

## PENGARUH INTENSITAS CAHAYA TERHADAP UNJUK KERJA SOLAR CELL TIPE POLYCRYSTALLINE SILICON KAPASITAS 10 WATT

Muhammad Alfian Faizin<sup>1</sup>, Wandu Arnandi<sup>2</sup>, A.Noorsetyo H.D<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar  
[muhammadalfanfaizin333@gmail.com](mailto:muhammadalfanfaizin333@gmail.com), [wandiarnandi@untidar.ac.id](mailto:wandiarnandi@untidar.ac.id), [noorsetyo@untidar.ac.id](mailto:noorsetyo@untidar.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh intensitas cahaya terhadap unjuk kerja *solar cell* tipe *polycrystalline silicon* kapasitas 10 watt. Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa unjuk kerja *solar cell* dipengaruhi intensitas cahaya dan temperatur permukaan panel. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya dan suhu permukaan panel terhadap keluaran tegangan, arus, daya dan efisiensi *solar cell*. Pengujian ini menggunakan sumber cahaya lampu halogen dengan daya 300, 500 dan 1000 watt secara bergantian selama 33 menit dan dilakukan di ruangan tertutup dari suhu lingkungan luar. Hasil penelitian diperoleh nilai efisiensi tertinggi pada daya lampu 300 watt dengan intensitas cahaya 6600 lux sebesar 17,39% pada suhu permukaan panel  $\pm 37,30^{\circ}\text{C}$ , dan pada lampu 500 watt dengan intensitas cahaya 12000 lux sebesar 11,08% pada suhu permukaan panel  $\pm 41,99^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada lampu 1000 watt intensitas cahaya 17800 lux dengan nilai efisiensi sebesar 10,23% pada suhu permukaan panel  $\pm 47,30^{\circ}\text{C}$ . Kesimpulan dalam penelitian ini bahwa daya keluaran *solar cell* berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang dipancarkan lampu halogen, tetapi seiring bertambahnya waktu dan perpindahan panas dari lampu halogen ke permukaan panel mengakibatkan daya keluaran *solar cell* mengalami penurunan pada suhu permukaan panel  $41^{\circ}\text{C}$  sampai  $47^{\circ}\text{C}$  sedangkan efisiensi *solar cell* berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang dipancarkan lampu halogen ke permukaan panel.

**Kata Kunci:** intensitas cahaya, suhu permukaan panel, *solar cell polycrystalline silicon*

### Abstract

*This research analyze about impact of the light intensity to work method solar cell of polycrystalline silicon type of 10 watt capacity. Before, there are some research suggests if work method of the solar cell was influenced by light intensity and panel surface temperature. The purpose of this research is to determine affect of light intensity and panel surface temperature of the output of voltage, current, energy and temperature and solar cell efficiency. This research use halogen lamp light source which have 300, 500 and 1000 watt energy alternately until 33 minutes and doing that in closed room from outside temperture. The results of research are obtained from the highest efficiency values on 300 watt lamp energy with 6600 lux light intensity of 17,39% on  $\pm 37,30^{\circ}\text{C}$  panel surface temperature and 500 watt the lamp which have 11,08% of 12000 lux light intensity on  $\pm 41,99^{\circ}\text{C}$  panel surface temperature, whereas in 1000 watt lamp of 17800 lux light intensity the efisiensy value is 10,23% on  $\pm 47,30^{\circ}\text{C}$  panel surface temperature. The conclution in this research is the output solar cell energy is directly proportional to the intensity of light emitted by the halogen lamp, but as time goes on and haet transfer from halogen lamp to the panel surface caused output solar cell energy decreases  $41^{\circ}\text{C}$  untill  $47^{\circ}\text{C}$  in surface temperature, whereas solar cell efisiensy is inversely proportional to light intensity of light emitted by the halogen lamp from the panel surface.*

**Keywords:** light intensity, panel surface temperature, *solar cell polycrystalline silicon*.

### PENDAHULUAN

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (usaha) yang mempunyai satuan joule (J) menurut sistem Internasional. Energi merupakan besaran

yang kekal, artinya enegi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Menurut Arif dan Muji (2009), “energi adalah sesuatu yang dibutuhkan

oleh benda agar benda dapat melakukan usaha. Dalam kenyataannya setiap dilakukan usaha selalu ada perubahan. Sehingga usaha juga didefinisikan sebagai kemampuan untuk menyebabkan perubahan”.

