

## **Studi Peningkatan Output Modul Surya Dengan Menggunakan Reflektor**

**Satwiko Sidopekso, dan Anita Eka Febtiwiyanti**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Jakarta (UNJ)  
Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun, Jakarta 13220  
E-mail: sidopekso61@yahoo.com.au

### **Abstract**

*Efforts to optimize the power output of solar modules using a mirror. In this study used 2 pieces of flat mirrors as solar reflectors mounted on the right and left of the solar module. Measurement is done by directing the position of solar modules in order to obtain optimum results with a corner reflector 50<sup>o</sup>, 60<sup>o</sup>, 70<sup>o</sup>. Based on the measurement results, we obtained at maximum power cost solar modules using the corner reflector 60<sup>o</sup>. The increase in power output compared to 92.7% without using a reflector.*

**Keywords:** reflector, solar module, output power

### **Abstrak**

*Upaya mengoptimalkan output daya modul surya dengan menggunakan cermin. Pada penelitian ini digunakan 2 buah cermin datar sebagai solar reflektor dipasang disisi kanan dan kiri dari modul surya. Pengukuran dilakukan dengan mengarahkan posisi modul surya guna mendapatkan hasil yang optimum dengan sudut reflector 50<sup>o</sup>, 60<sup>o</sup>, 70<sup>o</sup>. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan perolehan daya maksimal pada modul surya menggunakan sudut reflektor 60<sup>o</sup>. Kenaikan daya keluaran 92.7 % dibandingkan tanpa menggunakan reflektor.*

**Kata-Kata Kunci:** reflektor, modul surya, daya keluaran

### **PENDAHULUAN**

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat merupakan indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya, karena manusia hanya mengandalkan energi fosil yang tentunya persediannya masih sangat terbatas dan semakin menipis. Karena tergolong *unrenewable*, maka akibat dikuras terus-menerus, persediaan energi tersebut semakin berkurang dan tidak bisa diupayakan kembali keberadaannya. Sehingga bukan suatu hal yang mustahil jika dimasa-masa yang akan datang akan timbul masalah-masalah yang berkaitan dengan krisis energi. Untuk mengantisipasi persedian energi di masa yang akan datang, sejak dua dekade terakhir ratusan pakar energi dari berbagai Negara saling berlomba untuk mengupayakan penemuan-penemuan baru tentang sumber

energi alternatif yang tidak saja efisien tetapi juga bernuansa ramah lingkungan. Dan salah satu pilihannya adalah sel surya, walaupun secara efisiensi masih perlu pertimbangan lebih jauh.

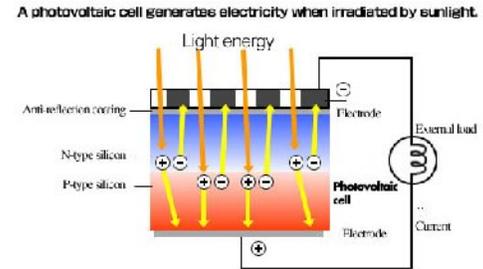
Dampak dari efisiensi sel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil *output* daya listrik pada panel surya Untuk itu perlu upaya untuk mengoptimalkan *output* daya listrik modul surya agar efisiensinya meningkat juga. Salah satu solusi yang memungkinkan yaitu dengan menambah jumlah cahaya yang mengenai permukaan modul surya dengan bantuan *solar reflector*. Dengan menggunakan *solar reflector*, maka jumlah sinar matahari yang jatuh pada area permukaan modul surya akan lebih banyak, dimana hal ini menyebabkan *output* daya listrik yang dihasilkan akan lebih besar. Jadi dengan adanya peningkatan *output* daya listrik yang dihasilkan, maka nilai efisiensinya juga akan meningkat.

