

# PENINGKATAN SUHU MODUL DAN DAYA KELUARAN PANEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR

**I h s a n**

Dosen pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Alauddin Makassar

Email: [ihsan\\_physics@ymail.com](mailto:ihsan_physics@ymail.com)

**Abstract.** *Research has been carried out with the title: An increase temperature and output power the solar panels by using reflectors. This study aimed to determine the effect of the reflector mounting solar panels to temperature and output power. Data collection was divided into two phases of data collection at the solar panel without reflector and retrieval of data on a panel by using reflectors. Corner reflector was varied from  $10^\circ$  to  $80^\circ$ . The results showed that under normal conditions (not cloudy), the addition of reflectors on the solar panel causing an increase in the intensity of sunlight on the surface of the panel. Increase in temperature causes an increase in the intensity of the module. Module temperature increase causes an increase in output power.*

**Keywords:** *Module temperature, output power, solar panels, reflectors*

## PENDAHULUAN

Energi Matahari memasok energi ke bumi dalam bentuk radiasi. Tanpa radiasi dari matahari, maka kehidupan di bumi tidak akan berjalan. Setiap tahunnya ada sekitar  $3,9 \times 10^{24}$  Joule =  $1,08 \times 10^{18}$  kWh energi matahari yang mencapai permukaan bumi, ini berarti energi yang diterima bumi dari matahari adalah 10.000 kali lebih banyak dari permintaan energi primer secara global tiap tahunnya dan lebih banyak dari cadangan ketersediaan keseluruhan energi yang ada di bumi.

Intensitas radiasi matahari diluar atmosfer bumi tergantung pada jarak antara bumi dengan matahari. Sepanjang tahun, jarak antara matahari dengan bumi bervariasi antara  $1,47 \times 10^8$  km -  $1,52 \times 10^8$  km. Akibatnya, irradians  $E_0$  berfluktuasi antara  $1.325 \text{ W/m}^2$  -  $1.412 \text{ W/m}^2$ . Nilai rata-rata dari irradians ini disebut dengan *solar constant* (konstanta surya). Konstanta surya  $E_0 = 1.367 \text{ W/m}^2$ .

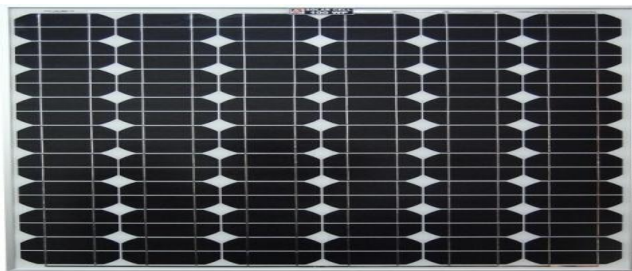
Nilai konstan ini bukanlah besarnya radiasi yang sampai dipermukaan bumi. Atmosfir bumi mereduksi dan mengurangi radiasi matahari tersebut melalui proses pemantulan, penyerapan (oleh ozon, uap air, oksigen dan karbondioksida) dan penghamburan (oleh molekul-molekul udara, partikel debu atau polusi). Untuk cuaca yang cerah pada siang hari, irradians yang mencapai permukaan bumi adalah  $1.000 \text{ w/m}^2$ . Nilai ini relatif terhadap lokasi. Insolasi (energi radiasi) maksimum terjadi pada hari yang cerah namun berawan sebagian. Ini karena pemantulan

radiasi matahari oleh awan sehingga insolasi (energi radiasinya) dapat mencapai  $1.400 \text{ W/m}^2$  untuk periode yang singkat.

### Sel Surya (*Solar Cell*)

Seiring dengan peningkatan pengetahuan dan teknologi, manusia pada dewasa ini telah menemukan sebuah terobosan baru dalam memanfaatkan energi cahaya matahari dengan menciptakan alat konversi energi matahari menjadi energi listrik yang kemudian disebut *photovoltaic*. Selanjutnya dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sebelum membahas sistem pembangkit listrik tenaga surya, pertama-tama akan dijelaskan secara singkat komponen penting dalam sistem ini yang berfungsi sebagai perubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut sel surya yang besarnya sekitar  $10 \sim 15 \text{ cm}$  persegi. Komponen ini mengkonversikan energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor. *Multicrystalline silicon* adalah bahan yang paling banyak dipakai dalam industri sel surya *Multicrystalline* dan *monocrystalline silicon* menghasilkan efisiensi yang relatif lebih tinggi daripada *amorphous silicon*. Sedangkan *amorphous silicon* dipakai karena biaya yang relatif lebih rendah.

