

# **PENGARUH SERAPAN SINAR MATAHARI OLEH KACA FILM TERHADAP DAYA KELUARAN PLAT SEL SURYA**

**Ricko Mahindra\*, Awitdrus, Usman Malik**

**Jurusan Fisika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau**

**Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia**

*\*ricomahendra17@gmail.com*

## **ABSTRACT**

This research is to determine the absorption of solar radiation by solar module which layered by polyester window films with the darkness of 40, 60, and 80% of the output power from the polycrystalline silicon solar module. It is then compared with the standard module. The current and voltage data of solar module are recorded by using Solar Charger Controller Model VS2024N every 1 hour from 10:00 am to 17:00 pm during 3 days. The solar module power output decreased with increasing the time. The power output of solar modules layered by window film influences significantly from 23.53% until 24.39%. The maximum output power is obtained from the window film darkness with level of 60%.

Keyword: *Polycrystalline silicon solar modules, Window film, Current, Voltage, Output power*

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian menentukan besar serapan sinar matahari oleh panel surya yang dilapisi kaca film berbahan poliester dengan tingkat kegelapan 40, 60, dan 80% terhadap daya keluaran dari panel surya jenis silikon polikristal serta membandingkannya dengan keadaan standar. Data arus dan tegangan panel surya direkam menggunakan *Solar Charger Controller* Model VS2024N setiap 1 jam dari pukul 10.00-17.00 WIB masing-masing selama 3 hari. Daya keluaran panel surya menurun dengan pertambahan waktu pengamatan. Kaca film memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya keluaran panel surya sebesar 23,53-24,39%. Daya keluaran maksimum diperoleh dari kaca film dengan tingkat kegelapan 60%.

Kata kunci: Panel surya polikristal silikon, Kaca film, Arus, Tegangan, Daya keluaran

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki sumber energi surya yang melimpah. Indonesia berpotensi untuk menjadikan solar sel sebagai salah satu sumber energi masa depan, hal ini mengingat posisi Indonesia pada daerah khatulistiwa. Menurut Saleh (2009), apabila pada kondisi puncak atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas  $1 \text{ m}^2$  mampu menghasilkan energi sebesar 900 - 1000 Watt. Energi yang sangat besar ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan sebuah alat pengubah energi surya menjadi energi listrik secara langsung dengan sistem *photovoltaik*. Panel surya dapat di jumpai hampir di seluruh Indonesia dan telah mengalami berbagai perkembangan. Teknologi panel surya memiliki efisiensi berkisar antara 11-25 persen tergantung material semikonduktor penyusunnya. Silikon kristal tunggal memiliki efisiensi 24 persen, silikon polikristal 18 persen, Amorphous Silikon 11-12 persen, Gallium Arsenide 25 persen, Cadmium Telluride 17 persen, dan Indium Diselenide 18 persen (Antony, 2007).

Jenis silikon polikristal merupakan jenis piranti panel surya yang banyak ditemukan di pasaran, karena ekonomis dan memiliki tingkat kestabilan yang baik dalam menghasilkan energi listrik. Riset-riset yang menggunakan panel surya juga banyak dilakukan oleh peneliti yang bertujuan menghasilkan suatu sistem pengukuran yang efisien dan bermanfaat terhadap pemenuhan kebutuhan listrik bagi masyarakat. Salah satu upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan penggunaan panel surya sehingga memiliki daya keluaran yang

lebih tinggi adalah menggunakan reflektor cermin datar (Amalia dan Satwiko, 2010), sedangkan dalam penelitian ini, panel surya dilapisi kaca film berbahan poliester untuk meningkatkan daya keluaran sehingga dengan penggunaan panel surya diharapkan kebutuhan listrik di berbagai daerah di Indonesia dapat terpenuhi.

## METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen lapangan dengan menggunakan alat panel surya jenis silikon polikristal. Persiapan penelitian meliputi persiapan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian dan membuat rak panel.

