

PENGARUH TEMPERATUR UDARA, KELEMBABAN UDARA, KECEPATAN UDARA DAN INTENSITAS CAHAYA TERHADAP DAYA LISTRIK PANEL SURYA

Henny Johan¹, Niko Utomo^{2,*}, dan Rendy Wikrama Wardana³

^{1,2,3}S2 Pendidikan IPA Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

Corresponding author email: nikoutomo71@email.com

Info Artikel

Diterima: 3 Maret 2022

Disetujui: 30 Mei 2022

Dipublikasikan: 30 Juni 2022

Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur, kelembaban, kecepatan udara dan intensitas cahaya matahari terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan melakukan pengambilan data secara langsung menggunakan dua buah panel surya yang dirangkaikan secara seri dan paralel dan dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu kawasan pesisir dan dataran tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur, kelembaban dan kecepatan udara dengan t_{hitung} yaitu -0,5765; 0.0063; dan 0.5608. Nilai t_{hitung} lebih kecil daripada t_{tabel} 2,2281 menunjukkan tidak ada pengaruh yang signifikan antara signifikan antara temperatur, kelembaban dan kecepatan udara terhadap daya listrik panel surya. Untuk intensitas cahaya didapatkan nilai t_{hitung} adalah 2,301. Nilai t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} 2,2281 maka disimpulkan ada pengaruh yang signifikan antara intensitas cahaya terhadap daya listrik panel surya.

Kata kunci: energi matahari, *photovoltaic*, panel surya

Abstract :

This study aims to analyze the influence of temperature, humidity, air speed and intensity of sunlight on the electrical power generated by solar panels. The research method used is an experimental method, by taking data directly using two solar panels that are assembled in series and parallel and carried out in two different places, namely coastal areas and highlands. The results showed that temperature, humidity and air speed with a calculation of -0.5765; 0.0063; and 0.5608. A calculated value smaller than the t_{table} of 2.2281 indicates no significant influence between temperature, humidity and air speed on the electrical power of solar panels. For light intensity, the calculated value is 2.301. The calculated value is greater than the t_{table} of 2.2281, so it is concluded that there is a significant influence between the intensity of light on the electrical power of solar panels.

Keywords: solar energy, *photovoltaic*, solar panels

Copyright © 2022 Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika

Pendahuluan

Pada Abad 21 ini bahan bakar fosil masih menjadi sumber utama yang digunakan untuk menghasilkan energi. Namun di sisi lain, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis dan suatu saat akan menjadi habis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat. Di tengah krisis energi saat ini, timbul pemikiran untuk mengembangkan sumber energi lain sebagai sumber energi alternatif untuk penyediaan konsumsi energi domestik. Indonesia memiliki beragam sumber energi alternatif

seperti matahari, air, angin dan biomassa (Kholiq, n.d.). Namun pemanfaatan sumber energi alternatif masih minim dilakukan yang menyebabkan penggunaan energi dari minyak bumi lama-kelamaan akan habis. Menurut (Ridlo & Hakim, 2020), hingga sekarang Indonesia masih bertumpu pada sumber energi tidak terbarukan, berupa BBM atau Bahan Bakar Minyak yang digunakan untuk sektor transportasi, industri hingga rumah tangga. Untuk itu, perlu langkah baru agar permasalahan ini dapat perlahan terselesaikan dengan beralih ke sumber energi alternatif yang tersedia di alam. Salah satu sumber energi alternatif yang merupakan sumber energi baru dan terbarukan misalnya adalah matahari. Untuk memanfaatkan cahaya matahari, dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya (Tharo & Andriana, n.d.).

Panel surya atau sel photovoltaic adalah suatu alat semi konduktor yang mengkonversi foton (cahaya) menjadi listrik. Konversi ini disebut efek photovoltaic. Dengan kata lain efek photovoltaic adalah fenomena dimana suatu sel photovoltaic dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik (Asyari & Irawan, 2019). Efek photovoltaic didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose di bawah energi cahaya. Efek photovoltaic yang dihasilkan berupa daya listrik yang dapat menghidupkan beban.

