

# PENGARUH SUHU PADA DAYA KELUARAN MODUL FOTOVOLTAIK DENGAN PENAMBAHAN REFLEKTOR DI SAMARINDA

Suratno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda  
Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur  
e-mail : [suratnopolnes@gmail.com](mailto:suratnopolnes@gmail.com)

**Abstract**— The heat that occurs in photovoltaic modules is significantly affected by environmental conditions and the installation of photovoltaic panels. The addition of a reflector can increase surface temperature and further increase output power. In general, the high working temperature in photovoltaics can reduce the value of output power production. However, there were two phenomena when testing in Samarinda, which are 7<sup>th</sup>- and 8<sup>th</sup> phenomena. The 7<sup>th</sup> phenomenon occurs when the surface temperature rises, the output power will rise. Meanwhile, the 8<sup>th</sup> phenomenon happens when the surface temperature rises, the output power decreases. The distribution pattern of these phenomenon shows that the 7<sup>th</sup> phenomenon occurs twenty times, while the eighth phenomenon occurs twenty-five times with an even distribution pattern. Moreover, the 8<sup>th</sup> phenomenon is more common than the 7<sup>th</sup> phenomenon during five days of observation.

**Keywords** : Solar module, Solar reflector, Electrical power.

## I. PENDAHULUAN

Energi yang terdapat dari cahaya matahari disebut energi matahari, dan dapat dikonversikan menjadi daya listrik. Energi ini dirubah menjadi energi listrik menggunakan bahan silikon, bisa disebut dengan fotovoltaiik [1].

peningkatan radiasi matahari juga dapat meningkatkan daya keluaran dengan menggunakan reflektor, berfungsi sebagai alat bantu untuk memantulkan cahaya matahari ke panel fotovoltaiik. Modul fotovoltaiik umumnya berada di ruangan terbuka sehingga menyebabkan modul terpapar oleh cuaca. Cuaca pada lingkungan selalu mengalami perubahan yang fluktuatif. dan kondisi inilah yang menyebabkan suhu pada panel fotovoltaiik juga mengalami perubahan [2].

Suhu pada modul fotovoltaiik disebabkan juga oleh kondisi cuaca dan kecepatan angin. Peningkatan suhu pada permukaan modul fotovoltaiik dapat menurunkan daya keluaran [3].

Pada paper ini meneliti pengaruh suhu permukaan terhadap modul fotovoltaiik yang menggunakan reflektor terkait dengan daya keluaran beserta data dari modul fotovoltaiik tanpa reflektor sebagai pembanding daya tinggi atau rendah.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Jenis Panel Surya

Jenis pertama, yaitu jenis yang terbaik dan yang terbanyak digunakan masyarakat saat ini, adalah jenis monokristalin seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4. Panel ini memiliki tingkat efisiensi antara 12 sampai 14% [4].

Jenis kedua adalah jenis polikristalin atau multikristalin seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.5. Terbuat dari banyak potongan silikon yang membentuk wafer pada modul. Karena ada banyak kristal di setiap sel, sehingga elektron sedikit kurang bebas untuk bergerak. dengan tingkat efisiensi antara 10 sampai 12% [4].

### B. Reflektor Modul Fotovoltaiik

Tipe dan jenis dari reflektor modul fotovoltaiik dapat mempengaruhi suatu hasil daya yang dikeluarkan. Terdapat jenis-jenis dari bahan reflektor, yaitu dengan bahan *aluminium*, *stainless steel*, dan *chrome film*. Meningkatnya daya keluaran ketika dipasangkan reflektor berbahan *chrome film* lebih besar ketimbang reflektor berbahan *aluminium*, dan *stainless steel* [5].

**C. Jumlah dari Reflektor**

Panel fotovoltaik diberi 2 reflektor pada penelitian, terdapat opsional untuk memilih jumlah pada reflektor di panel fotovoltaik, ada yang memakai 1, 2, dan 4 pasang reflektor. Umumnya penggunaan reflektor hanya memakai 1 atau 2 reflektor saja [5].

