

Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya

PENGARUH EFEK SUHU TERHADAP KINERJA PANEL SURYA

Puteri Kusumaning Tiyas

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : puteritiyas@mhs.unesa.ac.id

Mahendra Widyartono

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : mahendrawidyartono@unesa.ac.id

Abstrak

Indonesia memiliki potensi besar terhadap energi matahari. Hal ini karena posisi Indonesia berada di garis khatulistiwa dan sebagai negara tropis yang menyebabkan pancaran matahari yang cukup besar. kinerja panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor ialah radiasi matahari, suhu dan kecepatan angin. Penelitian ini menggunakan panel surya 50WP dengan jenis *polly-crystelline* dengan *reflector* cermin datar yang diletakkan pada bagian bawah panel surya agar *reflector* dapat meningkatkan suhu pada panel surya tanpa menambah iradian. Menggunakan 4 buah *reflector* dengan sudut 0° sampai dengan 60° dengan perpindahan 5° dan panel surya dalam keadaan diam Hasil kinerja dari alat mendapatkan suhu paling tinggi $59,1^\circ\text{C}$ mengasilkan tegangan $18,46\text{V}$ dan intensitas cahaya $854,9\text{W}/\text{m}^2$ dan tegangan paling tinggi $19,02\text{V}$ dengan suhu $30,2^\circ\text{C}$ dan iradian $977,9\text{W}/\text{m}^2$. Kenaikan Suhu mengakibatkan tegangan rangkaian terbuka (Voc) mengalami penurunan dan daya yang dihasilkan oleh panel surya menurun. kenaikan suhu pada panel surya juga berpengaruh pada efisiensi listrik panel surya.

Kata kunci : Pengaruh Efek Suhu, Kinerja Panel Surya

Abstract

Indonesia has great potential for solar energy. This is because Indonesia's position is on the equator and as a tropical country that causes a large amount of sunlight. the performance of solar panels is influenced by several factors: solar radiation, temperature and wind speed. This study uses 50WP solar panels with Poly-crystalline type with a flat mirror reflector placed on the bottom of the solar panel so that the reflector can increase the temperature of the solar panel without adding irradiance. Uses 4 reflectors with angles of 0° to 60° with a displacement of 5° and the solar panel is idle. The results of the performance of the tool get the highest temperature of 59.1°C resulting in a voltage of 18.46V and a light intensity of $854.9\text{W}/\text{m}^2$ and the highest voltage of 19.02V with a temperature of 30.2°C and irradiance $977.9\text{W}/\text{m}^2$. The increase in temperature causes the open-circuit voltage (Voc) to decrease and the power produced by solar panels decreases. temperature increases in solar panels also affect the efficiency of solar panels.

Keywords: Effect of Temperature, Solar Panel Performance

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu masalah utama yang dialami oleh seluruh negara di dunia. Mengingat bahwa energi merupakan salah satu faktor yang mendukung pengembangan dari suatu negara tersebut. Semakin hari energi yang dibutuhkan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang semakin meningkat pula. Semakin meningkatnya jumlah energi yang dipakai, maka semakin sedikit pula persediaan pencadangan energi konvensional.

Sumber energi konvensional yang banyak digunakan sekarang ini adalah energi dari fosil contohnya seperti minyak bumi dan batu bara, dimana semakin hari

energi fosil ini mengalami penurunan jumlahnya karena energi fosil tergolong energi yang tidak dapat diperbaharui, selain itu energi fosil juga memiliki dampak yang tidak baik bagi lingkungan. Melihat dampak yang tidak baik terhadap lingkungan dan jumlah energi fosil yang semakin berkurang mengakibatkan perlunya energi terbarukan, untuk mencegah ketimpangan antara kemajuan ekonomi dengan pencadangan energi konvensional.

Sumber energi yang bisa digunakan sebagai energi *alternative* salah satunya dengan memanfaatkan sumber energi matahari. Sumber energi matahari merupakan salah satu harapan utama sebagai sumber energi alam yang tidak pernah habis dan dapat mengurangi dampak pemanasan

global yang ditimbulkan oleh buangan gas, dan bahan-bahan lain yang dapat membentuk efek rumah kaca. Sumber energi matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang semakin meningkat pengembangannya disetiap tahunnya.