Indonesia terletak pada daerah khatulistiwa yang sangat potensial, yang mengakibatkan intensitas radiasi matahari bisa dimanfaatkan cukup merata sepanjang tahun. Sumber energi surya di Indonesia memiliki intensitas rata-rata sekitar 4,8 kWh/m²/hari (Suwarti, 2019). Provinsi Bengkulu merupakan salah satu provinsi yang terletak di pulau Sumatera, Indonesia. Provinsi Bengkulu terletak di daerah tropis yang memiliki faktor klimatologi berupa temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya matahari. Faktor klimatologi inilah yang menjadi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Seperti penelitian yang sudah dilakukan oleh (Juarsa, 2021) dengan judul, “Pengaruh temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara, bilangan sinop dan intensitas cahaya terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya” dengan hasil tidak terdapat pengaruh yang signifikan temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan udara terhadap daya listrik yang dihasilkan. Sedangkan bilangan sinop dan intensitas cahaya berpengaruh signifikan terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan penelitian di dua tempat yang berbeda yaitu Kota Argamakmur merupakan dataran tinggi dan Kota Bengkulu yang merupakan kawasan pesisir. Panel surya yang digunakan dirangkaikan secara seri dan paralel. Penelitian ini juga mengukur faktor klimatologi yaitu temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya untuk mengetahui apakah ada pengaruh keempat variabel terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Maka dari itu, peneliti mengambil penelitian dengan judul, “Pengaruh temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya”

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama 20 hari mulai pukul 09.00 – 16.00 WIB setiap 30 menit sekali kemudian dicatat di tabel pengamatan. Penelitian ini dilakukan di dua dua tempat yaitu dataran tinggi Kota Argamakmur dan kawasan pesisir Kota Bengkulu. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan lokasi yang terdapat tanah lapang sehingga sinar matahari tidak terhalang oleh gangguan lain. Penelitian dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan panel surya jenis *polycrystalline*. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua buah panel surya yang dirangkaikan secara seri dan paralel bersamaan dengan pengambilan data temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya matahari. Data yang dikumpulkan berupa data arus dan tegangan dari dua buah panel surya yang dirangkaikan secara seri dan paralel. Pengukuran arus dan tegangan bersamaan dengan pengukuran temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya dengan desain penelitian sebagai berikut:

Temperatur Udara (X_1)
Kelembaban Udara (X_2)
Kecepatan Udara (X_3)
Intensitas Cahaya (X_4)

⇒ Daya Listrik ((Y))

Berikut adalah gambar pelaksanaan penelitian:



Gambar 1. Rangkain Seri 2 Panel Surya



Gambar 2. Rangkain Seri 2 Panel Surya



Gambar 3. Rangkain Paralel 2 Panel Surya



Gambar 4. Rangkain Paralel 2 Panel Surya

Data yang dikumpulkan menggunakan instrumen secara urut yaitu termometer udara, hygrometer, anemometer dan luxmeter. Metode kalibrasi yang digunakan, untuk termometer-hygrometer dengan cara membandingkan pembacaan standar yang dihasilkan oleh probe terhadap alat UUT hygroflex rotronic. Untuk anemometer dikalibrasi dengan membandingkan anemometer yang diuji dengan anemometer lainnya. Pada saat angin bertiup, di dalam anemometer terdapat baling-baling. Dari jumlah putaran dalam satu detik maka dapat diketahui kecepatannya. Sedangkan untuk lux meter, dikalibrasi dengan cara metode komparasi pada bangku fotometer dengan posisi bidang acuan sensor dengan sumber cahaya yang saling tegak lurus.

Teknik Analisis Data

Data arus dan tegangan yang sudah dihasilkan dihitung daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan rumus daya = tegangan x arus. Data daya yang sudah dihitung adalah sebagai variabel dependent (Y) atau variabel yang dipengaruhi. Sedangkan data temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya adalah sebagai variabel independent (X) atau variabel yang mempengaruhi. Sebelum melakukan analisis data, data yang diperoleh dilakukan uji normalitas Kolmogorov Smirnov dengan bantuan SPSS 25. Untuk menjelaskan ada atau tidak pengaruh temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya terhadap daya listrik panel surya dengan model regresi ganda.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Untuk menguji pengaruh temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan intensitas cahaya terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya adalah dengan menguji signifikansi data atau uji-t. Masing-masing data klimatologi di uji berapa signifikansinya variabel tersebut terhadap daya yang dihasilkan, sehingga data signifikansi dari masing-masing variabel dihitung dengan regresi linier berganda dan dilanjutkan dengan uji t. Berikut adalah hasil penelitian di dataran tinggi tepatnya di Kota Argamakmur.