Krisis energi adalah masalah yang dihadapi dunia. Hal ini disebabkan sumber energi utama yang diandalkan untuk mencukupi kebutuhan energi sebagian besar berasal dari minyak bumi. Pada tahun 2016, berdasarkan World Energy Report, OPEC Report 2016, cadangan minyak mentah di dunia (world proven crude oil) berada pada posisi 1.492,6 miliar barel. Menurut data IEA 2018, perkiraan pasar minyak dalam 5 tahun ke depan, dari sisi permintaan kebutuhan akan minyak naik hingga 6,9% per tahun hingga 2023 menjadi 104,7 juta barel per hari.

Semakin menipisnya cadangan minyak bumi ini perlu diantisipasi dengan pengembangan energi alternatif dimana ketersediaannya dapat diperbaharui. Energi terbarukan adalah energi yang diproduksi dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Sumber energi terbarukan seperti angin, cahaya matahari, panas bumi, air, dan biomassa memiliki peranan penting dalam mengatasi kebutuhan energi masa depan (Kemal, 2008).

Menurut Andik (2014) Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang sangat besar di bumi. Permeter persegi permukaan bumi menerima hingga 1000 watt energi matahari dan jumlah energi yang diserap oleh atmosfer, lautan, dan daratan bumi sekitar 3.850.000 eksajoule (EJ) per tahun. Besarnya potensi energi surya, energi surya yang diterima bumi dalam waktu satu jam saja setara dengan jumlah energi yang digunakan dunia selama satu tahun lebih. Pemanfaatan energi surya dapat dilakukan dengan *solar cell*.

Prinsip kerja *solar cell* adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel, Sebagaimana diketahui bahwa cahaya yang tampak maupun yang tidak

tampak memiliki dua buah sifat yaitu dapat menjadi gelombang dan dapat menjadi partikel yang disebut dengan efek potovoltaik. Efek potovoltaik pertama kali ditemukan oleh Edmond Becquerel pada tahun 1839. Pada tahun 1912 Einstein menjelaskan secara teori mekanisme fenomena tersebut namun hanya sebatas eksperimen di laboratorium.

Penelitian di Indonesia mengenai *solar cell* semakin menarik untuk diketahui secara mendalam. Salah satu hal yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang *solar cell* adalah penelitian dari Nurhadi (2017) yang menyebutkan bahwa “intensitas cahaya tertinggi tidak selalu mendapatkan energi listrik yang tertinggi pula, melainkan adanya pengaruh dari suhu lingkungan”. Permasalahan tersebut mendorong penulis mempunyai gagasan tugas akhir untuk meneliti pengaruh intensitas cahaya terhadap unjuk kerja *solar cell* tipe *polycrystalline silicon* kapasitas 10 watt dengan mengukur temperatur permukaan panel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap keluaran daya dan efisiensi *solar cell* tipe *polycrystalline silicon* kapasitas 10 watt

## TINJAUAN PUSTAKA

Muharmen, dkk (2012), menganalisis tentang “Pengaturan Pergerakan *Solar Cell* Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari (*Solar Cell, Sensor, Rx*)” dan menyimpulkan bahwa Peningkatan intensitas cahaya matahari mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap output tegangan yang dihasilkan solar cell.

Subandi, dkk (2014), menganalisis tentang “Korelasi Suhu Dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Pada *Solar Cell*” dan menyimpulkan bahwa Pada kenyataannya, daya keluaran maksimum yang terukur bisa mencapai hingga 12 Watt

didasarkan pada spesifikasi yang dihasilkan panel surya tersebut yaitu 10 Watt.