Indonesia memiliki potensi besar terhadap energi matahari. Hal ini karena posisi Indonesia berada di garis khatulistiwa dan sebagai negara tropis yang menyebabkan pancaran matahari yang cukup besar. Dengan adanya kelebihan dari letak Indonesia seharusnya dapat dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat dan pemerintah Indonesia. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi daya pada panel surya. Sehingga hal tersebut dapat dijadikan referensi yang dapat diambil oleh masyarakat dan pemerintah dalam pengembangan energi matahari di Indonesia.

Besar kecilnya *output* yang dihasilkan panel surya bergantung pada banyaknya cahaya yang diserap oleh panel surya. Akibat pergerakan matahari membuat cahaya yang diserap oleh panel surya akan berubah-ubah. Kinerja dari panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor ialah iradian, suhu dan kecepatan angin.

Penelitian yang akan dibuat oleh penulis berjudul “Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya”. Hal ini dilakukan karena penulis ingin mengetahui pengaruh dari efek suhu terhadap kinerja panel surya. Agar panel surya mengalami kenaikan suhu maka diberikan 4 buah *reflector* cermin datar dipermukaan bawah panel surya. Posisi panel surya akan tegak lurus menghadap sinar matahari.

KAJIAN PUSTAKA

Panel Surya

Panel surya merupakan alat yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik (Anhar, Aulia Syahbanna, dkk. 2017). Panel surya merupakan semikonduktor yang memiliki permukaan luas. *mono-crystalline* merupakan panel surya yang paling efisien, karena menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi di tempat yang iradiannya kurang (teduh), kestabilannya akan turun drastis apabila cuaca sedang berawan (Dzulfikar, Dafi dan Broto, Wisnu. 2016). *Mono-crystalline* dirancang untuk penggunaan yang memerlukan listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang ganas. Sedangkan *Poly-Crystalline* merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe *Poly-Crystalline* memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *Mono-Crystalline* untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik dalam keadaan cuaca berawan (Dzulfikar, Dafi dan Broto,

Wisnu. 2016). Ciri khas dari panel surya *poly-crystalline* adalah berwarna biru dan memiliki corak guratan berwarna biru. Panel surya jenis *poly-crystalline* dapat menghasilkan listrik walaupun dalam keadaan mendung sekalipun.

Reflector Cermin Datar

Pembentukan bayangan oleh cermin merupakan gejala yang dihasilkan oleh karena adanya pemantulan cahaya oleh cermin yang sudah tentu memenuhi hukum pemantulan, yaitu : a. Sudut datang sama dengan sudut pantul b. Sinar datang, sinar pantul dan garis normal terletak pada satu bidang datar. Sebuah benda titik A yang berada di depan cermin datar memancarkan atau dilalui oleh sinar datang yang menuju ke cermin datar. Akibat adanya pemantulan cahaya oleh cermin datar maka terbentuk bayangan A' di belakang cermin datar

Pengaruh Suhu Terhadap Panel Surya

Panel surya akan bekerja secara optimal pada suhu 25°C. Semakin besar suhu panel surya akan berdampak pada daya yang dihasilkan oleh panel surya (Iqtimal, Zian, dkk.2018). Panel surya akan semakin optimal ketika berhadapan langsung dengan matahari, dalam artian posisi permukaan panel surya berhadapan langsung dengan iradian yang datang atau tegak lurus menghadap matahari. Dengan menggunakan *reflector*, maka sinar matahari akan lebih optimal akan tetapi dengan menggunakan *reflector* suhu yang dihasilkan panel surya akan meningkat (Suwarti dan Wahyono. 2018). Suhu memiliki peranan penting dalam panel surya. Pada saat suhu pada panel surya tinggi terjadi penurunan pada panel surya mencapai 20°C. Efisiensi listrik modul pada panel surya dapat didapatkan dengan rumus :

$$\beta_{ref} = \frac{1}{T_o - T_{ref}} \quad (1)$$

Keterangan :

T_o = Suhu Tertinggi pada Panel Surya .
 T_{ref} = Suhu Referensi Panel Surya.
 β_{ref} = Koefisiensi Suhu.

$$\eta_c = \eta_{Tref} [1 - \beta_{ref} (T_c - T_{ref})] \quad (2)$$

Keterangan :

η_c = Efisiensi Listrik Modul Panel Surya.
 η_{Tref} =Efisiensi Listrik Modul Suhu referensi.
 β_{ref} = Koefisiensi Suhu.
 T_{ref} = Suhu Referensi.
 T_c = Suhu yang diukur

Jumlah η_{Tref} dan β_{ref} biasanya diberikan oleh pabrikan dari panel surya.

Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya

Multimeter

Multimeter merupakan alat pengukur ampere, voltase dan ohm (resistansi). Ada dua kategori multimeter yaitu multimeter analog dan multimeter digital.

Solar Power Meter

Solar power meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur iradian yang mengenai panel surya dari matahari. Dalam penelitian ini *solar power meter* digunakan untuk mengukur iradian yang mengenai panel surya.

Termometer Inframerah

Termometer inframerah atau biasa disebut dengan termogun merupakan satu alat optik yang digunakan untuk mengukur suhu. Termometer inframerah mengukur suhu menggunakan radiasi inframerah yang dipancarkan pada objek yang akan diukur. Ketika objek yang akan diukur memiliki jarak yang jauh, terlalu panas dan berada dilingkungan berbahaya alat ini dapat digunakan.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pendekatan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, karena penelitian ini disajikan dengan angka-angka. Penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut dengan menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran data serta penampil hasilnya (Arikunto 2006 : 12).

Pada penelitian ini menggunakan panel surya 50 wp yang telah didesain oleh peneliti sehingga dapat menganalisa pengaruh efek suhu terhadap kinerja panel surya dengan menggunakan 4 *reflector* cermin datar yang diletakkan dibagian bawah panel surya.

Spesifikasi Panel Surya

Tabel 1 Spesifikasi modul panel surya 50WP:

Besaran	Satuan
Daya Maksimum (Pmax)	50W
Tegangan Maksimum (Vmp)	16V
Arus Maksimum (Imp)	3.13A
Tegangan Terbuka (Voc)	19.7V
Arus Terbuka (Isc)	3.58A
Berat	5Kg
Ukuran Panel Surya	784 x 506 x 35 mm

Panel surya yang digunakan pada saat penelitian memiliki spesifikasi yang dijabarkan pada Tabel 1 dengan kapasitas daya maksimal panel 50watt peak atau 50WP. Penelitian ini tanpa menggunakan beban, sehingga tegangan yang dilihat dalam spesifikasi yaitu Tegangan

Terbuka (Voc). Tegangan terbuka maksimal pada spesifikasi yaitu 19,7V. Panel yang digunakan pada penelitian adalah jenis *polly-crystalline*. *Polly-crystalline* memiliki kelebihan yaitu dapat menghasilkan listrik meskipun dalam cuaca mendung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Hardware



Gambar 1 Tampak Depan Alat Pengaruh Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya

Pada penelitian ini menggunakan panel surya 50 wp jenis *polly-cristalline*. Kerangka telah didesain oleh peneliti dengan menggunakan 4 *reflector* cermin datar di bawah panel surya sehingga dapat menaikkan suhu di permukaan bawah pada panel surya. Tujuan peletakan *reflector* pada bagian bawah panel surya agar dapat meningkatkan suhu panel surya tanpa menambah iradian pada panel surya. Hal ini karena ketika panel surya dan *reflector* cermin datar diletakkan sejajar akan menyebabkan kenaikan suhu panel surya dan iradian pada panel surya juga ikut mengalami peningkatan. Sehingga pengaruh suhu pada panel surya tidak begitu jelas karena suhu panel surya berbanding lurus dengan iradian yang diterima oleh panel surya. Pengambilan data pada panel surya dimulai pukul 08.00WIB sampai dengan 17.00WIB dengan rentang waktu pengambilan data 45 menit. Sudut dari *reflector* cermin datar dapat diubah ubah sesuai dengan yang telah ditetapkan oleh peneliti. Sudut yang diambil ketika menggunakan *reflector* adalah 5° sampai dengan 60° dengan perpindahan sudut 5°. Pada penelitian pengaruh efek suhu terhadap kinerja panel surya menggunakan 4 keadaan yang akan diambil datanya, yaitu :