**D. Model Persamaan Modul Fotovoltaik**

Daya masukan yang merupakan sebuah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area modul fotovoltaik, sebagaimana dinyatakan dalam :

$$P_{in} = I_r \times A \tag{2.1}$$

Di mana  $P_{in}$  adalah daya input (Watt),  $I_r$  adalah Iradiansi matahari ( $Watt/m^2$ ), dan  $A$  adalah luas area permukaan modul fotovoltaik ( $m^2$ ) [6]. Untuk mengetahui nilai dari daya yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik, daya keluaran bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \tag{2.2}$$

Di mana  $P_{out}$  adalah daya yang dihasilkan modul fotovoltaik (Watt),  $V_{oc}$  adalah tegangan rangkaian terbuka (Volt),  $I_{sc}$  adalah Arus hubung singkat pada panel fotovoltaik (Ampere), dan  $FF$  adalah *Fill factor* [6]. Untuk mencari nilai dari *Fill factor* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$FF = V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0.72) / V_{oc} + 1 \tag{2.3}$$

Untuk mencari efisiensi pada sebuah modul fotovoltaik [6]. bisa didapatkan melalui rumus :

$$\eta = \frac{\text{Daya Keluaran}}{\text{Daya Masukan}} \times 100\% \tag{2.4}$$

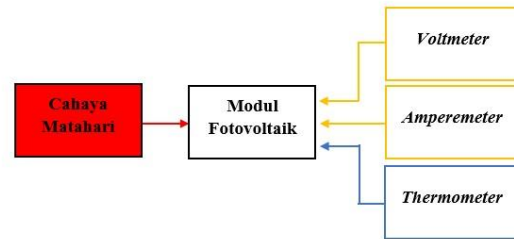
Efisiensi merupakan perbandingan dari daya yang dihasilkan dan dengan daya yang diterima oleh modul fotovoltaik [6].

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Gambaran Umum Sistem**

Gambaran pada sistem pada Gambar 3.1 yang terkait pada modul fotovoltaik dengan reflektor maupun tidak. Fotovoltaik dengan reflektor memiliki sudut kemiringan sebesar  $0^\circ$  dan sudut kemiringan reflektor sebesar  $45^\circ$ . Fotovoltaik tanpa reflektor memiliki sudut sebesar  $5^\circ$  khususnya pada daerah dekat garis khatulistiwa. Cahaya yang disebarkan oleh matahari pada modul menimbulkan daya listrik, untuk mendapat data pengukuran pada modul, penulis mengukur tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ) dan pengukuran arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) menggunakan *multimeter digital* Setelah itu dilakukan pengukuran pada

suhu permukaan pada modul fotovoltaik menggunakan *IR Thermometer*.

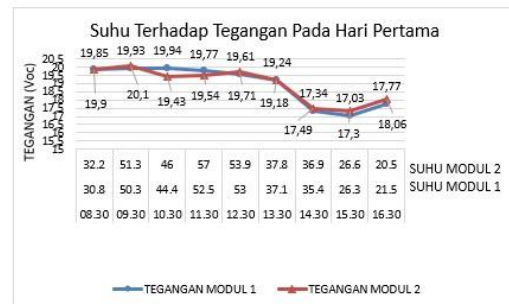


**Gambar 3.1** Gambaran umum sistem modul fotovoltaik

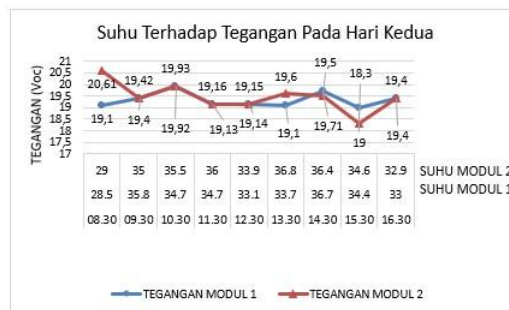
**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Pada Modul Surya Tanpa Reflektor dan Dengan Menggunakan Reflektor**