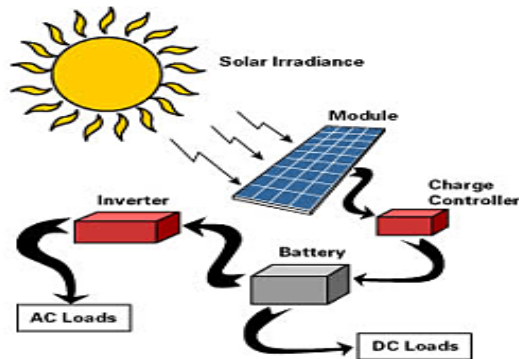
Selain dari bahan nonorganik diatas dipakai pula molekul-molekul organik walaupun masih dalam tahap penelitian. Sebagai salah satu ukuran performansi sel surya adalah efisiensi. Yaitu prosentasi perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Efisiensi dari solar cell yang sekarang diproduksi sangat bervariasi.



Gambar 1. Panel Surya (sumber : [panel-surya.blogspot.com](http://panel-surya.blogspot.com))

*Monocrystalline silicon* mempunyai efisiensi  $12\sim 15 \%$ . *Multicrystalline silicon* mempunyai efisiensi  $10\sim 13 \%$ . *Amorphous silicon* mempunyai efisiensi  $6\sim 9 \%$ . Tetapi dengan penemuan metode-metode baru sekarang efisiensi dari *multicrystalline silicon* dapat mencapai  $16.0 \%$  sedangkan *monocrystalline* dapat mencapai lebih dari  $17 \%$ . Bahkan dalam satu konferensi pada September 2000, perusahaan Sanyo mengumumkan bahwa mereka akan memproduksi sel surya yang mempunyai efisiensi sebesar  $20.7 \%$ . Ini merupakan efisiensi yang terbesar yang pernah dicapai. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil maka beberapa sel surya harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut modul.

Produk yang dikeluarkan oleh industri-industri sel surya adalah dalam bentuk modul ini. Pada aplikasinya, karena tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu modul masih cukup kecil (rata-rata maksimum tenaga listrik yang dihasilkan 130 W) maka dalam pemanfaatannya beberapa modul digabungkan dan terbentuklah apa yang disebut *array*. Sebagai contoh untuk menghasilkan listrik sebesar 3 kW dibutuhkan array seluas kira-kira 20 ~ 30 meter persegi. Secara lebih jelas lagi, dengan memakai modul produksi *Sharp* yang bernomor seri NE-J130A yang mempunyai efisiensi 15.3% diperlukan luas 23.1m<sup>2</sup> untuk menghasilkan listrik sebesar 3.00 kW



Gambar 2. Konsep Kerja Sel Surya ([panel-surya.blogspot.com](http://panel-surya.blogspot.com))

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan sistem yang bersih dan ramah lingkungan. Bandingkan dengan sebuah generator listrik, ada bagian yang berputar dan memerlukan bahan bakar untuk dapat menghasilkan listrik. Suaranya bising, Selain itu gas buang yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumah kaca (*green house gas*) yang pengaruhnya dapat merusak ekosistem planet bumi kita. Sistem sel surya yang digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charge controller*), dan aki (batere) 12 volt yang *maintenance free*.

Biasanya panel surya itu diletakkan dengan posisi statis menghadap matahari. Padahal bumi itu bergerak mengelilingi matahari. Orbit yang ditempuh bumi berbentuk elips dengan matahari berada di salah satu titik fokusnya. Karena matahari bergerak membentuk sudut selalu berubah, maka dengan posisi panel surya itu yang statis itu tidak akan diperoleh energi listrik yang optimal. Agar dapat terserap secara maksimum, maka sinar matahari itu harus diusahakan selalu jatuh tegak lurus pada permukaan panel surya.