Panel surya pada penelitian ini disusun dengan susunan *array* secara seri dan paralel, dengan tujuan memperoleh besar tegangan, arus dan daya keluaran. Empat buah panel surya dihubungkan dengan susunan *array* secara seri untuk memperoleh tegangan keluaran yang lebih besar dari tegangan panel surya, sedangkan untuk memperoleh arus keluaran yang lebih besar dari arus keluaran panel surya, maka empat buah panel surya dihubungkan dengan susunan *array* secara paralel (Imnaldi, 2013).

Selanjutnya lakukan rekam volt, arus, dan suhu tiap jam dengan menggunakan alat *Solar Charger*. Hitung daya keluaran panel surya menggunakan persamaan (1), kemudian dilakukan pemasangan kaca film yang memiliki tingkat kegelapan berbeda dengan jarak 2,5 cm di atas panel, selanjutnya dilakukan kembali pengukuran tegangan, arus, dan suhu.

$$P = V.I \quad (1)$$

dimana P adalah daya (Watt), V adalah tegangan (Volt), dan I adalah arus (Ampere).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data arus, tegangan, dan suhu dari panel surya tanpa dan dilapisi kaca film. Data tanpa kaca film digunakan sebagai data dasar dan sebagai pembandingan dengan data yang diperoleh dari panel surya yang dilapisi kaca film.

### 1. Daya Keluaran Panel Surya

Perhitungan perubahan daya keluaran panel surya jenis silikon polikristal menggunakan persamaan (1) dan pengukuran perubahan suhu lingkungan dilakukan selama 4 (empat) hari, yaitu tanggal 17-18 Juli 2014 untuk susunan seri dan tanggal 19-20 Juli 2014 untuk susunan paralel.

#### Perubahan Daya Keluaran Terhadap Waktu Pengamatan

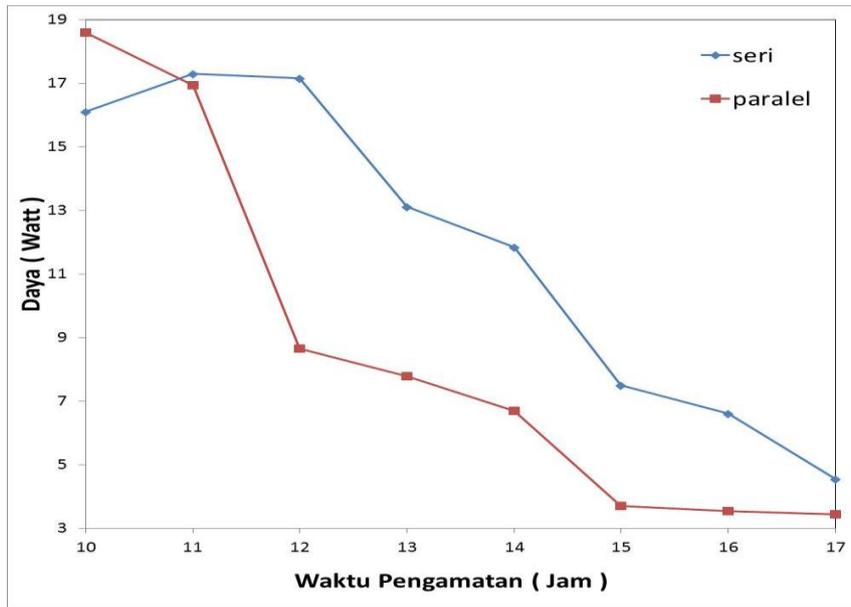
Perubahan daya keluaran rata-rata panel surya menggunakan susunan seri dan susunan paralel terhadap waktu pengamatan ditunjukkan oleh Gambar 1.

Produksi daya keluaran dari panel surya dengan susunan *array* seri mengalami peningkatan pada suhu  $33,9^{\circ}\text{C}$  –  $35,9^{\circ}\text{C}$  atau pada jam 10.00 – 11.00 WIB. Meningkatnya produksi daya keluaran ini dikarenakan bertambah kuatnya intensitas cahaya matahari yang diterima pada saat beroperasi. Penurunan daya keluaran mulai terjadi pada saat suhu yang diterima bertambah tinggi hingga mencapai  $39,2^{\circ}\text{C}$  atau pada jam 13.00 WIB.