Yuliananda, dkk (2015), meneliti tentang “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya” menyimpulkan intensitas matahari mempengaruhi besar daya, dimana bila intensitas rendah daya yang dihasilkan rendah sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula.

Asrul, dkk (2016), meneliti tentang “Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline” menyimpulkan bahwa semakin besar intensitas yang dipancarkan dari lampu kepanel surya, maka unjuk kerja modul PV Cell semakin menurun. Temperatur permukaan panel surya sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan dari PV Cell. Dimana semakin rendah suhu permukaan panel maka efisiensi modul PV Cell akan semakin meningkat, begitupun sebaliknya semakin tinggi suhu permukaan panel maka efisiensi PV Cell semakin menurun.

Nurhadi (2017), menganalisis tentang “Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Output Tegangan Solar Cell Pengisi Baterai Kendaraan” dan menyimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari yang tinggi tidak selalu menghasilkan tegangan output solar cell yang tertinggi. Hal ini dikarenakan suhu lingkungan dapat mempengaruhi tegangan output solar cell. Pada intensitas cahaya matahari yang tinggi, belum tentu suhu lingkungan sekitarnya juga tinggi.

### 1. Solar cell

Solar cell adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau "sol" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Solar cell seringkali disebut sel photovoltaic. Photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Solar

cell bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi.

### 2. Daya output solar cell

Untuk mengetahui daya yang dihasilkan dari solar cell pada saat pengisian baterai langsung digunakan persamaan :

$$P_{out} = V \cdot I \quad (1)$$

dimana :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

### 3. Daya input solar cell

Illuminance  $E_v$  dalam satuan lux (lx) adalah sama dengan nilai daya  $P_{in}$  dalam watt (W), dikali dengan luminous efficacy  $\eta$  dalam lumens per watt (lm/W) dibagi dengan luas permukaan panel solar cell dalam satuan meter persegi ( $m^2$ ):

$$P_{in} = E_v \times A / \eta \quad (2)$$

dimana :

$P_{in}$  = Daya input (Watt)

A = Luas area ( $m^2$ )

$E_v$  = Intensitas cahaya (Lux)

$\eta$  = Lumens (lm/W)

### 4. Efisiensi solar cell

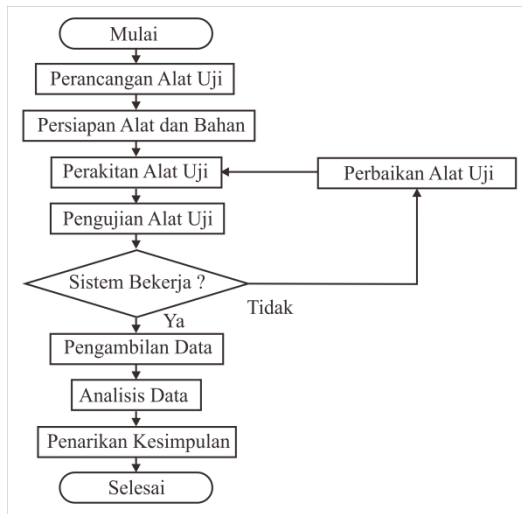
Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data.

$$\eta = \frac{Output}{Input} \times 100\% \quad (3)$$

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membuat variasi intensitas cahaya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Tidar. Untuk mendapatkan variasi intensitas cahaya, digunakan lampu Halogen dengan daya 300, 500 dan 1000

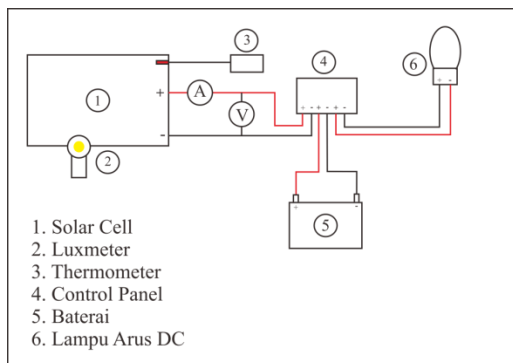
watt. Adapun tahapan yang dilakukan mengikuti diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 1. Perancangan alat uji