1. Tanpa menggunakan *reflector* dan kipas
2. Menggunakan *reflector* tanpa menggunakan kipas
3. Menggunakan *reflector* dan menggunakan kipas
4. Tanpa *reflector* dan menggunakan kipas

Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Panel Surya

Tabel 2 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Tanpa Menggunakan *Reflector* dan Kipas

Waktu	V (V)	T (°C)	Iradian (W/m ²)	ηc
08.00-08.45	18,74	37,4	518,9	4,24469
08.45-09.30	18,52	44,5	741,3	2,132263
09.30-10.15	18,20	48,3	785,5	1,001668
10.15-11.00	18,51	48,9	1015,8	0,823153
11.00-11.45	18,78	49,7	1000	0,585133
11.45-12.30	18,56	50,1	955,8	0,466123
12.30-13.15	18,62	51,7	1041	-0,00992
13.15-14.00	18,66	48,6	854,9	0,91241
14.00-14.45	18,24	40,3	668,8	3,381868
14.45-15.30	17,99	38,9	623,7	3,798403
15.30-16.15	17,54	30,2	238,5	6,38687
16.15-17.00	17,53	29,9	202,8	6,476128

Tabel 2 merupakan hasil pengambilan data tanpa menggunakan *reflector* dan kipas. Memiliki hasil tegangan paling tinggi pada pukul 11.00-11.45WIB yaitu 18,78V pada suhu 49,7°C dan efisiensi listrik panel surya 0,585133 dengan iradian 1000 W/m². Hasil tegangan paling rendah pada pukul 16.15-17.00WIB yaitu 17,53V pada suhu 29,9°C dan efisiensi listrik panel surya 6,476128 dengan iradian 202,8 W/m². Pada keadaan ini menggunakan kipas sebagai pendingin pada panel surya akan tetapi masih menggunakan *reflector* sebagai peningkat suhu panel surya, suhu panel surya tidak setinggi ketika hanya menggunakan *reflector*.

Tabel 3 Tanpa *reflector* dan Menggunakan Kipas

Waktu	V (V)	T (°C)	Iradian (W/m ²)	ηc
08.00-08.45	18,50	31,6	475	5,828951
08.45-09.30	18,74	34,4	629	4,9359
09.30-10.15	18,70	37,8	746	3,851481
10.15-11.00	18,52	41,7	799	2,607588
11.00-11.45	18,48	42,8	829	2,256747
11.45-12.30	18,55	45,2	897	1,491275
12.30-13.15	18,40	49,9	983	-0,00778
13.15-14.00	18,35	47,5	831	0,757697
14.00-14.45	18,19	43,3	706	2,097274
14.45-15.30	17,75	39,6	625	3,277377
15.30-16.15	17,03	36	402	4,425585
16.15-17.00	16,98	27,7	372	7,072844

Tabel 3 merupakan hasil pengambilan data tanpa menggunakan *reflector* dan menggunakan kipas. Pada Keadaan ini memiliki hasil tegangan paling tinggi pada pukul 08.45-09.30WIB yaitu 18,74V pada suhu 34,4°C dan efisiensi listrik panel surya 4,9359 dengan iradian 629W/m². Hasil tegangan paling rendah pada 16.15-17.00WIB yaitu 16,98V dengan suhu 27,7°C dan efisiensi

listrik panel surya 7,072844 dengan iradian 372W/m². Efisiensi listrik panel surya paling tinggi pada pukul 16.15-17.00 yaitu 7,072844 dengan suhu 27,7°C. Efisiensi listrik panel paling rendah adalah -0,00992 pada pukul 12.30-13.15WIB. Pada keadaan ini memiliki efisiensi paling tinggi dibandingkan dengan menggunakan *reflector* maupun tanpa *reflector* akan tetapi menggunakan kipas. Rendahnya suhu pada penelitian ini menghasilkan efisiensi memiliki hasil yang tinggi. Suhu dapat mempengaruhi tegangan dan efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya. Semakin tinggi suhu yang ada pada panel surya maka akan semakin rendah tegangan dan efisiensi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dan sebaliknya semakin rendah suhu yang ada pada panel surya maka akan semakin tinggi tegangan dan efisiensi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Penelitian dengan menggunakan kipas tanpa menggunakan *reflector* memiliki suhu yang relatif rendah. Hal ini dikarenakan tidak adanya *reflector* untuk meningkatkan suhu dan menggunakan kipas sebagai pendingin pada panel surya.