Pengukuran dengan susunan *array* paralel mengalami penurunan daya keluaran yang sangat drastis pada jam 11.00 – 12.00 WIB. Penurunan daya untuk susunan paralel mulai terjadi setelah jam 12.00 WIB. Pola penurunan untuk susunan seri dan paralel memiliki pola yang hampir sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Daya rata-rata untuk susunan seri lebih tinggi daripada susunan paralel, hal ini dikarenakan pada susunan seri, tegangan yang dihasilkan lebih besar daripada tegangan panel surya, sehingga daya yang dihasilkannya juga besar (Imnaldi, 2013).

Sebuah panel surya dapat beroperasi secara maksimum jika suhu panel tetap normal atau pada suhu ruang ( $25^{\circ}\text{C}$ ) dan kenaikan suhu lebih tinggi daripada suhu normal pada panel surya akan melemahkan tegangan. Setiap kenaikan suhu panel surya  $1^{\circ}\text{C}$  dari suhu ruang ( $25^{\circ}\text{C}$ ) akan mengakibatkan berkurangnya total daya yang dihasilkan sebesar 0,5% (Strong, 1993). Penurunan itu dapat dilihat pada Gambar 1.

Daya rata-rata pada siang hari lebih besar daripada sore hari karena suhu panel surya masih dalam keadaan normal dan masih menghasilkan daya keluaran yang maksimal, hal ini menurut Rahardjo dkk, (2008) merupakan akibat sudut elevasi sinar matahari yang masih tegak lurus terhadap permukaan panel, sehingga intensitas matahari yang jatuh pada panel meningkat dan cahaya matahari dapat terserap secara maksimal. Daya rata-rata pada sore hari mengalami penurunan disebabkan panel surya dalam keadaan panas walaupun suhu lingkungan menurun. Penurunan terjadi karena panel surya ini memiliki sifat semikonduktor yang apabila suhu yang

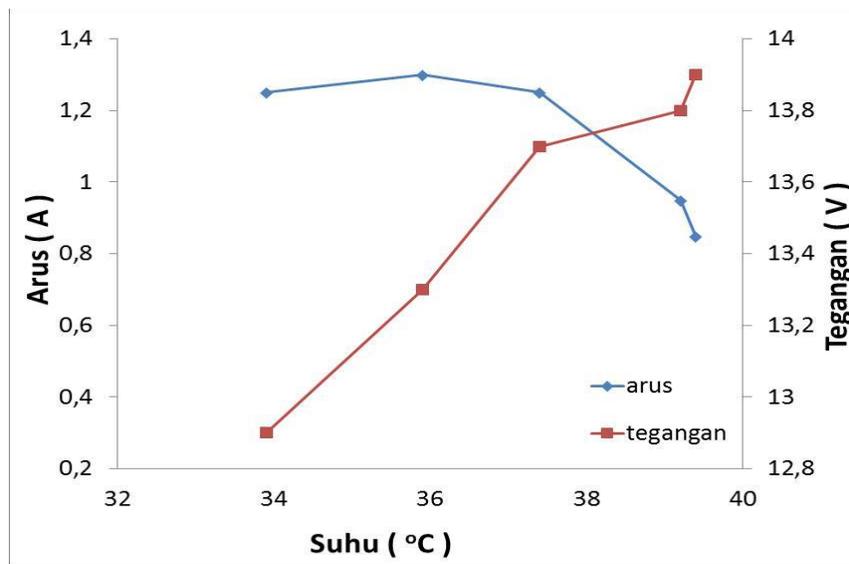


Gambar 1. Perubahan daya keluaran rata-rata terhadap waktu pengamatan susunan seri dan paralel.

