

Analisis Pengaruh Radiasi Matahari Dan Temperatur Terhadap Daya Keluaran Fotovoltaik Menggunakan SPSS

Bayu Rangga Julian¹⁾, Muliadi²⁾, Syukri^{3*)}

^{1, 2, 3)} Program Studi Teknik Elektro Universitas Iskandar Muda
Jl. Kampus UNIDA, Surien, Meuraxa, Kota Banda Aceh, Aceh 23234

*Corresponding author E-mail: syukrie0383@gmail.com

ABSTRACT

The main component of solar power plants is photovoltaic (PV) panels, a technology that converts energy from sunlight into electricity. The energy produced by photovoltaic panels is influenced by various factors, including the amount of solar radiation and temperature. The purpose of this study is to determine the effect of solar radiation and temperature on the power generated by photovoltaic panels. This research was carried out measuring solar radiation, area temperature, photovoltaic panel temperature, voltage and current. to determine the causal relationship of the amount of solar radiation and temperature to the power generated by photovoltaic panels using the linear regression method with the help of SPSS software. The results obtained radiation value is positively correlated to the output power of photovoltaic panels every increase of 1 (one) radiation value will increase the output power by 0.310 Watt, the temperature value of photovoltaic panels is positively correlated to the output power of photovoltaic panels every increase of 1 (one) temperature value of photovoltaic panels will increase the output power by 0, 974 Watt, and the area temperature value is negatively correlated to the output power of the photovoltaic panel every increase of 1 (one) temperature value of the output power area will decrease by -4.762 Wattt.

Keywords: Radiation, Photovoltaic panel, Temperature, Power, Linear regression

ABSTRAK

Komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah panel fotovoltaik (PV), teknologi yang mengubah energi dari sinar matahari menjadi listrik. Energi yang dihasilkan oleh Panel fotovoltaik dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya adalah jumlah radiasi matahari dan temperatur. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh radiasi matahari dan temperatur terhadap daya yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik. Penelitian ini dilakukan pengukuran radiasi cahaya matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaic, tegangan dan arus. untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari besarnya radiasi matahari dan temperatur terhadap daya yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik menggunakan metode regresi linear dengan bantuan software SPSS. Hasilnya didapatkan nilai radiasi berkorelasi positif terhadap daya output panel fotovoltaik setiap kenaikan 1 (satu) nilai radiasi akan meningkatkan daya output sebesar 0,310 Watt, nilai temperatur panel fotovoltaik berkorelasi positif terhadap daya output panel fotovoltaik setiap kenaikan 1 (satu) nilai temperatur panel fotovoltaik akan meningkatkan daya output sebesar 0,974 Watt, dan nilai temperatur area berkorelasi negatif terhadap daya output panel fotovoltaik setiap kenaikan 1 (satu) nilai temperatur area daya output akan berkurang sebesar -4,762 Wattt.

Kata Kunci: Radiasi, Panel fotovoltaik, Temperatur, Daya, Regresi linear

I. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia saat menghadiri COP ke-26 pada 2 November 2021, berkomitmen menurunkan emisi dan berkontribusi lebih cepat bagi *net-zero emission* dunia. Salah satu langkah untuk menurunkan emisi adalah dengan mendiversifikasi bahan bakar fosil menjadi sumber Energi Baru Terbarukan (EBT). Pada tahun 2025, Pemerintah menargetkan pangsa energi baru dan terbarukan sebesar 23%. Untuk mencapai target tersebut, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) sedang mendorong pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), baik PLTS atap skala kecil, PLTS terapung, maupun PLTS dengan skala besar yang tersebar di seluruh Indonesia [1].

Salah satu komponen utama PLTS adalah panel fotovoltaik (PV). Fotovoltaik merupakan sebuah teknologi yang mengubah energi dari sinar matahari menjadi listrik [2][3]. Namun, energi yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik relatif tidak stabil karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya adalah jumlah radiasi matahari dan temperatur [4]. Radiasi matahari yang masuk ke permukaan panel fotovoltaik dipengaruhi oleh kondisi cuaca, posisi matahari, dan sebagainya. Sementara itu, temperatur panel fotovoltaik dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan panas yang dihasilkan oleh panel saat beroperasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah radiasi matahari dan temperatur berpengaruh positif atau negatif terhadap daya yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik.