Jadi, untuk mendapatkan energi listrik yang optimal, sistem sel surya itu masih harus dilengkapi pula dengan rangkaian kontroler optional untuk mengatur arah permukaan panel surya agar selalu menghadap matahari sedemikian rupa sehingga sinar matahari jatuh hampir tegak lurus pada panel suryanya.

### Perhitungan Daya Masukan dan Daya Keluaran

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan harus diketahui daya yang diterima (daya input), di mana daya tersebut adalah

perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area modul PV dengan persamaan:

$$P_{in} = I_r A \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- $P_{in}$  = Daya input akibat Radiasi matahari (Watt)
- $I_r$  = intensitas radiasi matahari (Watt/m<sup>2</sup>)
- $A$  = Luas area permukaan photovoltaic module (m<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk besarnya daya keluaran pada *solar cell* ( $P_{out}$ ) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ), dan *Fill Factor* ( $FF$ ) yang dihasilkan oleh sel Photovoltaik yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{out} = V_{oc} I_{sc} FF \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- $P_{out}$  = Daya yang dibangkitkan oleh sel surya(Watt),
- $V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka pada sel surya (Volt)
- $I_{sc}$  = Arus hubung singkat pada sel surya (Ampere)
- $FF$  = Fill Factor dapat dihitung dengan rumus:

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0,72)}{V_{oc} + 1} \dots\dots\dots (3)$$

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari radiasi matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data.

$$\eta = \frac{Output}{Inp} 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Sehingga efisiensi yang dihasilkan:

$$\eta_{sesaat} = \frac{P}{i A} 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- $\eta_{sesaat}$  = Efisiensi solar cell (%)
- $I$  = Intensitas cahaya matahari (cd)
- $P$  = Daya output yang dibangkitkan oleh sel surya (Watt)
- $A$  = Luas area permukaan modul photovoltaik (m<sup>2</sup>)

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi peningkatan kinerja pada photovoltaik adalah banyaknya jumlah intensitas cahaya yang mengenai permukaan modul. Hal inilah yang mendasari penulis melakukan penelitian dengan menambahkan reflektor pada panel surya.

## Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya terhadap suhu photovoltaik.
2. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan suhu photovoltaik modul tanpa reflektor dengan photovoltaik modul yang diberi reflektor dengan variasi sudut reflektor terhadap daya keluaran.

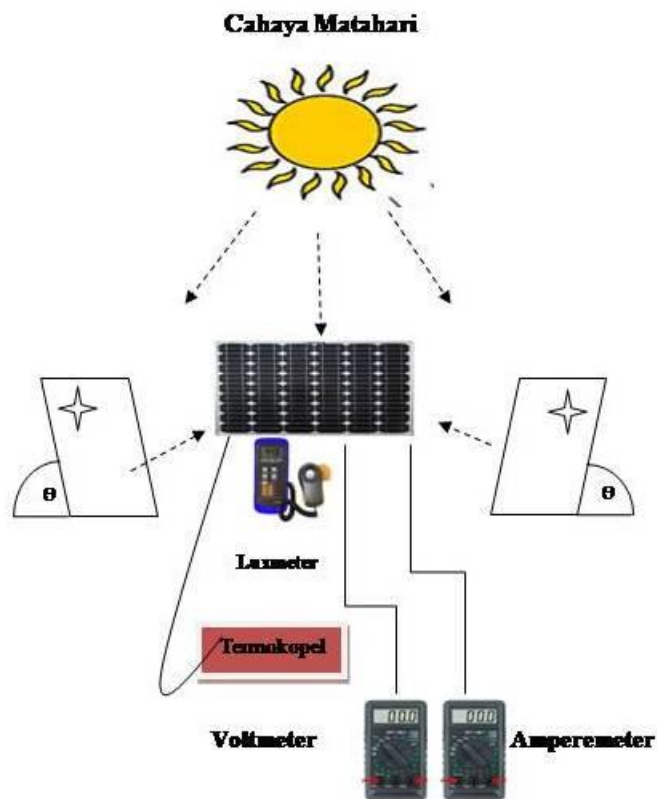
## METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan data dalam penelitian ini dilaksanakan selama 3 hari lapangan kampus II UIN ALAUDDIN Makassar Samata, Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: Modul Photovoltaik (BP Solar,  $1000 \text{ W/m}^2$ ), multimeter, reflektor (cermin), termokopel, luxmeter, mistar / penggaris dan kabel penghubung.