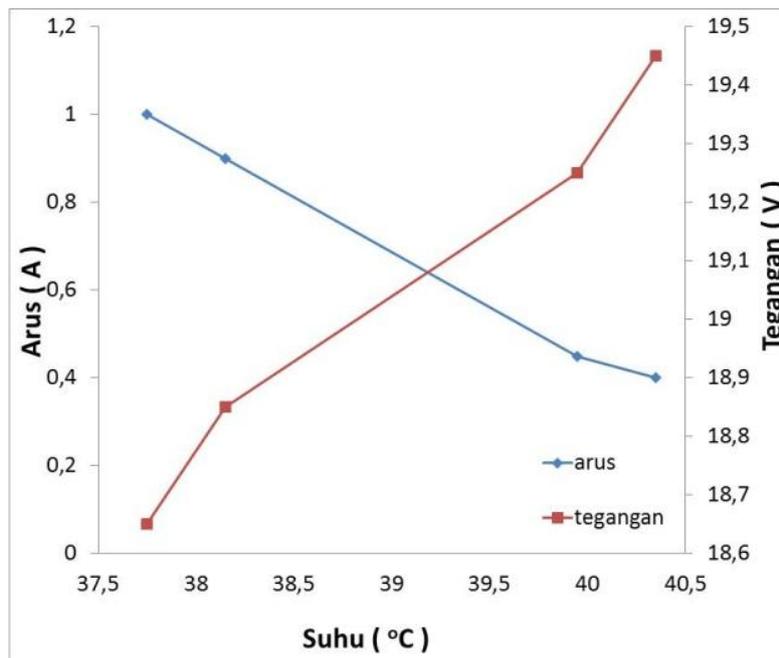
diterima melebihi batas ambang atau titik jenuh, maka tidak akan mengkonversi energi tersebut menjadi listrik.

**Perubahan Nilai Tegangan dan Arus Terhadap Perubahan Suhu**

Pengukuran perubahan tegangan dan arus rata-rata pada susunan seri dan susunan paralel terhadap perubahan suhu dengan menggunakan *Solar Charger Controller* masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Perubahan tegangan dan arus terhadap suhu untuk susunan seri.



Gambar 3. Perubahan tegangan dan arus terhadap suhu untuk susunan paralel.

Tegangan output panel surya dipengaruhi oleh keadaan cuaca, tegangan pada saat cuaca cerah lebih besar daripada cuaca mendung. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang diterima, menyebabkan suhu lingkungan meningkat dan berpengaruh terhadap suhu panel surya. Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa kenaikan suhu lingkungan menyebabkan tegangan panel surya meningkat dan kemudian turun kembali ketika intensitas cahaya matahari berkurang, yang terjadi setelah jam 14.00 WIB. Tegangan menurun setelah jam 13.00 WIB untuk susunan seri dan paralel, sedangkan untuk arus, baik susunan seri maupun paralel, menurun dengan kenaikan tegangan. Perilaku ini menunjukkan bahwa panel surya berperilaku sebagai hambatan yang mengikuti hukum Ohm. Arus panel surya mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan terjadinya perubahan suhu. Penurunan arus pada panel terjadi karena peningkatan

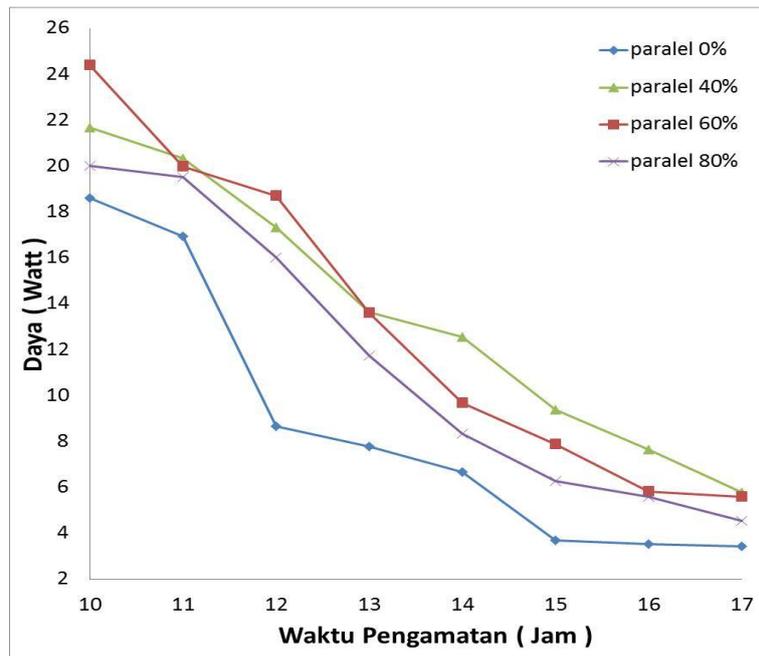
tegangan yang disebabkan kenaikan suhu.