Tabel 1. Rata-Rata Daya Seri dan Faktor Klimatologi di Arga Makmur

No	Waktu	Var. Independent (X)				
		Temp. (°C)	Kelem. (Rh)	Kec. (m/s)	Intens. Chy (cd)	
		Var. Dependent (Y)				
		Daya (W)				
1	9:00	2.80	26.06	75.00	0.37	700.00
2	9:30	4.14	26.54	68.40	0.54	731.40
3	10:00	4.58	26.90	67.20	0.61	939.00
4	10:30	4.72	27.20	60.60	1.14	940.00
5	11:00	4.96	27.40	58.80	0.89	1000.00
6	11:30	5.10	27.74	57.80	1.65	1028.00
7	12:00	5.76	27.16	57.36	0.97	1115.00
8	12:30	5.93	28.50	52.80	1.39	1125.00
9	13:00	5.83	29.00	48.00	1.18	1210.00
10	13:30	6.79	29.30	45.00	1.67	1228.00
11	14:00	6.53	29.90	38.40	1.39	1235.00
12	14:30	6.39	28.72	45.40	1.49	1125.00
13	15:00	5.44	27.28	43.40	1.27	945.00
14	15:30	3.94	26.64	46.40	1.00	850.00
15	16:00	2.93	25.88	48.00	0.81	700.80
Rata-Rata		5.06	27.61	54.17	1.09	991.48

Tabel 2. Rata-Rata Daya Paralel dan Faktor Klimatologi di Arga Makmur

No	Waktu	Var. Independent (X)				
		Temp. (°C)	Kelem. (Rh)	Kec.(m/s)	Intens. Chy (cd)	
		Var. Dependent (Y)				
		Daya (W)				
1	9:00	1.88	25	70	0.97	695
2	9:30	2.29	25.18	61.4	1.23	724.4
3	10:00	3.15	25.4	58.2	1.53	930
4	10:30	3.47	25.64	52.6	1.55	932
5	11:00	3.74	26.25	53.8	1.665	995
6	11:30	4.65	26.36	50.8	1.59	1021
7	12:00	4.78	26.66	49.36	1.63	1107
8	12:30	4.89	26.88	43.8	1.65	1116
9	13:00	4.95	27.16	40	1.71	1202
10	13:30	4.96	27.88	37	1.75	1220
11	14:00	4.68	28.36	30.4	1.55	1227
12	14:30	4.20	27.76	37.4	1.07	1117
13	15:00	3.65	26.82	36.4	0.97	938
14	15:30	3.04	26.28	40.4	0.93	844
15	16:00	2.46	25.3	44	0.094	696.8
Rata-Rata		3.79	26.57	47.04	1.35	1005.01

Setelah melakukan penelitian di dataran tinggi, peneliti selanjutnya melakukan penelitian di kawasan pesisir, tepatnya di Kota Bengkulu.

Tabel 3. Rata-Rata Daya Seri dan Faktor Klimatologi di Kota Bengkulu

No	Waktu	Var. Dependent (Y)	Var. Independent (X)			
		Daya (W)	Temp. (°C)	Kelem. (Rh)	Kec. (m/s)	Intens. Chy (cd)
1	9:00	5.66	28.2	71.6	1.57	750
2	9:30	6.20	28.9	61.6	1.85	781.4
3	10:00	6.62	29.42	54.8	2.17	989
4	10:30	6.94	29.68	52.6	2.67	985
5	11:00	7.59	30.05	44	3.0875	1045
6	11:30	8.22	30.34	43.2	3	1073
7	12:00	8.50	30.66	41.4	2.97	1160
8	12:30	8.94	31.2	40.4	2.87	1170
9	13:00	9.31	31.82	38.8	2.83	1265
10	13:30	9.63	32.24	36	3.26	1283
11	14:00	10.22	32.72	36.6	2.87	1290
12	14:30	7.75	32.04	43.4	2.16	1180
13	15:00	6.80	31.14	47.4	2.31	990
14	15:30	5.67	29.8	52	2.46	895
15	16:00	4.96	28.52	59	1.89	745.8
Rata-Rata		7.53	30.45	48.19	2.53	1040.15