## Prosedur Pengambilan Data

Skema rangkaian pengambilan data ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Rangkain Percobaan

1. Pada pukul 10.00 tanpa menggunakan reflektor, mencatat penunjukan arus listrik, tegangan, intensitas dan suhu pada tabel pengamatan.
2. Meletakkan reflektor pada rangkaian sesuai gambar
3. Mencatat penunjukan arus, tegangan, intensitas dan suhu setiap kenaikan 10° dalam selang waktu 5 menit pada tabel pengamatan.
4. Mengulangi langkah (1) sampai (3) setiap 1 jam berikutnya sampai pukul 15.00 WITA.

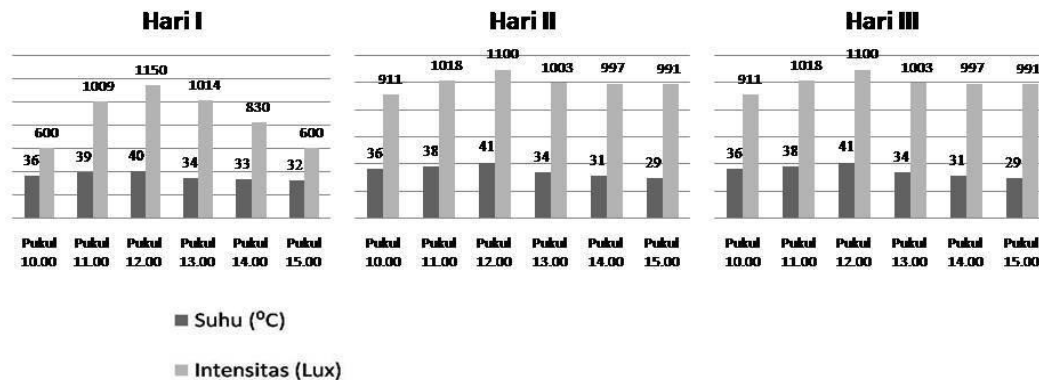
### Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh dari pada tabel pengamatan dianalisis dengan menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui besarnya daya keluaran (output). Selanjutnya data akan di sajikan dalam bentuk grafik hubungan antara suhu terhadap intensitas cahaya, dan suhu terhadap daya keluaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hubungan antara intensitas cahaya matahari terhadap suhu

Hubungan antara intensitas cahaya matahari terhadap suhu modul photovoltaik tanpa reflektor ditunjukkan pada Grafik 1 berikut:

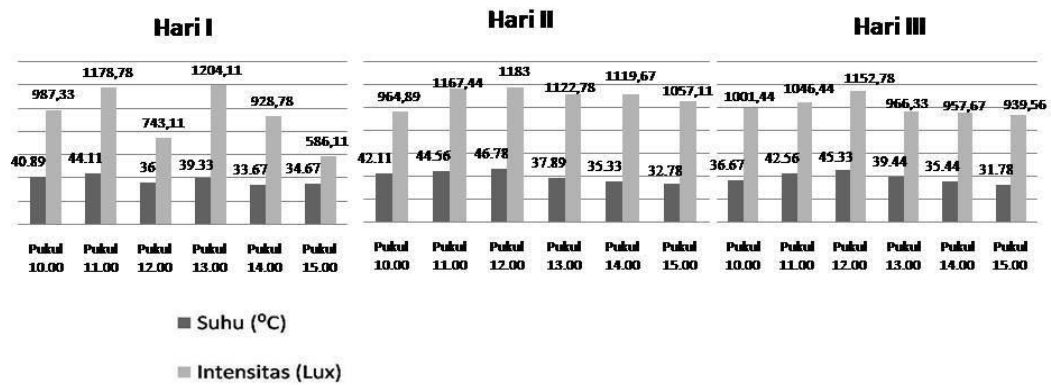


Grafik 1. Hubungan antara intensitas terhadap suhu modul tanpa reflektor

Pada Grafik 1 terlihat bahwa secara umum pada posisi tanpa menggunakan reflektor (0°), diperoleh intensitas tertinggi pada pukul 12.00 sebesar 1150 lux, 1100 lux, dan 1100 lux. Demikian pula nilai suhu tertinggi di peroleh juga pada pukul 12.00 sebesar 40°C, 41°C, 41°C. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa peningkatan intensitas cahaya diikuti dengan peningkatan suhu. Hal ini dapat dijelaskan karena pada saat sumber cahaya tiba-tiba menurun, maka konsentrasi masing-masing elektron dan hole akan kembali seperti saat awal dimana belum diberi cahaya. Ketika cahaya dalam bentuk foton, mencapai permukaan modul PV, foton akan berinteraksi dengan materi, sehingga elektron valensi atom yang mengabsorpsi foton akan mengalami penambahan energi dan akan melompat ke pita konduksi sebagai elektron bebas.

Interaksi ini secara langsung menyebabkan peningkatan suhu sel PV yang bergantung pada intensitas dan lama penyinaran yang berpengaruh pada efisiensi konversi yang dihasilkan pada pengujian dalam lingkungan sebenarnya, peningkatan suhu sel tidak hanya disebabkan oleh interaksi foton dengan sel PV, tetapi juga dipengaruhi oleh suhu lingkungannya (Wenham, et.al, 2007).

Grafik 2 merupakan grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap suhu dengan menggunakan reflektor. Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa dengan adanya peningkatan atau penurunan nilai intensitas maka diikuti pula dengan peningkatan atau penurunan nilai suhu.

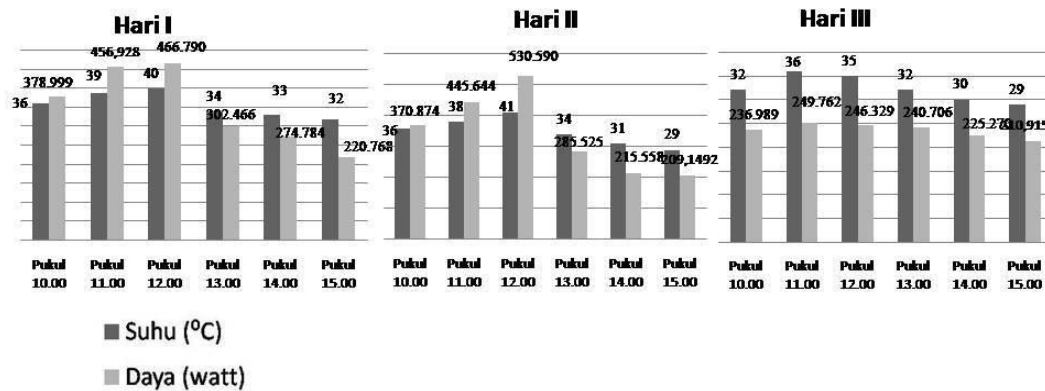


Grafik 2. Hubungan antara intensitas terhadap suhu modul dengan reflektor

Nilai intensitas dan suhu pada Grafik 2 terlihat adanya peningkatan bila dibandingkan dengan Grafik 1 yang menggunakan modul tanpa adanya reflektor. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi matahari yang normal (tidak mendung), reflektor memberikan peranan yang besar dalam meningkatkan nilai intensitas yang selanjutnya mempengaruhi suhu modul photovoltaik.

### Hubungan antara suhu terhadap daya keluaran

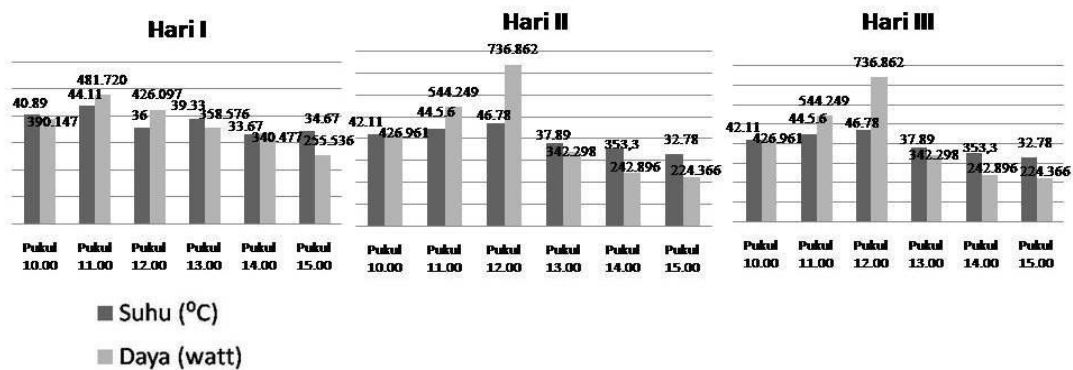
Berdasarkan hasil analisis data perhitungan daya keluaran, diperoleh hasil yang dinyatakan dalam Grafik 3 dan Grafik 4 berikut.



