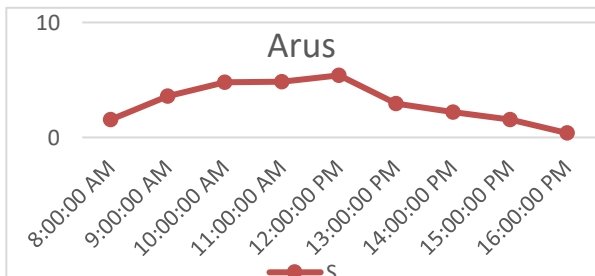
10:00:00 AM	-29	1023	4.84
11:00:00 AM	-15	1101	5.21
12:00:00 PM	1	1224	5.8
13:00:00 PM	15	1033	4.89
14:00:00 PM	29	702	3.31
15:00:00 PM	42	498	2.36
16:00:00 PM	55	601	2.84



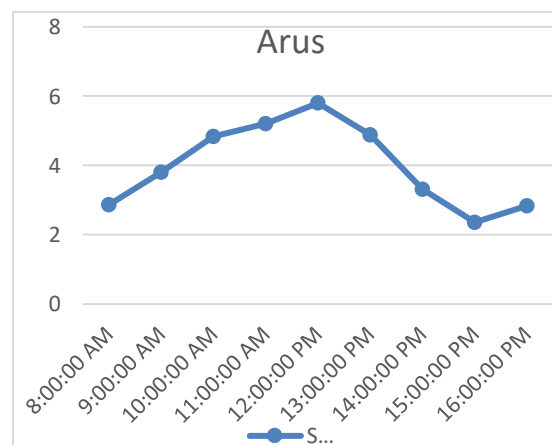
Gambar 14. Grafik Solar Power terhadap waktu percobaan



Gambar 16. Solar Power terhadap Ampere percobaan kondisi Dinamis



Gambar 15. Grafik Arus yang dihasilkan terhadap waktu percobaan



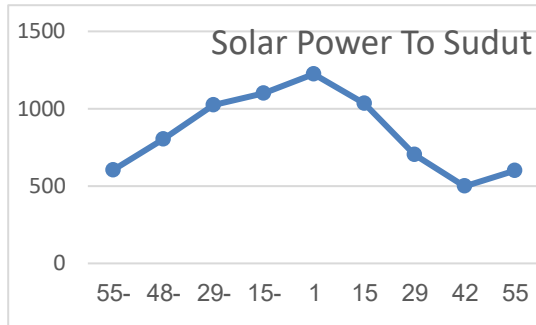
Gambar 17. Solar Power terhadap waktu percobaan kondisi Dinamis

**b) Kondisi Dinamis**

Tabel 3 : Besarnya Arus yang didapat saat kondisi solar cell dinamis dalam 1 hari percobaan.

Time	Sudut Vertikal	Energi Solar Power (W/m <sup>2</sup> )	Ampere (A)
8:00:00 AM	-55	603	2.86
9:00:00 AM	-48	804	3.8





**Gambar 18. Solar Power terhadap sudut percobaan kondisi Dinamis**

#### 4.3. Analisa Data Hasil Pengujian.

\*) Dari data pengujian diatas diketahui :

Total energi beban : 360 Wh

Total Energi Solar Cell (Statis)  
= 9744 Wb/m<sup>2</sup>

Total Energi Solar Cell (Dinamis)  
= 7589 Wb/m<sup>2</sup>

Total Arus yang mengisi baterai (statis)  
= 27,22 Ampere

Total Arus yang mengisi baterai (dinamis)  
= 35,91 Ampere

Total waktu pengisian  
= 8 jam.

Output Inverter yang digunakan max 500 watt.

\*) Untuk beban 1 lampu :

**Arus lampu = 15 watt / 220 volt**  
**= 0,068 Ampere**

\*) Jadi total arus untuk mensupply beban  
= 3 x 0,068 = 0,204 Ampere

\*) Dalam 8 jam sehari total arus  
= 0,204 x 8 = 3,52 Ampere / hari

Artinya masih banyak yang bisa dipenuhi oleh baterai untuk beban harian.

\*) Jika baterai dalam kondisi penuh maka total beban yang dimungkinkan bisa disupply oleh baterai dilihat dari output inverter adalah

$$\frac{P_{\text{output inverter}}}{P_{\text{lampu}}} = \frac{500 \text{ watt}}{15 \text{ watt}} = 33 \text{ buah lampu}$$

#### 5. KESIMPULAN

1. Pemasangan pembangkit listrik tenaga surya di lahan Ciseeng ini sudah berhasil dilaksanakan, terbukti saat diuji coba sudah dapat menyalakan lampu jalan di lokasi.

2. Sudut Azimut solar cell 25<sup>0</sup> menghasilkan Total Energi Solar = 9744 Wb/m<sup>2</sup> ini diperkirakan cukup untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik untuk penerangan jalan yang membutuhkan 468 wh perhari.

#### KEPUSTAKAAN

- [1] Raharjo, Irawan, Fitriana, Ira, Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia, Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara skala kecil, PLTN, dan Energi Terbarukan.
- [2] Panel Surya Pembangkit Listrik Mandiri, Sumber: Bisnis Indonesia
- [3] Sitompul, Rislina, (2011), Manual Pelatihan Teknologi Terbarukan yang Tepat untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan, PNPM Mandiri Pedesaan.
- [4] Kartaatmaja, Aldian S, (2016), Proposal Pembuatan Alat Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Universitas Gunadarma
- [5] Wilman septina.2011, Teknologi surya <https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsipkerja-sel-surya/>.diakses pada 9 Maret 2016
- [6] Energi terbarukan online, 2013 (<http://energiterbarukanonline.blogspot.co.id/2013/04/komponen-sistem-listrik-tenaga-surya.html>).
- [7] Alam Endah. 2014. Energi terbarukan <http://alamendah.org/2014/09/09/8-sumber-energi-terbarukan-di-indonesia/2/>. diakses pada 2 Maret 2016.
- [8] Hasan, Hasnawiya. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi, 2012.
- [9] Widodo, Djoko Adi, Suryono, Tatyantoro A, (2010), Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas, Jurnal Teknik Elektro,
- [10] Subandi, Slamet Hani, (2015), Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell, Jurnal Teknologi Technoscintia.

- [11] Ubaidillah, Suyitno, Juwana, Wibawa Endra, (2012), Pengembangan Piranti Hibrid Termoelektrik – Sel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Rumah Tangga, Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah.
- [12] Mulyanto Agus, Rikendi, Diki Pujar, Lampu Lalu Lintas Energi Surya, Buletin Pembangunan Prov. Lampung, Vol 3(2):106-118, 208 Sekolah Tinggi Manajemen Informatika, dan Komputer Teknokrat.
- [13] Raharjo, Irawan, Fitriana, Ira, Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia, Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara skala kecil, PLTN, dan Energi Terbarukan.
- [14] Panel Surya Pembangkit Listrik Mandiri, Sumber: Bisnis Indonesia.
- [15] Timotius Chris, Ratnata I Wayan, Mulyadi Yadi, Mulyana Elih, (2009), Perancangan dan Pembuatan Listrik Tenaga Surya, Laporan Penelitian Hibah Kompetitif, Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.