Tabel 4. Rata-Rata Daya Paralel dan Faktor Klimatologi di Kota Bengkulu

No	Waktu	Var. Dependent (Y)	Var. Independent (X)			
		Daya (W)	Temp. (°C)	Kelem. (Rh)	Kec. (m/s)	Intens. Chy (cd)
1	9:00	7.16	28.48	69	1.54	745
2	9:30	8.08	28.74	56.4	1.82	774.4
3	10:00	8.51	29.04	47.2	2.14	980
4	10:30	8.74	29.72	46	2.64	977
5	11:00	9.31	29.925	45	3.06	1040
6	11:30	9.83	30.36	42.2	2.97	1066
7	12:00	10.20	30.88	41	2.95	1152
8	12:30	9.67	31.42	41.8	2.85	1161
9	13:00	9.58	31.8	41.2	2.81	1252
10	13:30	9.32	32.42	40.6	3.23	1270
11	14:00	9.53	32.7	40	2.83	1277
12	14:30	8.48	32.22	44.4	2.12	1167
13	15:00	7.05	31.1	53.9	2.27	983
14	15:30	6.33	29.96	55.4	2.42	889
15	16:00	5.55	28.6	58.2	1.85	741.8
Rata-Rata		8.49	30.49	48.15	2.50	1031.68

Analisis pertama yang dapat dilakukan dengan melakukan uji normalitas dengan bantuan aplikasi SPSS Statistik 25 dengan hasil nilai signifikansi diatas 0,05 yaitu 0,2 yang artinya semua data berdistribusi normal. Dengan demikian, asumsi atau pesyaratan normalitas dalam model regresi sudah terpenuhi. Setelah itu dilanjutkan ke analisis regresi. Analisis regresi yang digunakan adalah analisis regresi ganda karena terdapat variabel independent yang lebih dari satu variabel.

Uji t dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh temperatur (X_1) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan tabel output SPSS Coefficients diketahui nilai signifikansi (Sig) variabel temperatur

Pengaruh temperatur udara ... (Niko Utomo dkk) hal:55-61

(X_1) adalah sebesar 0,480, karena nilai Sig. 0,480 lebih besar dari probabilitas 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan antara temperatur (X_1) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan output SPSS di atas diketahui nilai t_{hitung} variabel temperatur (X_1) adalah -0,576 sedangkan nilai t_{tabel} adalah 2,2281. Karena nilai t_{hitung} lebih kecil daripada t_{tabel} maka disimpulkan tidak ada pengaruh yang signifikan antara temperatur (X_1) terhadap daya listrik (Y).

Uji t kedua dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh kelembaban udara (X_2) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan tabel output SPSS Coefficients di atas diketahui nilai signifikansi (Sig) variabel kelembaban udara (X_2) adalah sebesar 0,74. Karena nilai Sig. 0,74 lebih besar dari probabilitas 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan antara kelembaban udara (X_2) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan output SPSS di atas diketahui nilai t_{hitung} variabel kelembaban udara (X_2) adalah 0.00625 sedangkan nilai t_{tabel} adalah 2,2281. Karena nilai t_{hitung} lebih kecil daripada t_{tabel} maka disimpulkan tidak ada pengaruh yang signifikan antara kelembaban udara (X_2) terhadap daya listrik (Y).

Uji t ketiga dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh Kecepatan udara (X_3) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan tabel output SPSS Coefficients di atas diketahui nilai signifikansi (Sig) variabel Kecepatan udara (X_3) adalah sebesar 0,72. Karena nilai Sig. 0,72 lebih besar dari probabilitas 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan udara (X_3) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan output SPSS di atas diketahui nilai t_{hitung} variabel kecepatan udara (X_3) adalah 0.56075 sedangkan nilai t_{tabel} adalah 2,2281. Karena nilai t_{hitung} lebih kecil daripada t_{tabel} maka disimpulkan tidak ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan udara (X_3) terhadap daya listrik (Uji t keempat dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh Intensitas Cahaya (X_4) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan tabel output SPSS Coefficients di atas diketahui nilai signifikansi (Sig) variabel Intensitas Cahaya (X_4) adalah sebesar 0,035. Karena nilai Sig. 0,035 lebih kecil dari probabilitas 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara Intensitas Cahaya (X_4) terhadap daya listrik (Y). Berdasarkan output SPSS di atas diketahui nilai t_{hitung} variabel kelembaban udara (X_2) adalah 2,301. sedangkan nilai t_{tabel} adalah 2,2281. Karena nilai t_{hitung} lebih besar daripada t_{tabel} maka disimpulkan ada pengaruh yang signifikan antara temperatur (X_1) terhadap daya listrik (Y).