**DASAR TEORI**

Sel surya sebenarnya adalah sebuah sel *fotovoltaik* yang berfungsi sebagai pengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC) secara langsung. Pada saat terkena cahaya yang mempunyai  $E_g > 1 \text{ eV}$ , maka terjadilah hubungan elektron dan *hole* melalui bahan semikonduktor ini. Maka timbullah aliran elektron pada satu arah dan juga timbul aliran *hole* pada satu arah yang berlawanan dan timbul aliran arus yang bila dihubungkan pada suatu beban akan menimbulkan tenaga listrik. Pada saat sumber cahaya tiba-tiba dimatikan, maka konsentrasi masing-masing elektron dan *hole* akan kembali seperti saat awal dimana belum diberi cahaya. Proses kembalinya konsentrasi elektron dan *hole* pada keadaan semula ini dikenal sebagai proses *rekombinasi*. Jadi pada sel surya tidak akan ada penyimpanan energi, energi akan hilang begitu terjadi proses *rekombinasi*. elektron dan *hole* bebas diusahakan keluar melewati suatu beban luar dan memberikan energi kepada beban tersebut, hal ini jelas membutuhkan life time yang tinggi atau recombination rate yang rendah. Pemisahan elektron dan *hole* bebas pada photovoltaic cell dilakukan "internal field" atau yang disebut *p-n junction* yang terbentuk pada perbatasan bahan semikonduktor tipe p dan tipe n.

Pada saat sel surya terkena cahaya, maka sel surya akan menerima energi dari foton ke *electron* yang bergerak bebas pada lapisan *tipe-n*, sehingga dengan adanya pemberian energi dari foton tersebut, maka *electron* bebas pada lapisan *tipe-n* memiliki energi tambahan untuk pindah ke lapisan *tipe-p*. sehingga pada lapisan *tipe-n* bersifat lebih positif dari lapisan *tipe-p*, karena ada beberapa jumlah proton yang lebih besar dari pada jumlah *electron*. Lalu *electron* bebas tersebut masuk ke dalam lapisan *tipe-p*, *electron* akan memasuki *hole* yang ada pada lapisan *tipe-p*. sehingga lapisan *tipe-p* ini akan bersifat lebih negative, karena ada

beberapa atom yang memiliki jumlah proton lebih sedikit dari jumlah elektronnya. Jika lapisan *tipe-p* dan *tipe-n* dihubungkan dengan beban, maka akan mengalir arus dari lapisan *tipe-n* menuju *tipe-p*.



Gambar 1. Pembangkitan Kelelistrikan dari sel surya

Besarnya energi cahaya yang dapat diserap oleh sel surya adalah bergantung terhadap besarnya energi foton dari sumber cahaya. Besar energi cahaya yang mungkin dapat diserap oleh sel surya

$$E = hf$$

Intensitas energi suatu sumber cahaya terhadap sel surya

$$J \approx \frac{1}{R^2}$$

Jika luas permukaan sel surya (A) dengan intensitas tertentu, maka daya *input* sel surya adalah :

$$P_{in} = J.A$$

Semakin besar daya *input* yang diberikan, maka daya listrik yang dapat dihasilkan oleh sel surya semakin besar. Daya listrik adalah besaran yang diturunkan dari nilai tegangan dan arus sehingga sehingga nilai tegangan dan arus yang dihasilkan merupakan bagian dari kelistrikan yang dimiliki oleh sel surya. Daya listrik yang diberikan oleh sel surya adalah :

$$P_{sel} = V_{sel}.I_{sel}$$

Efisiensi keluaran maksimum ( $\eta$ ) didefinisikan sebagai *prosentase* daya keluaran optimum terhadap energi cahaya yang digunakan, yang dituliskan sebagai :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Selain efisiensi, karakteristik yang lainnya adalah faktor pengisi (*fill factor*, FF). *Fill factor* (FF) merupakan nilai rasio tegangan