Rancangan alat uji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan alat uji

### 2. Persiapan alat dan bahan

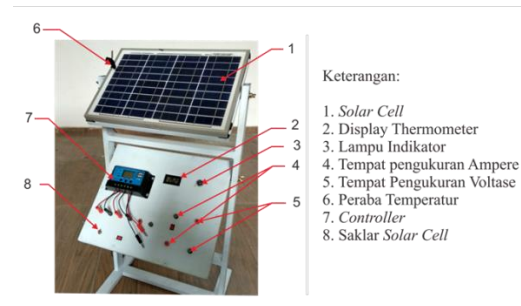
Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Alat	Bahan
	– Solar cell
– Multimeter	– Control
– Luxmeter	charging
– Thermometer	– Baterai
	– Kabel
	– Jack banana

– Lampu halogen

### 3. Perakitan alat uji

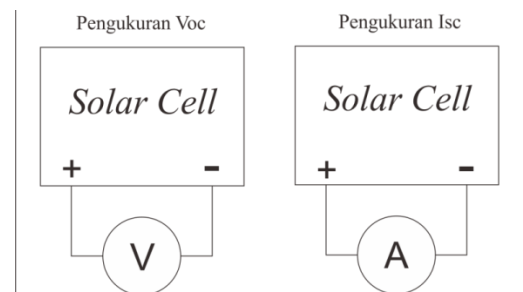
Perakitan alat uji dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Perakitan alat uji

### 4. Pengujian alat uji

Untuk mengetahui sistem beroperasi dapat dilihat dari *short circuit current* ( $I_{sc}$ )  $\leq 0.61$  A dan *open circuit voltage* ( $V_{oc}$ )  $\leq 21$  V. Pengukuran  $V_{oc}$  dan  $I_{sc}$  dapat dilihat pada gambar 4.

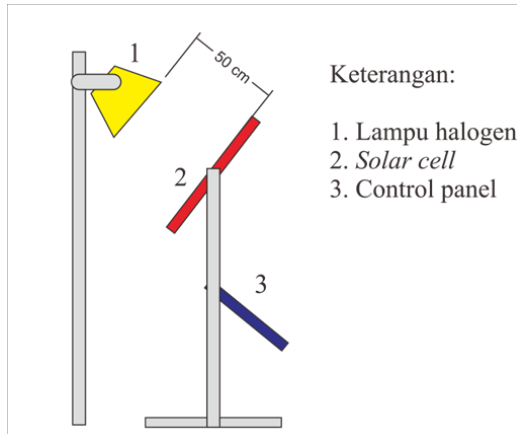


Gambar 4. Pengukuran  $V_{oc}$  dan  $I_{sc}$

### 5. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Diploma III Universitas Tidar dengan memvariasikan intensitas cahaya lampu halogen dengan daya 300 watt, 500 watt dan 1000 watt yang menyinari solar cell dengan jarak 50 Cm dan tegak lurus antara lampu halogen dan permukaan panel. Sehingga secara otomatis temperatur permukaan solar cell meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Data yang diambil meliputi arus

listrik (i), tegangan listrik (V), intensitas cahaya (I) dan temperatur permukaan *solar cell* (T). Pengambilan data dilakukan sebanyak 15-kali setiap satu menit sampai menit keenam selanjutnya pengambilan data dilakukan setiap tiga menit sampai waktu 33 Menit.