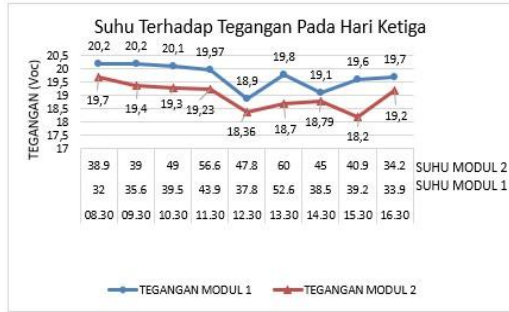
Hasil pengukuran pengaruh suhu permukaan panel surya terhadap tegangan keluaran berdasar pengamatan hari pertama sampai dengan hari kelima ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Istilah modul 1 dan 2 pada gambar berturut-turut menyatakan panel tanpa dan dengan reflektor.



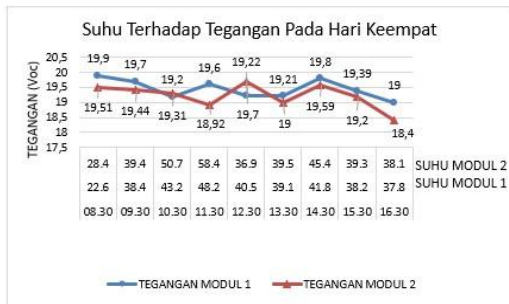
(a)



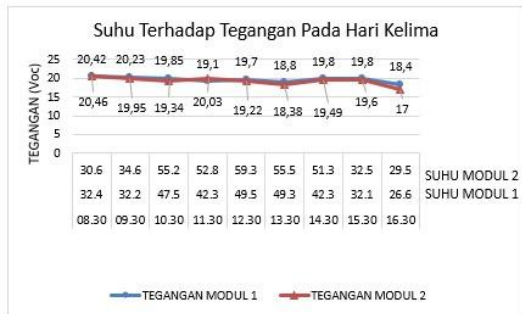
(b)



(c)



(d)



(e)

**Gambar 4. 1 Fungsi Tegangan pada Suhu (a) Hari Pertama (b) Hari Kedua (c) Hari Ketiga (d) Hari keempat (e) Hari Kelima**

Dari hasil pengamatan terhadap kelima grafik dalam Gambar 4.1 diperoleh 3 fenomena yang terjadi, yaitu :

1. Fenomena Pertama (1)  
Ketika suhu permukaan naik, tegangan keluaran turun tanpa memandang apakah modul menggunakan reflektor atau tidak. Fenomena kenaikan suhu akan menurunkan tegangan sesuai dengan yang dijelaskan pada [6].
2. Fenomena Kedua (2)

Tegangan pada modul yang menggunakan reflektor lebih tinggi dibanding modul tanpa reflektor walaupun suhu permukaan lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian [7] menyatakan bahwa penggunaan reflektor dapat meningkatkan jumlah cahaya matahari yang mengenai permukaan modul sehingga tegangan akan meningkat.

3. Fenomena Ketiga (3)

Walaupun suhu pada modul tanpa reflektor lebih tinggi dibanding modul dengan reflektor, tegangan yang dihasilkan jauh lebih besar. Pada saat itu, seluruh permukaan panel tanpa reflektor terpapar oleh sinar matahari, sementara permukaan panel dengan reflektor tidak seluruhnya terpapar sinar matahari karena terhalang oleh reflektor. Kemudian, karena temperatur udara tidak terlalu panas, kenaikan temperatur permukaan panel tidak serta merta menurunkan tegangan panel tanpa reflektor sebagaimana yang telah terjadi pada fenomena pertama.

Dari kelima grafik dan fenomena-fenomena tersebut, dapat dibuat tabel untuk mempermudah pembacaan pola fenomena yang terjadi pada seluruh hari dan waktu pengukuran, seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.6.