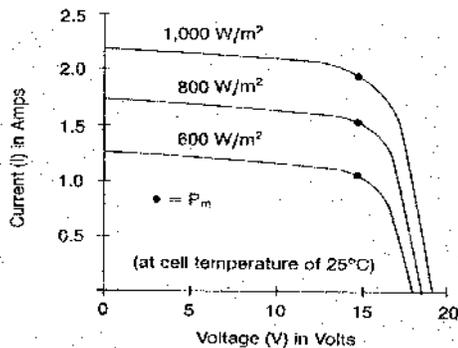
dan arus pada keadaan daya maksimum dan tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ) dan arus *short circuit* ( $I_{sc}$ ). Hal ini berarti bahwa daya yang dimiliki oleh sel surya belum tentu dapat diberikan kepada beban sepenuhnya. Harga *fill factor* yang ideal 0.7 sampai 0.85.

$$FF = \frac{V_{MPP} \times I_{MPP}}{V_{OC} \times I_{SC}}$$

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

**Efek Perubahan Intensitas Cahaya**

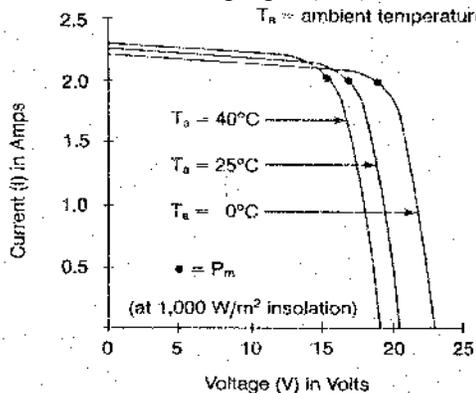
Apabila energi cahaya yang diterima sel surya berkurang atau intensitasnya melemah, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun.



Gambar 2. Kurva efek perubahan intensitas

**Efek Perubahan Temperatur Pada Sel Surya**

Sel surya akan beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25<sup>0</sup> C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel surya akan melemahkan tegangan ( $V_{oc}$ ).



Gambar 3. Kurva efek perubahan temperatur

Pengoperasian sel surya agar didapatkan nilai yang maksimum juga tergantung pada faktor-faktor antara lain

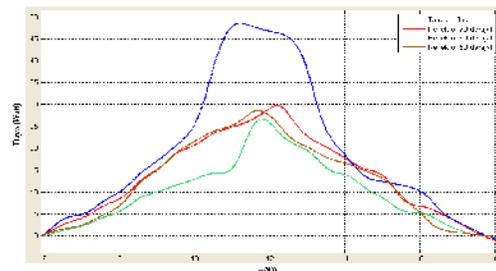
1. Orientasi dari rangkaian modul surya ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel dapat menghasilkan energi maximum. Sebagai *guideline*: untuk lokasi yang terletak di belahan Utara *latitude*, maka panel sebaiknya diorientasikan ke Selatan.
2. *Tilt Angle* (sudut orientasi Matahari) Mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan modul surya secara tegak lurus akan mendapatkan energi maximum ± 1000 W/m<sup>2</sup>.

**Upaya Untuk Mendapatkan Radiasi yang Lebih Banyak**

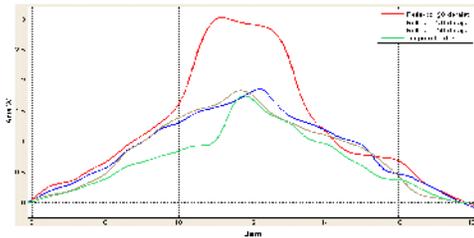
Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam upaya mendapatkan radiasi matahari diantaranya:

1. Menggunakan alat yang dapat mengikuti pergerakan matahari
2. Menambah luasan bidang permukaan panel surya
3. Memiringkan kedudukan panel ke suatu arah dengan sudut kemiringan sebesar lintang lokasi daerah itu berada
4. Menggunakan solar *reflektor*