Gambar 5. Penempatan lampu halogen dan *solar cell*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

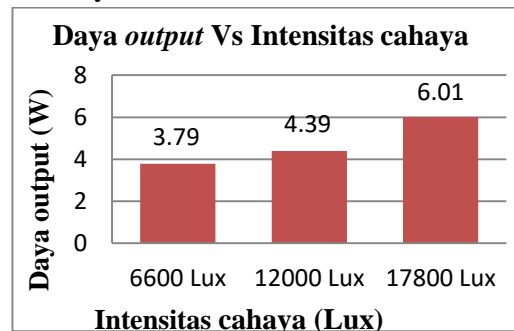
Berikut adalah tabel hasil perbandingan perhitungan selama 33 menit menggunakan cahaya lampu halogen 300, 500 dan 1000 Watt yang masing-masing intensitas cahayanya adalah 6600, 12000 dan 17800 lux dengan metode rata-rata.

Tabel 2 dapat dilihat perbedaan antara masing-masing daya lampu halogen 300, 500 dan 1000 Watt, dimana hasil pengukuran keluaran arus dan tegangan cenderung meningkat, begitu juga dengan hasil perhitungan *daya output solar cell*. Hasil perhitungan efisiensi pada tabel diatas terjadi penurunan efisiensi solar cell terhadap intensitas yang tinggi, hal tersebut diakibatkan pada intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan radiasi panas yang tinggi pula.

Tabel 2. Perbandingan intensitas cahaya lampu halogen

Hasil dan Analisis	Intensitas cahaya		
	6600 lux	1200 lux	17800 lux
Suhu permukaan panel (°C)	37,39	41,99	47,31
Arus output (A)	0,30	0,34	0,47
Tegangan output (V)	12,64	12,68	12,91
Daya output (Watt)	3,79	4,39	6,01
Daya input (Watt)	21,81	39,66	58,83
Efisiensi (%)	17,39	11,08	10,23

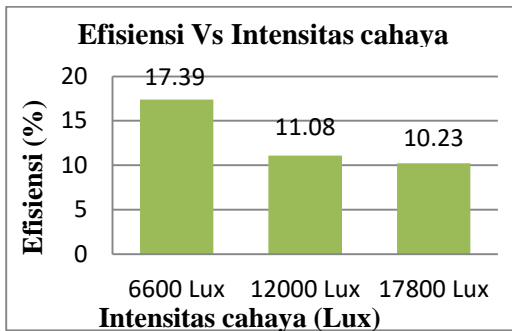
### 1. Perbandingan daya output vs intensitas cahaya



Gambar 6. Perbandingan daya output vs intensitas cahaya

Gambar 6 memperlihatkan perbandingan daya output *solar cell* yang meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya. Hal tersebut karena intensitas cahaya berbanding lurus dengan daya output *solar cell*.

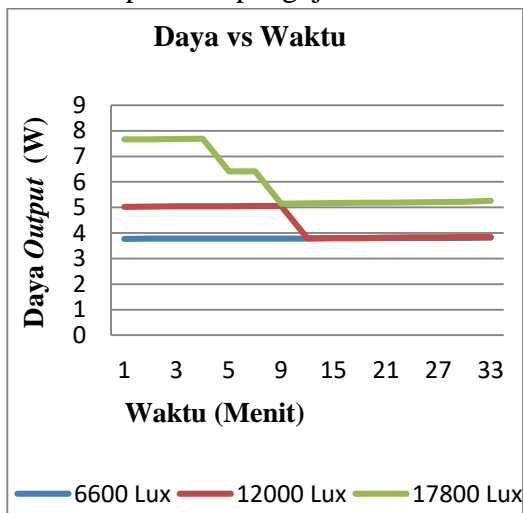
2. Perbandingan efisiensi vs intensitas cahaya



Gambar 7. Perbandingan efisiensi vs intensitas cahaya

Gambar 7 memperlihatkan perbandingan efisiensi *solar cell* yang menurun seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya. Hal tersebut karena intensitas cahaya yang tinggi mengakibatkan radiasi panas yang tinggi pada permukaan panel.