## 2. Daya Keluaran dari Panel Surya yang Dilapisi Kaca Film

Perhitungan daya keluaran dari panel surya jenis silikon polikristal juga dilakukan memakai pelapis kaca film dengan tingkat kegelapan yang berbeda yaitu, 40%, 60%, dan 80%. Pengukuran menggunakan susunan *array* paralel selama 3 (tiga) hari untuk masing-masing kaca film.

### Perubahan Daya Keluaran Terhadap Waktu Pengamatan

Pengukuran suhu dan daya keluaran dari empat buah panel surya jenis silikon polikristal dengan susunan *array* paralel dilakukan pada pukul 10.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB dalam selang waktu satu jam selama 3 (tiga) hari untuk setiap kaca film dengan tingkat kegelapan yang berbeda.



Gambar 4. Perubahan daya output terhadap waktu pengamatan (tanpa kaca film dan dilapisi kaca film)

Grafik dengan garis biru menunjukkan hubungan daya terhadap waktu untuk susunan *array* paralel sebelum dilapisi kaca film, garis hijau menunjukkan hubungan daya terhadap waktu untuk panel surya dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 40%, garis merah menunjukkan hubungan daya terhadap waktu untuk panel surya dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 60%, sedangkan garis ungu menunjukkan hubungan daya terhadap waktu untuk panel surya dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 80%.

Produksi daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca film mengalami peningkatan sebesar 23,53 % sampai 24,39 % dibandingkan dengan produksi daya keluaran tanpa pelapis. Perhitungan peningkatan daya keluaran panel surya menggunakan persamaan  $\frac{P_k - P_{nk}}{P_k} \times 100\%$ , dimana  $P_k$  dan  $P_{nk}$  adalah daya keluaran rata-rata menggunakan

kaca film dan tanpa kaca film. Pola daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca film terhadap waktu pengamatan memiliki pola yang sama dengan pola daya keluaran panel surya tanpa lapisan kaca film. Daya maksimum terjadi pada waktu pengamatan jam 10.00 WIB dan menurun seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan.

Penurunan ini terjadi mendekati linier pada semua jenis persentase kegelapan kaca film sampai waktu pengamatan jam 16.00 WIB. Daya keluaran panel yang dilapisi kaca film memiliki kecenderungan konstan di atas jam 16.00 WIB. Penurunan daya keluaran ini diperkirakan disebabkan oleh meningkatnya suhu panel surya.

Peningkatan daya panel surya yang dilapisi kaca film sebanding dengan hasil yang diperoleh Amalia dan Satwiko (2010) yang menggunakan reflektor empat sisi dengan lebar 15 cm.