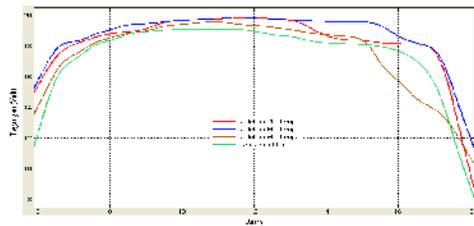
**HASIL DAN PEMBAHASAN**



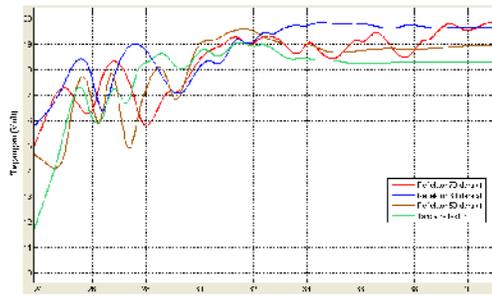
Gambar 4. Perolehan Daya (Dengan *Reflector* 70<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup>, 50<sup>0</sup> dan Tanpa *Reflektor*)



Gambar 5. Perbandingan  $I_{sc}$  menggunakan Reflektor  $70^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$  dan Tanpa Reflektor

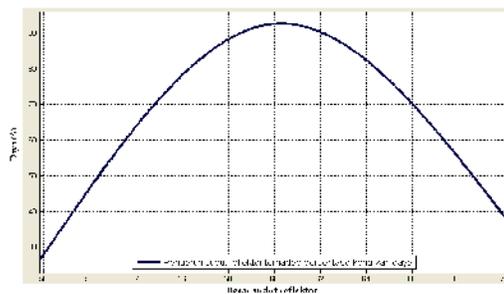


Gambar 6. Perbandingan  $V_{oc}$  menggunakan Reflektor  $70^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$  dan Tanpa Reflektor



Gambar 7. Perubahan Temperatur

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa peningkatan daya paling besar terjadi pada penggunaan reflektor dengan besar sudut  $60^{\circ}$  yaitu sebesar 92.76%, sedangkan tingkat kenaikan terkecil terjadi pada penggunaan reflektor dengan sudut  $50^{\circ}$  yaitu sebesar 27.96%



Gambar 8. Pengaruh Sudut Reflektor Terhadap Prosentase Perolehan Daya

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa peningkatan daya paling besar terjadi pada penggunaan reflektor dengan besar sudut  $60^{\circ}$  yaitu sebesar 92.76%, sedangkan tingkat kenaikan terkecil terjadi pada penggunaan reflektor dengan sudut  $50^{\circ}$  yaitu sebesar 27.96%

### KESIMPULAN

- Untuk mendapatkan perolehan output daya yang maksimal pada modul surya, maka posisi modul surya diarahkan ke utara.
- Sudut kemiringan kedudukan modul surya sangat mempengaruhi perolehan output daya pada modul surya
- Sudut dari *reflector* diatur lebih besar dari 45 derajat agar *reflector* dapat bekerja secara optimal dalam menambah jumlah radiasi matahari yang jatuh pada modul surya
- Kenaikan daya terbesar pada penggunaan *reflector* dengan kemiringan 60 derajat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Free Burma Rangers 2008. *Solar Electric Sistem Manual For Free burma Rangers Training Center*.
- [2] <http://energisurya.files.wordpress.com/2007/11/solar-cell-description.jpg>.
- [3] Jaka, Elang. 2009. *Pengaruh Daya RF Terhadap Sifat Listrik Lapisan Tipis a-Si:H yang di Tumbuhkan Dengan Metode HWC-VHF-PECVD*. Skripsi Jurusan Fisika UNJ.
- [4] R. McConnell. 2004. *Concentrator Photovoltaic Qualification Standars for System Using Refractive and Reflektive Optics*. Paris, France.
- [5] Santoso, Danny. 2000. *Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic cells) pada Perumahan dan Bangunan Komersil*. Surabaya.
- [6] Tim Fotovoltaik UPT LSDE, BPP Teknologi. 1995. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Penerangan Rumah (SHS)*.Jurnal. BPP Teknologi.