3. Hubungan daya *output solar cell* terhadap waktu pengujian



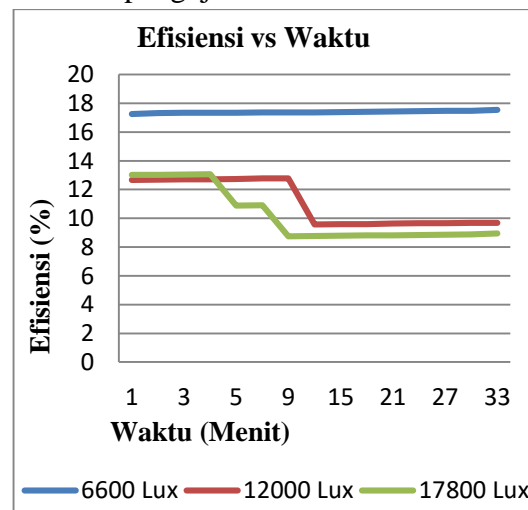
Gambar 8. Hubungan daya *output solar cell* terhadap waktu pengujian

Gambar 8 diatas dapat dilihat nilai intensitas cahaya mempengaruhi daya keluaran dari *solar cell*, waktu pemakaian turut mempengaruhi kinerja dari *solar cell*. Dapat dilihat pada intensitas cahaya 6600 lux perubahan daya keluaran *solar cell*

selam waktu 33 menit tidak begitu signifikan tetapi mengalami peningkatan sebesar 0,06 watt dari daya 3,765 - 3,825 watt. Intensitas cahaya 12000 lux keluaran daya dari *solar cell* mengalami penurunan sebesar 1,185 watt, penurunan terbesar terjadi pada menit ke-12 dari daya 5,064 watt ke daya 3,798 watt. Sedangkan pada intensitas cahaya 17800 lux keluaran daya mengalami penurunan sebesar 2,402 watt, pada intensitas cahaya 17800 lux penurunan daya terjadi duakali pada menit ke-5 dari daya 7,686 watt ke daya 6,41 watt dan menit ke-9 dari daya 6,415 watt ke daya 5,152 watt.

Dari hasil keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa penurunan terbesar terjadi pada intensitas cahaya 17800 lux, dan kenaikan daya ada pada intensitas cahaya 6600 lux. Hal tersebut karena adanya penurunan arus pada intensitas cahaya 12000, 17800 lux dan tidak adanya penurunan arus pada intensitas cahaya 6600 lux.

4. Hubungan efisiensi *solar cell* terhadap waktu pengujian



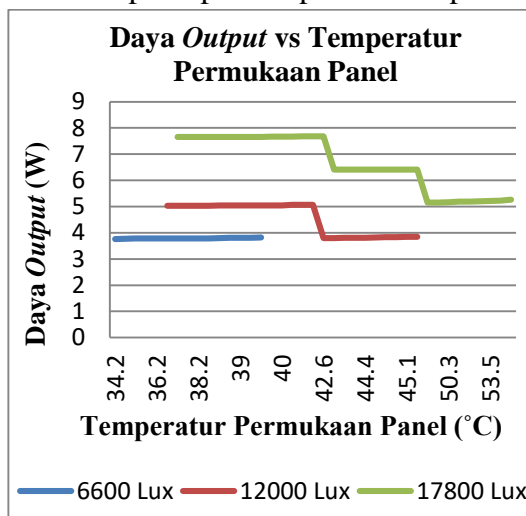
Gambar 9. Hubungan efisiensi *solar cell* terhadap waktu pengujian

Gambar 9 diatas dapat diketahui efisiensi *solar cell* pada masing masing

daya lampu. Terlihat dalam waktu 33 menit efisiensi tertinggi ada pada daya lampu 6600 lux dimana efisiensinya mengalami kenaikan dari 17,26% sampai dengan 17,53%. Sedangkan pada daya lampu 12000 lux efisiensinya mengalami penurunan dimenit ke-9 dari 12,76% ke 9,57%. Sedangkan yang terjadi pada daya lampu 17800 lux efisiensinya mengalami dua kali penurunan selama 33 menit, yaitu pada menit ke-5 dari efisiensi 13,06% ke 10,89% dan pada menit ke-9 dari efisiensi 10,90% ke 8,75%.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa kenaikan efisiensi terjadi pada daya lampu 6600 lux dan yang mengalami penurunan terbesar pada daya lampu 17800 lux.