Grafik 3. Hubungan antara suhu terhadap daya keluaran untuk modul tanpa reflektor

Grafik 3 merupakan grafik hubungan antara suhu modul photovoltaik tanpa menggunakan reflektor. Pada grafik tersebut terlihat bahwa pada kondisi normal (tidak mendung), suhu modul mengalami peningkatan sampai pada jam 12.00 yang diikuti dengan peningkatan daya keluaran. Setelah jam 12.00, terjadi penurunan suhu modul yang diikuti dengan penurunan daya keluarannya. Kenaikan suhu adalah akibat dari kenaikan *irradiance*, dimana tiap kali *irradiance* meningkat, maka variabel yang lain seperti suhu, arus dan tegangan juga ikut meningkat sehingga dengan sendirinya apabila *irradiance* meningkat maka daya keluarannya juga meningkat. (Evlita yohana, 2010)

Kondisi optimum untuk semua data diperoleh pada jam 12.00 yang menghasilkan daya keluaran terbesar. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas tertinggi pada kondisi normal (tidak mendung) terjadi pada siang hari.



Grafik 4. Hubungan antara suhu terhadap daya keluaran untuk modul dengan reflektor

Grafik 4 merupakan grafik hubungan antara suhu terhadap daya keluaran modul photovoltaik dengan menggunakan reflektor. Bila dibandingkan dengan Grafik 3, pada Grafik 4 terlihat adanya peningkatan daya keluaran yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya reflektor menyebabkan terjadinya peningkatan intensitas yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu modul. Peningkatan suhu modul menyebabkan terjadinya peningkatan daya keluaran. Intensitas cahaya matahari mempengaruhi karakteristik arus-tegangan pada sel surya. Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap arus yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan tegangan terminalnya hal ini yang menyebabkan daya berbanding lurus terhadap suhu (Abdullah, 1998 *vide* Laksanawati, 2006).

Parameter sel surya yang paling berpengaruh pada kurva daya adalah arus hubung singkat dan tegangan hubung terbuka untuk parameter internal, sedangkan parameter eksternalnya meliputi suhu dan iradians ( Wibeng Diputra, 2008).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :



1. Perubahan suhu modul photovoltaik dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya matahari.
2. Terdapat peningkatan daya keluaran pada modul photovoltaik yang menggunakan reflektor bila dibandingkan dengan modul photovoltaik tanpa reflektor.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- Bakri, Abdul Haris. *Dasar-dasar Elektronika*. Makassar: Universitas Negeri Makassar, 2008.
- Kittel, C. 1996. *Introduction to Solid State Physics*, 7<sup>th</sup> ed. New York: John Willey and Sons.
- Markvart, Thomas. *Solar Electricity John wileys & sons*. United Kingdom: LTD, 2000.
- Marsuki, Ditjen. *Pembangkit Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga, 2005.
- Naville, Richacard C. *Solar Energy Conversion*. USA: Elsevier, 1995
- Sen, Zekai. *Solar Energy Fundamentals And Modeling Techniques*. Istanbul: Springer, 2008.
- Suyamto. *Fisika bahan listrik*. Yogyakarta: Pustaka pelajar, 2009.
- Sze, S.M. 2002. *Semiconductor Device Physics and Technology*. United States of America: John Wiley and Sons, Inc.
- Van Vlack. 1983. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. alih bahasa oleh Sriati Djapri. Edisi kelima. Jakarta: Erlangga.
- Wibowo, Riyanto. *Studi penggunaan solar reflector untuk optimalisasi output daya pada photovoltaik modul*. Surabaya: Universitas Kristen petra, 2009