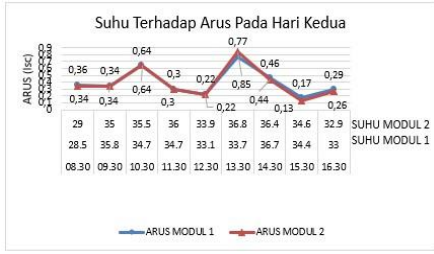
**Tabel 4. 6 Sebaran Fenomena 1, 2, dan 3 Selama 5 Hari Pengamatan**

WAKTU	HARI PERTAMA	HARI KEDUA	HARI KETIGA	HARI KEEMPAT	HARI KELIMA
08.30	1	2	1	1	3
09.30	2	1	1	1	1
10.30	1	1	1	2	1
11.30	1	1	1	1	2
12.30	2	1	1	1	1
13.30	1	2	1	1	1
14.30	2	3	1	1	1
15.30	2	3	1	1	1
16.30	1	3	1	1	1

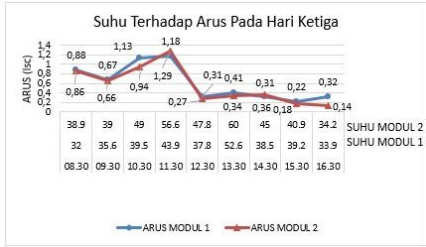
**B. Pengaruh Suhu Terhadap Arus Pada Modul Surya Tanpa Reflektor dan Menggunakan Reflektor**



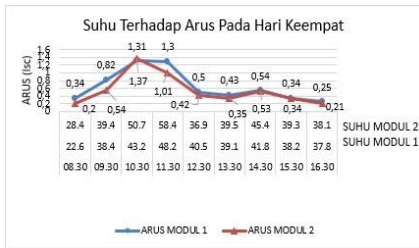
(a)



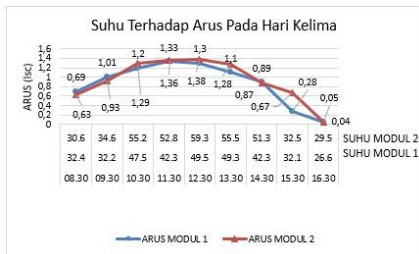
(b)



(c)



(d)



(e)

**Gambar 4. 2 Fungsi Arus Pada Suhu (a) Hari Pertama (b) Hari Kedua (c) Hari Ketiga (d) Hari keempat (e) Hari Kelima**

Ternyata, dari kelima grafik dalam Gambar 4.2 juga diperoleh adanya 3 fenomena sebagai berikut :

1. Fenomena Keempat (4)

Arus pada modul fotovoltaik mengalami penurunan ketika suhu permukaan lebih tinggi. Terjadi baik pada panel dengan reflektor maupun tidak. Berdasar tabel hasil penelitian yang dilakukan pada [8] Menunjukkan pada waktu-waktu tersebut penambahan cahaya yang diakibatkan oleh meratanya suhu tetapi tidak meratanya intensitas matahari karena sebaran dari cahaya matahari tidak terlalu memantulkan cahaya ke permukaan modul disebabkan oleh posisi matahari yang bergerak. Dan juga adanya reflektor akan menghalangi angin yang berasal dari timur atau dari barat sehingga sirkulasi udara tidak maksimal.

2. Fenomena Kelima (5)

Ketika suhu permukaan naik, arus (Isc) juga naik terjadi baik dengan reflektor maupun tidak. Fenomena ini sesuai dengan yang dijelaskan pada [6] yang menyatakan bahwa penggunaan reflektor dapat menaikkan arus hubung singkat.