Tabel 4 Menggunakan *reflector* dan Tanpa Kipas

Waktu	Sudut (°)	V (V)	T (°C)	Iradian (W/m ²)	ηc
08.00-08.45	5	18,75	38,8	671,9	4,725966
08.45-09.30	10	18,23	51	877	1,889879
09.30-10.15	15	18,20	58,6	867,5	0,123136
10.15-11.00	20	18,66	44,2	1025,2	3,470649
11.00-11.45	25	18,91	46,2	981,1	3,005717
11.45-12.30	30	18,65	53,6	854,9	1,285467
12.30-13.15	35	18,46	59,1	956,4	0,006903
13.15-14.00	40	18,89	43,2	892,7	3,703115
14.00-14.45	45	18,46	48,5	899,1	2,471044
14.45-15.30	50	18,14	46,5	482	2,935977
15.30-16.15	55	18,39	34,5	548,9	5,725571
16.15-17.00	60	18,26	34,2	293,4	5,795311

Pada Tabel 4 merupakan hasil pengambilan data menggunakan *reflector* akan tetapi tanpa menggunakan kipas. Pada penelitian ini memiliki hasil paling tinggi pada pukul 11.00-11.45WIB dengan tegangan 18,91V, Suhu 46,2°C, efisiensi listrik panel surya 3,005717 dan iradian 981,1W/m². Penelitian ini memiliki hasil paling rendah pada pukul 14.45-15.30WIB dengan tegangan 18,14V, suhu 46,5°C, efisiensi listrik panel surya 2,935977 dan iradian 482 W/m². Suhu paling tinggi pada panel surya mencapai 59,1C pada pukul 12.30-13.15WIB dengan sudut 35° menghasilkan tegangan 18,46V, iradian 956,4 W/m² dan efisiensi listrik panel surya 0,006903. Pengambilan data menggunakan *reflector* tanpa menggunakan kipas dapat menghasilkan suhu paling tinggi dibandingkan pengambilan data sebelum dan sesudahnya. Sehingga penggunaan *reflector* cermin datar dapat dikatakan sebagai peningkat suhu pada permukaan belakang panel surya.

Tabel 5 Menggunakan *reflector* dan Menggunakan Kipas

Waktu	Sudut (°)	V (V)	T (°C)	Iradian (W/m ²)	ηc
08.00-08.45	5	18,79	36,1	713	4,561019
08.45-09.30	10	18,93	40,1	864,4	3,34553
09.30-10.15	15	18,49	50,5	993,7	0,185259
10.15-11.00	20	18,55	48,8	1000	0,701842
11.00-11.45	25	18,67	50,5	1012,6	0,185259
11.45-12.30	30	18,69	51,1	990,5	0,002936
12.30-13.15	35	18,71	49,7	984,2	0,428357
13.15-14.00	40	19,01	38,1	981,1	3,953274
14.00-14.45	45	18,67	38,7	731,9	3,770951
14.45-15.30	50	18,63	40,4	779,2	3,254368
15.30-16.15	55	18,44	38,8	709,8	3,740564
16.15-17.00	60	18,21	34,7	356,5	4,98644

Pada Tabel 5 merupakan hasil pengambilan data menggunakan *reflector* dan menggunakan kipas . Pada keadaan ini memiliki hasil tagangan paling tinggi pada pukul 13.15-14.00WIB yaitu 19,01V pada suhu 38,1°C dan efisiensi listrik panel surya 3,953274 dengan iradian 981,1W/m². Hasil tegangan paling rendah pada pukul 16.15-17.00WIB yaitu 18,21V pada suhu 34,7°C dan efisiensi listrik panel surya 4,98644 dengan iradian 356,5W/m². Suhu paling tinggi yang dihasilkan adalah 51,1°C dengan tegangan yang dihasilkan 18,69V pada pukul 11.45-12.30WIB. Suhu paling rendah yang dihasilkan 34,7°C dengan tegangan yang dihasilkan adalah 18,21V Pada saat menggunakan *reflector* dan menggunakan kipas memiliki suhu yang tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan *reflector* tanpa menggunakan kipas.