5. Hubungan daya *output solar cell* terhadap temperatur permukaan panel



Gambar 10. Hubungan daya *output solar cell* terhadap temperatur permukaan panel

Gambar 10 diatas dapat diketahui perpindahan panas dari lampu halogen ke permukaan *solar cell* sangat jelas terlihat, dari temperatur mula-mula ±34,2°C. pada intensitas cahaya 6600 lux mengalami kenaikan temperatur satu menit pertama mengalami kenaikan sebesar 1,4°C, selama 33 Menit temperatur permukaan panel

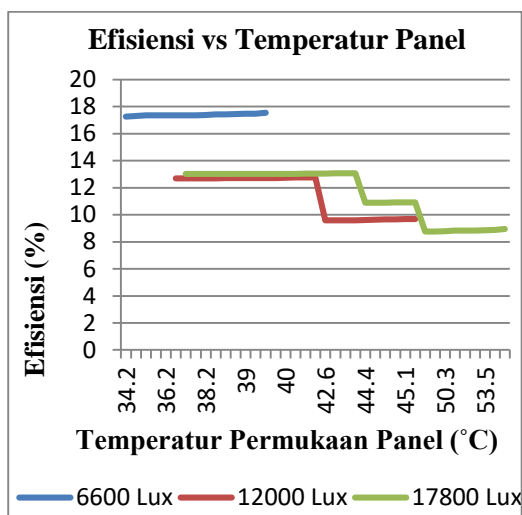
mencapai 39,4°C, kenaikan temperatur total sebesar 5,2°C dan daya yang keluar mengalami kenaikan sebesar 0,06 watt. Sedangkan yang terjadi pada intensitas cahaya 12000 lux pada menit pertama kenaikan temperatur yang terjadi sebesar 3,7°C, dan selama 33 menit temperatur permukaan panel mencapai 45,3°C, kenaikan temperatur total sebesar 8,9°C, tetapi daya keluaran *solar cell* mengalami penurunan pada temperatur 41,9°C dari daya 5,064 watt ke daya 3,798 watt. Sedangkan yang terjadi pada intensitas cahaya lampu 17800 lux kenaikan pada menit pertama adalah 4,3°C, dan selama 33 menit temperatur permukaan panel mencapai 45,3°C, kenaikan temperatur total sebesar 17°C, tetapi daya keluaran *solar cell* mengalami penurunan duakali yaitu pada temperatur 43,1°C dari daya 7,686 watt ke daya 6,41 watt dan pada suhu 47,0°C dari daya 6,415 watt ke daya 5,152 watt.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa penurunan daya terjadi pada suhu ±44,0°C, dan perpindahan panas selama 33 menit yang tertinggi terjadi pada intensitas cahaya 17800 lux, dan perpindahan panas terrendah terjadi pada intensitas cahay 6600 lux.

6. Hubungan efisiensi *solar cell* terhadap temperatur permukaan panel

Pada Gambar 11 diatas terlihat efiisiensi yang terjadi pada masing-masing daya lampu berdasarkan temperatur permukaan panel. Terlihat pada daya lampu 6600 Lux dari temperatur permukaan panel 34,2°C sampai temperatur 39,4°C mengalami kenaikan efisiensi total sebesar 0,28% dari efisiensi 17,26% ke efisiensi 17,54%. Sedangkan pada daya lampu 12000 lux dari temperatur permukaan panel 36,4°C sampai temperatur 45,3°C mengalami penurunan

efisiensi pada temperatur permukaan panel 42,6°C dari efisiensi 12,77% ke efisiensi 9,58%, dan total penurunan efisiensinya adalah 2,99%. Dan yang terjadi pada daya lampu 17800 lux dari temperatur permukaan panel 37,2°C sampai temperatur 54,2°C mengalami duakali penurunan efisiensi pada temperatur permukaan panel 43,1°C dari efisiensi 13,06% ke efisiensi 10,90% dan terjadi pada temperatur permukaan panel 47,0°C dari efisiensi 10,90% ke efisiensi 8,76%, sedangkan total penurunan efisiensi yang dialami adalah sebesar 4,06%.