3. Fenomena Keenam (6)

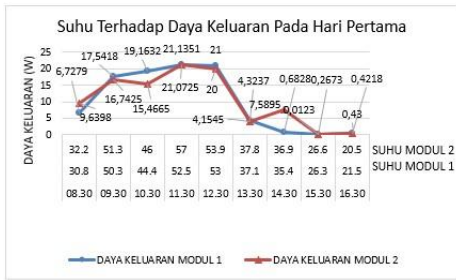
Suhu permukaan modul fotovoltaik dengan reflektor atau tanpa reflektor memiliki perbedaan suhu tetapi arus (Isc) sama besar. Dimana suhu pada permukaan panel dengan reflektor lebih tinggi dibanding panel yang tidak menggunakan reflektor.

Dari kelima grafik dan fenomena-fenomena tersebut, dapat dibuat tabel untuk mempermudah pembacaan pola fenomena yang terjadi pada seluruh hari dan waktu pengukuran, seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.7.

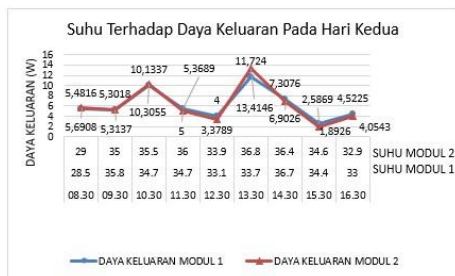
**Tabel 4. 7 Sebaran Fenomena 1, 2, dan 3 Selama 5 Hari Pengamatan**

WAKTU	HARI PERTAMA	HARI KEDUA	HARI KETIGA	HARI KEEMPAT	HARI KELIMA
08.30	5	4	4	4	5
09.30	4	6	4	4	4
10.30		4	6	4	5
11.30		6	6	5	4
12.30		4	6	4	5
13.30		4	5	4	5
14.30		5	5	5	4
15.30		6	4	4	6
16.30		6	5	4	4

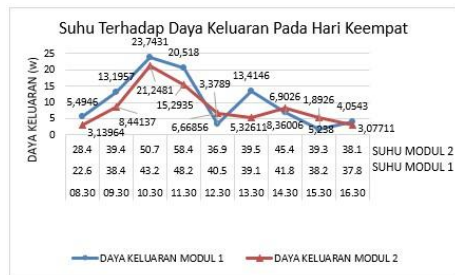
**D. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Pada Modul Surya Tanpa Reflektor Dengan Menggunakan Reflektor**



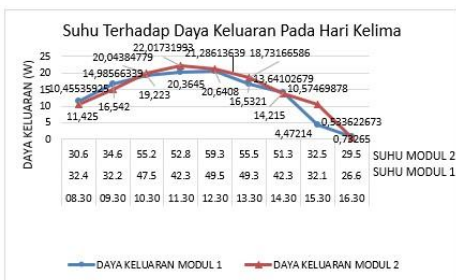
(a)



(b)



(d)



(e)

**Gambar 4. 3 Fungsi Daya Keluaran Pada Suhu (a) Hari Pertama (b) Hari Kedua (c) Hari Ketiga (d) Hari keempat (e) Hari Kelima**

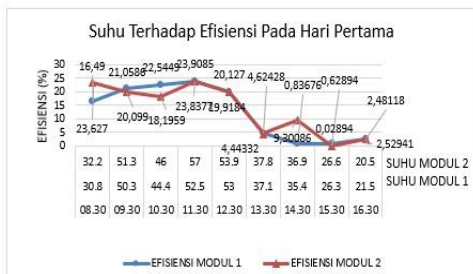
tampak bahwa daya keluaran lebih banyak dipengaruhi oleh arus dibanding oleh tegangan. Hal itu tampak dari kurva daya keluaran yang lebih mirip dengan kurva arus dibanding kurva tegangan. Kemudian hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa hanya terdapat dua fenomena berbeda yang muncul, yaitu fenomena ke tujuh dan ke delapan yang penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. Fenomena Ke Tujuh (7)  
Ketika suhu permukaan naik, daya keluaran akan naik. Selisih daya keluaran yang terjadi antara kedua jenis percobaan bermacam-macam, Fenomena ini sesuai dengan yang dijelaskan pada [6,8].
2. Fenomena Ke Delapan (8)  
Daya keluaran pada modul fotovoltaik mengalami penurunan ketika suhu permukaan lebih tinggi. Berdasar penelitian yang dilakukan pada [8], dikatakan pada waktu-waktu tertentu intensitas matahari turun dan suhu tinggi disebabkan beberapa faktor salah satunya pengaruh dari cuaca yang berawan (fluktuatif) sedangkan panel fotovoltaik tidak memiliki sirkulasi udara yang baik pada saat itu sehingga suhu masih dalam keadaan tinggi. Dan juga perubahan intensitas matahari lebih cepat dibanding perubahan suhu.