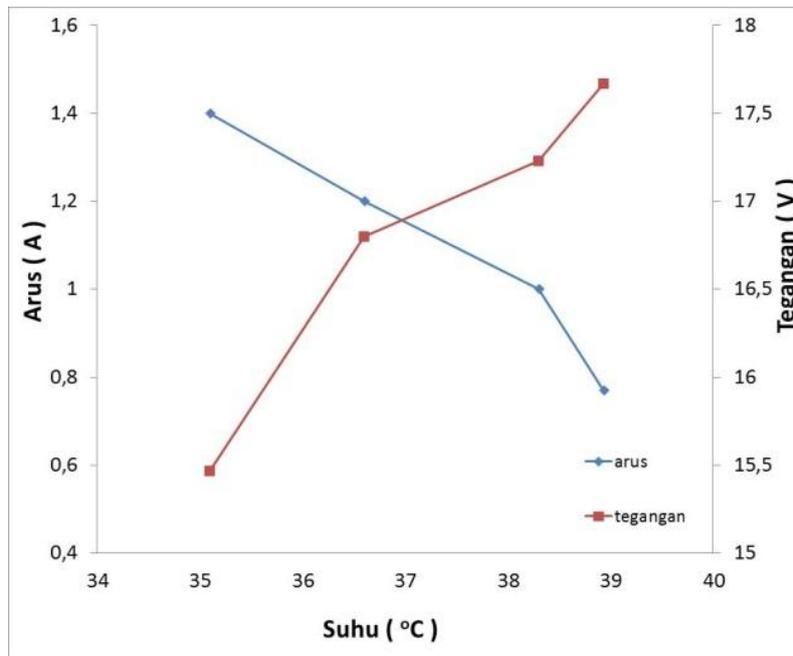
### Perubahan Nilai Tegangan dan Arus Terhadap Perubahan Suhu

Grafik tegangan dan arus terhadap perubahan suhu ditunjukkan pada Gambar 5, 6, dan 7 seperti di bawah ini. Grafik dengan garis merah menunjukkan hubungan tegangan terhadap suhu, sedangkan garis biru menunjukkan hubungan arus terhadap suhu.

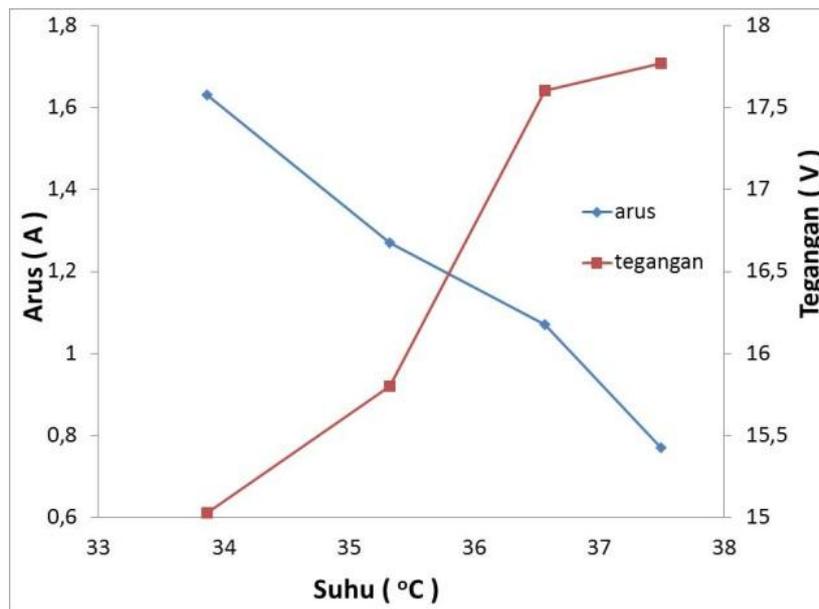
Pengukuran tegangan keluaran rata-rata terbesar adalah 18,57 Volt, yaitu tegangan yang dihasilkan panel surya yang dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 80%, pada saat suhu rata-ratanya sebesar 39,90 °C. Tegangan

keluaran rata-rata terkecil adalah 13,37 Volt, yaitu tegangan yang dihasilkan panel surya yang dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 40%, pada saat suhu rata-ratanya sebesar 32,50 °C.