Gambar 11. Hubungan efisiensi solar cell terhadap temperatur permukaan panel

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada daya lampu 6600 lux, sedangkan pada daya lampu 12000 lux terjadi penurunan efisiensi pada temperatur permukaan panel 42,6°C, dan yang terjadi pada daya lampu 17800 lux terjadi dua kali penurunan efisiensi pada temperatur permukaan panel 43,1°C dan 47,0°C.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pengaruh intensitas cahaya dan suhu permukaan panel terhadap unjuk kerja solar cell tipe polycrystalline silicon kapasitas 10 watt dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Daya keluaran solar cell berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang dipancarkan lampu halogen, tetapi seiring bertambahnya waktu dan perpindahan panas dari lampu halogen ke permukaan panel mengakibatkan daya keluaran solar cell semakin menurun, penurunan daya terjadi pada suhu permukaan panel  $\pm 41^\circ\text{C}$  sampai  $47^\circ\text{C}$  dengan rentan waktu 33 menit.
2. Keluaran tegangan yang dihasilkan solar cell berbanding lurus dengan suhu permukaan panel, tetapi berbanding terbalik dengan keluaran arus yang dihasilkan solar cell.
3. Efisiensi solar cell berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang dipancarkan lampu halogen ke permukaan panel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. Cadangan Minyak OPEC 1.213 Miliar Barel , <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2016/12/02/cadangan-minyak-ope-1213-miliar-barel>, diambil pada tanggal 20 Mei 2018, pada pukul 18:49.
- Anonim. 2018. How to convert lux to watts. <https://www.rapidtables.com/calc/light/how-lux-to-watt.html>, diambil pada tanggal 1 Agustus 2018, pada pukul 22:10.
- Anonim. 2018. Kebutuhan Minyak Dunia Naik Jadi 100,4 Juta Barel di 2023. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180305162642-46278/kebutuhan-minyak-dunia-naik-jadi-1004-juta-barel-di-2023>, diambil pada



tanggal 20 Mei 2018, pada pukul 22:13

- Asrul. 2016. Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul *Photovoltaic* Tipe *Multicrystalline*. Palu. Teknik Universitas Tadulako Palu.
- Asy'ari, H. 2012. Intensitas Cahaya Matahariterhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Magrissa, R. 2017. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi *Sel Solar* pada *Mono-Crystalline Silikon Sel Solar*. Padang. Universitas Negeri Padang.
- Muharmen, R. 2012. Pengaturan Pergerakan *Solar Cell* Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari (*Solar Cell*, Sensor, Rx). Pekanbaru. Politeknik Caltex Riau.
- Nurhadi. 2017. Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap *Output* Tegangan *Solar cell* Pengisi Baterai Kendaraan Listrik. Malang. Politeknik Negri Malang.
- Stamboel, K. 2018. Energi Terbarukan. [https://www.wwf.or.id/tentang\\_wwf/upaya\\_kami/iklim\\_dan\\_energi/solusikami/mitigasi/energi\\_terbarukan.cfm](https://www.wwf.or.id/tentang_wwf/upaya_kami/iklim_dan_energi/solusikami/mitigasi/energi_terbarukan.cfm), diambil pada tanggal 22 Mei 2018, pada pukul 20:01.
- Subandi. Slamet, H. 2014. Korelasi Suhu Dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Pada *Solar Cell*. Jogjakarta. Institut Sains & Teknologi Jogjakarta.
- Taufiq, A. 2014. Energi Surya di Indonesia <https://alamendah.org/2014/11/15/energi-surya-matahari-di-indonesia/>, diambil pada tanggal 21 Mei 2018, pada pukul 20:30