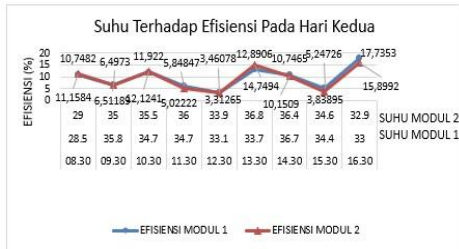
**Tabel 4. 1 Sebaran Fenomena 7 dan 8 Selama 5 Hari Pengamatan**

WAKTU	HARI PERTAMA	HARI KEDUA	HARI KETIGA	HARI KEEMPAT	HARI KELIMA
08.30	7	7	7	8	7
09.30	8	8	8	8	8
10.30	8	7	8	8	7
11.30	8	8	7	8	7
12.30	8	8	8	8	7
13.30	8	7	8	8	7
14.30	7	7	7	7	8
15.30	7	8	8	7	7
16.30	7	7	8	8	8

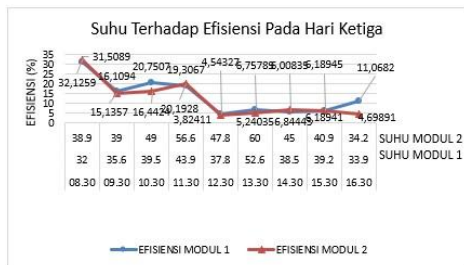




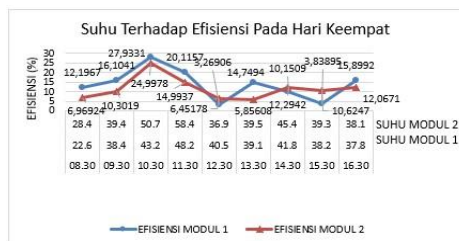
(a)



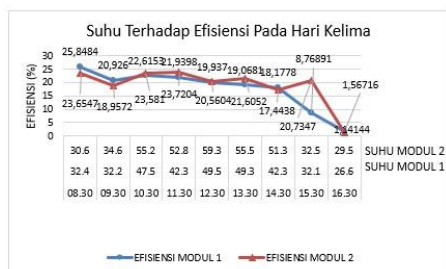
(b)



(c)



(d)



(e)

**Gambar 4. 4 Fungsi Efisiensi Pada Suhu (a) Hari Pertama (b) Hari Kedua (c) Hari Ketiga (d) Hari keempat (e) Hari Kelima**

Dari kelima gambar tersebut diperoleh 3 fenomena yang terjadi sebagai berikut :

1. Fenomena Pertama (9)  
Ketika suhu permukaan naik, efisiensi (%) akan naik. Tanpa memandang pemakaian reflektor atau tidak. Selisih efisiensi (%) Fenomena ini sesuai dengan yang dijelaskan pada [6].
2. Fenomena Kedua (10)  
Efisiensi pada modul fotovoltaik mengalami penurunan walaupun suhu permukaan lebih tinggi. Menunjukkan bahwa pada waktu-waktu tersebut penambahan cahaya yang diakibatkan oleh tidak meratanya intensitas matahari karena sebaran dari cahaya matahari tidak terlalu memantulkan cahaya ke permukaan modul disebabkan oleh posisi matahari yang bergerak dan juga bisa ditimbulkan oleh cuaca yg fluktuatif. Dan juga adanya reflektor akan menghalangi angin yang berasal dari timur atau dari barat sehingga sirkulasi udara tidak maksimal.