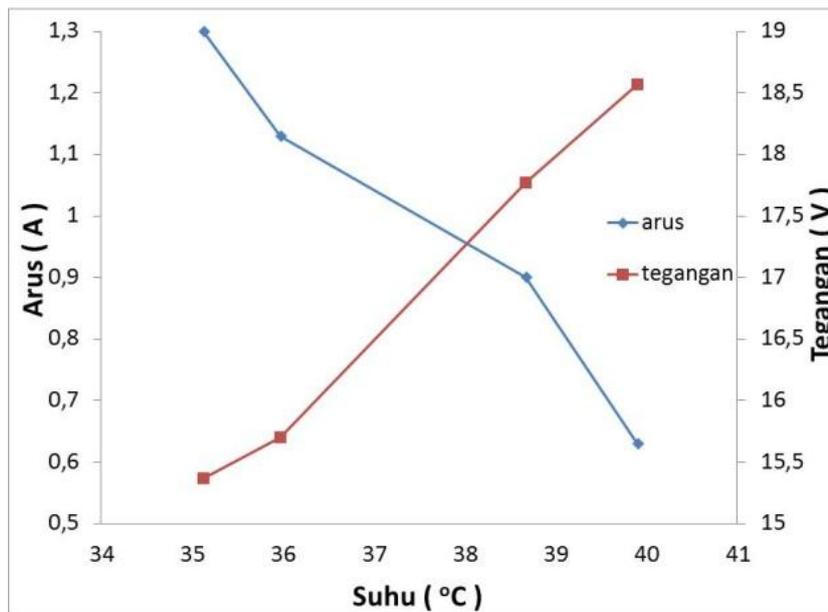
Arus keluaran rata-rata terbesar adalah 1,63 Ampere, yaitu arus yang dihasilkan panel surya yang dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 60%, pada saat suhu rata-ratanya sebesar 33,87 °C, sedangkan arus keluaran rata-rata terkecil adalah 0,33 Ampere, yang dihasilkan panel surya yang dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 80%, pada saat suhu rata-ratanya sebesar 33,13 °C.



Gambar 5. Perubahan tegangan dan arus terhadap suhu dengan kaca film 40%.



Gambar 6. Perubahan tegangan dan arus terhadap suhu dengan kaca film 60%.



Gambar 7. Perubahan tegangan dan arus terhadap suhu dengan kaca film 80%.

**KESIMPULAN**

Daya rata-rata pada siang hari lebih besar daripada sore hari karena suhu panel surya masih dalam keadaan normal dan masih menghasilkan daya keluaran yang maksimal. Produksi daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca

film mengalami peningkatan sebesar 23,53 % sampai 24,39 % dibandingkan dengan produksi daya keluaran tanpa pelapis. Daya keluaran rata-rata tertinggi adalah 24,39 Watt, yaitu pada saat panel dilapisi kaca film dengan tingkat kegelapan 60%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Riau melalui Lembaga Penelitian yang telah membantu biaya penelitian ini melalui Dana Penelitian Kreativitas Mahasiswa tahun anggaran 2014. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Awitdrus, M.Si dan Drs. Usman Malik, M.Si yang telah membimbing, memotivasi serta membantu penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Amalia dan Satwiko S, 2010. Optimalisasi Output Modul Surya Polikristal Silikon dengan Cermin Datar sebagai Reflektor pada Sudut  $60^{\circ}$ , Jurnal Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI Jateng dan DIY, Universitas Negeri Jakarta.

Antony, F., Durschner, C., Remmers, K.H. 2007. *Photovoltaics For Professionals*. Berlin: Solarpraxis AG.

Imnaldi, 2013, Skripsi, Studi Orientasi Pemasangan Panel Surya *Poly Crystalline Silicon* Di Titik Koordinat  $00^{\circ}28.661'$  Lintang Utara -  $101^{\circ}22.554'$  Bujur Timur Dengan Rangkaian *Array* Paralel, Skripsi Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Riau, Pekanbaru.

Raharjo, A., Herlina., Safruddin, H. 2008. Optimalisasi Pemanfaatan Sel Surya pada Bangunan Komersial Secara Terintegrasi Sebagai Bangunan Hemat Energi. Seminar Nasional Sains dan

Teknologi-II, Universitas Lampung: 417-422, Lampung.

Saleh, D.Z. 2009. Master Plan Pembangunan Ketenagalistrikan 2010 s.d. 2014. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia 159: i-iii.

Strong, S.J. dan Scheller, W. 1993. *The Solar House*. Sustainability Press.