Berdasarkan analisis data pengaruh temperatur, kelembaban, kecepatan udara dan intensitas cahaya disimpulkan hanya intensitas cahaya yang mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Hal ini dikarenakan panel surya memiliki material semikonduktor yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari, selain itu juga terdapat lapisan antireflektif yang berfungsi mengoptimalkan cahaya yang diserap oleh semikonduktor. Hasil ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh (Juarsa, 2021) menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan antara intensitas cahaya matahari terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Senada dengan sebelumnya, hasil penelitian (Usman, 2020) juga menyatakan bahwa semakin besar intensitas cahaya semakin besar energi listrik yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh (Silalahi, 2021) juga menyatakan intensitas cahaya berbanding lurus dengan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Dalam penelitian (Hasanuddin, 2019) juga menyatakan besarnya intensitas cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya setiap jamnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Arifin et al., 2017) menyatakan bahwa variasi intensitas cahaya dapat mempengaruhi efisiensi panel surya.

Sedangkan faktor lain seperti temperatur, kelembaban dan kecepatan udara tidak mempengaruhi hal ini dikarenakan adanya adanya enkapsulasi yang melindungi panel surya dari pengaruh gangguan cuaca di sekitar. Hasil ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh (Juarsa, 2021) yang menyatakan tidak ada pengaruh yang signifikan antara temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan udara terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya.

Simpulan

Terdapat pengaruh yang signifikan intensitas cahaya matahari terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Sedangkan faktor temperatur, kelembaban, dan kecepatan udara tidak berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya.

Referensi

- Arifin, M., Margareta, D. O., & Trimaryana, O. F. (2017). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Konversi Sel Surya Berbasis Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). *Jurnal Integrasi*, 9(1), 24. <https://doi.org/10.30871/ji.v9i1.246>
- Asyari, H., & Irawan, A. P. (2019). *Desain Prototipe Kompor Listrik Tenaga Surya*. 19(01), 6–9.
- Hasanuddin, S. (2019). *Program studi teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar 2019*.
- Juarsa, M. I. (2021). *Pengaruh Faktor Klimatologi Temperatur Udara, Kelembaban Udara, Kecepatan Udara, Bilangan Sinop dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Listrik Panel Surya*. Universitas Bengkulu.
- Kholiq, I. (n.d.). *Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi bbm*. 75–91.
- Ridlo, R., & Hakim, A. (2020). *Model Energi Indonesia , Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia : Literatur Review*. 1(1), 1–11.
- Silalahi, W. A. . (2021). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu Permukaan Panel Surya Terhadap Energi yang Dihasilkan. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi*, 2(2), 83.
- Suwarti, -. (2019). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Eksergi*, 14(3), 78. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v14i3.1373>
- Tharo, Z., & Andriana, M. (n.d.). *PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID TENAGA SURYA DAN ANGIN ENERGI FOSIL DI SUMATERA*. 141–144.
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>
- Arifin, M., Margareta, D. O., & Trimaryana, O. F. (2017). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Konversi Sel Surya Berbasis Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). *Jurnal Integrasi*, 9(1), 24. <https://doi.org/10.30871/ji.v9i1.246>
- Asyari, H., & Irawan, A. P. (2019). *Desain Prototipe Kompor Listrik Tenaga Surya*. 19(01), 6–9.
- Hasanuddin, S. (2019). *Program studi teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar 2019*.
- Juarsa, M. I. (2021). *Pengaruh Faktor Klimatologi Temperatur Udara, Kelembaban Udara, Kecepatan Udara, Bilangan Sinop dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Listrik Panel Surya*. Universitas Bengkulu.
- Kholiq, I. (n.d.). *Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi bbm*. 75–91.
- Ridlo, R., & Hakim, A. (2020). *Model Energi Indonesia , Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia : Literatur Review*. 1(1), 1–11.
- Silalahi, W. A. . (2021). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu Permukaan Panel Surya Terhadap Energi yang Dihasilkan. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi*, 2(2), 83.
- Suwarti, -. (2019). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Eksergi*, 14(3), 78. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v14i3.1373>
- Tharo, Z., & Andriana, M. (n.d.). *PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID TENAGA SURYA DAN ANGIN ENERGI FOSIL DI SUMATERA*. 141–144.
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>