Dari kelima grafik dan fenomena-fenomena tersebut, dapat dibuat tabel untuk mempermudah pembacaan pola fenomena yang terjadi pada seluruh hari dan waktu pengukuran, seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.9.

**Tabel 4. 2 Sebaran Fenomena 9 dan 10 Selama 5 Hari Pengamatan**

WAKTU	HARI PERTAMA	HARI KEDUA	HARI KETIGA	HARI KEEMPAT	HARI KELIMA
08.30	9	9	9	10	9
09.30	10	10	10	10	10
10.30	10	9	10	10	9
11.30	10	9	9	10	9
12.30	10	10	10	10	9
13.30	10	9	10	10	9
14.30	9	9	9	9	10
15.30	10	10	10	9	9
16.30	9	9	9	10	10

**V. KESIMPULAN**

1. Terdapat dua fenomena yang didominasi oleh fenomena kedelapan di setiap harinya. Karena daya keluaran yang diproduksi oleh modul fotovoltaik mengalami penurunan dan suhu permukaan mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh menurunnya intensitas matahari dengan cepat dan suhu permukaan yang menurun dengan lambat.
2. Efisiensi memiliki dua fenomena yang didominasi oleh fenomena kesepuluh di setiap harinya. Hal ini

disebabkan pada waktu-waktu tersebut tidak meratanya intensitas matahari karena sebaran dari cahaya matahari tidak terlalu memantulkan cahaya ke permukaan modul disebabkan oleh posisi matahari yang bergerak dan juga bisa ditimbulkan oleh cuaca yg fluktuatif.

3. Dilihat dari *trend* pada tabel percobaan. Suhu permukaan modul fotovoltaik dengan reflektor paling tinggi sebesar 60°C. Suhu nominal (Tnoct) yang ada pada spesifikasi sebesar  $\pm 50^\circ\text{C}$ . Oleh sebab itu ada keadaan dimana arus (Isc) akan naik dan melebihi dari batas maksimal (1,23 A) yaitu sebesar 1,30 A. Kemudian tegangan (Voc) yang diluar batas kerja modul fotovoltaik yaitu sebesar 22 V sedangkan pada nameplate modul hanya 21,8 V. Lalu daya keluaran pada nameplate sebesar 20 W. Tetapi pada jam tertentu modul dengan reflektor memiliki daya lebih tinggi sebesar 22 W.

#### REFERENSI

- [1] K. Jäger, O. Isabella, A. H. Smets, R. A. van Swaaij and M. Zeman, *Solar Energy*, Delft: Delft University of Technology, 2014.
- [2] E. A. Setiawan and K. Dewi, "Impact of two types flat reflector materials on solar panel characteristics," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, pp. 188-198, 2013.
- [3] K. H. Khwee, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)," pp. 23-26, 2013.
- [4] Janaloka, "Perbedaan panel surya monocrystalline dan Polycrystalline," 4 Mei 2018. [Online]. Available: <https://janaloka.com/apa-perbedaan-panel-suryamonocrystalline-dan-polycrystalline/>.
- [5] J. Rizk, A. Hellany and M. Nagrial, "Reflectors and Concentrators for Solar Panels," pp. 194-199.
- [6] M. e. yohana and B. Heriyanto, "Pengaruh suhu permukaan photovoltaic module 50 watt peak terhadap daya keluaran yang dihasilkan menggunakan reflektor dengan variasi sudut reflektor 0,50,60,70,80.," pp. 1-6.
- [7] Prastica, R. H. (2016). Analisis Pengaruh Penambahan Reflektor Terhadap Tegangan Keluaran Modul Solar Cell. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [8] Subandi and S. Hani, "Korelasi Suhu Dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Pada Solar Cell," *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, pp. C31 - C40, 2014.