PENUTUP
Simpulan

Alat “Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya” berhasil dibuat dan dapat digunakan dengan baik. Alat yang dibuat terdiri dari kerangka alat, panel surya, *reflector* dan kipas. Panel surya merupakan komponen yang diukur dalam penelitian ini, kerangka berfungsi sebagai tempat diletakkannya panel surya serta *reflector* yang nantinya sudut *reflector* dapat diubah-ubah dan yang terakhir yaitu kipas dimana fungsinya adalah sebagai pendingin panel surya. Kenaikan Suhu mengakibatkan tegangan rangkaian terbuka (Voc), daya dan efisiensi listrik panel surya turun sedangkan jika suhu pada panel surya menurun akan meningkatkan tegangan rangkaian terbuka (Voc), daya dan efisiensi listrik panel surya. Tegangan paling tinggi didapatkan pada hari ke-5 dengan menggunakan *reflector* tetapi tidak menggunakan kipas yaitu 19,02V pada suhu panel surya yaitu 30,2°C pukul

10.15-11.00WIB. Efisiensi listrik panel surya paling tinggi terdapat pada hari ke-8 dengan tanpa menggunakan *reflector* akan tetapi menggunakan kipas menghasilkan efisiensi listrik 7,072844 pada pukul 16.15-17.00WIB dengan suhu 27,7°C. Suhu paling tinggi 59,1°C mengasilkan tegangan 18,46V dan intensitas cahaya 854,9W/m² pada hari ke-3 dengan menggunakan *reflector* akan tetapi tidak menggunakan kipas pukul 12.30-13.15WIB.

Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem agar hasil lebih maksimal yaitu Menggunakan baterai yang dihubungkan pada panel surya, agar lebih mudah mengetahui kinerja panel surya berdasarkan lama pengisian pada panel surya, menggunakan pendingin selain kipas dan menggunakan iradian yang konstan sehingga mempermudah dalam melakukan pengujian

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M.Mahendra.2016 “Pengaruh Temperature/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monocrystalin”. *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri. Vol. 2(1)*.
 Anhar, Aulia Shahbanna. dkk. 2017. “Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel”. *Jurnal Online Teknik Elektro. Vol.2(3)*.
 Dzulfikar, Dafi dan Broto, Wisnu. 2016 “Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya”. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016. Vol. 5*
 Iqtimal, Zian. dkk. 2018 “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber listrik Tenaga Pompa Air”. *Jurnal Online Teknik Elektro. Vol.3(1)*.
 Mochammad. dkk. 2011 “Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran yang Dihasilkan Menggunakan *Reflector* dengan Variasi Sudut *Reflector* 0°, 50°, 60°, 70°, 80°”.
 Nugroho, Rismanto Arif. dkk. 2014 “Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari”. *Transient. Vol.3(3)*.
 Purwanto, Bambang Hari. dkk. 2016. “Analisis Pengaruh Penambahan *Reflector* Terhadap Tegangan Keluaran Modul Panel Surya”. *Jurnal Emitter. Vol.18(1)*.
 Prastica, Reynaldo Hilga Adis. 2016. “Analisis Pengaruh Penambahan *Reflector* Terhadap Tegangan Keluaran Modul Panel Surya”.
 Ramadhani, Anwar Ilmar. dkk. 2016. “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50WP” *Teknik. Vol. 37(2)*

Safrizal. 2017. "Rancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi UNISNU Jepara". *Jurnal Disprotek*. Vol.8(2).

Sucipta, Made. dkk. 2015. "Analisa Performa Module Panel Surya dengan Penambahan Cermin Datar".

Suwarti dan Wahono. 2018. "Analisa Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan dan Sudut Pengaruh Terhadap Kinerja Panel Surya". *Jurnal Teknik Energi*. Vol.14(2).

Tiwari, G.N dan Swapnil, Dubai. 2010. "*Fundamental of Photofoltaic Module and Their Application*"