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan analisis kuantitatif eksperimental, studi literatur dan pengambilan data hasil pengukuran intensitas radiasi cahaya matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik, tegangan *open circuit* serta arus *short circuit*. Hasilnya diharapkan dapat memberikan informasi yang penting bagi pengembangan teknologi fotovoltaik dan dapat mencari cara untuk meningkatkan efisiensi panel fotovoltaik serta dapat mengoptimalkan kinerjanya.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lapangan workshop Kejuruan Listrik, Balai Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BPVP) Banda Aceh, yang beralamat di Jl. Kesatria Geuceu Komplek, Kota Banda Aceh. Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif eksperimental, dengan melakukan studi literatur dan pengambilan data hasil pengukuran berupa intensitas radiasi cahaya matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik, tegangan *open circuit* dan arus *short circuit*. Pengukuran dilakukan selama 30 hari, dimana dalam setiap harinya dilakukan mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB dengan rentang waktu 1 jam setiap pengukuran.

Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan sebagai berikut:

1. Satu unit panel fotovoltaik *Policrystalline RSM72-6-335P 72 cell* dipasang pada kemiringan tetap sebesar 11° mengarah ke utara dengan azimuth angle sebesar 182° .
2. *Solar Survey Irradiance Seaward 200R* yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi cahaya matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik.
3. Multimeter digital *Extech EX505* yang digunakan untuk mengukur tegangan *open circuit* panel fotovoltaik.
4. Tang amper *Krisbow 10207849* untuk pengukuran arus *short circuit* panel fotovoltaik.

A. Radiasi matahari

Radiasi merupakan parameter densitas (daya) sinar matahari yang diukur dalam (W/m^2). Konstanta matahari bumi adalah radiasi yang diterima bumi dari matahari melalui atmosfer AM0 $1367 W/m^2$. Setelah melewati atmosfer dengan panjang lintasan AM1, radiasi berkurang menjadi sekitar $1000 W/m^2$ dan memiliki kandungan spektral karena penyerapan atmosfer. Penyinaran AM1.5 diterima sebagai spektrum kalibrasi standar untuk sel surya [5]. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi banyaknya radiasi yang diterima permukaan bumi, yaitu [6]:

1. Jarak dari matahari dimana setiap perubahan jarak antara bumi dan matahari menyebabkan fluktuasi dalam penerimaan energi matahari.
2. Intensitas radiasi matahari yaitu besarnya sudut datang cahaya matahari di permukaan bumi. Dimana jumlah yang diterima berbanding lurus terhadap sudut datang. Sudut datang miring menyebabkan lebih sedikit energi diterima permukaan bumi karena energinya telah menyebar ke seluruh permukaan yang luas, juga karena sinar harus melewati lapisan atmosfer lebih jauh daripada jika sinar berada di sudut datang yang tegak lurus.
3. Panjang hari (durasi matahari) yaitu jarak dan panjang antara matahari terbit dan matahari terbenam.
4. Pengaruh atmosfer dimana sinar yang melewati atmosfer sebagian diserap oleh gas, debu dan uap air, dipantulkan

kembali, memancar dan sisanya dieruskan ke permukaan bumi.

B. Temperatur

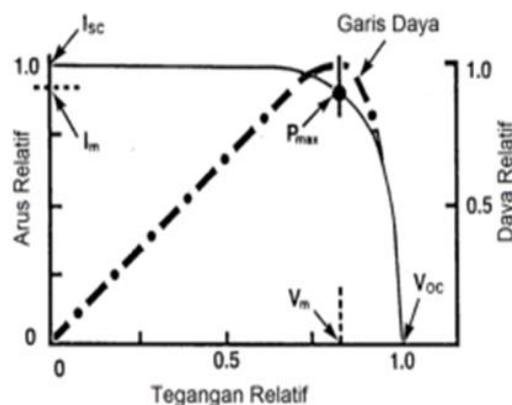
Temperatur adalah suatu keadaan yang menunjukkan derajat panas suatu benda. Semakin tinggi temperatur benda maka semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, temperatur menunjukkan energi yang dimiliki suatu benda. Jadi, temperatur merupakan ukuran energi kinetik rata-rata dari suatu molekul dimana ketika molekulnya besar, energi kinetik rata-ratanya akan tinggi [7].

Temperatur udara meliputi dua aspek yaitu derajat dan insolasi atau intensitas radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi. Salah satu yang mempengaruhi insolasi adalah ketinggian suatu lokasi dari permukaan laut. Jadi, semakin tinggi kedudukan suatu tempat, temperatur udara di tempat tersebut akan semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Untuk setiap kenaikan ketinggian 100 meter maka temperatur akan menurun sekitar $0,6^\circ C$. Perbedaan tinggi rendahnya temperature pada suatu daerah dinamai dengan derajat geotermis.

C. Panel Fotovoltaik

Fotovoltaik dirangkai dari dua kata, yaitu photo yang berarti cahaya (dari bahasa Yunani yaitu phos, photos: cahaya) dan Volta (berasal dari nama seorang fisikawan italia yang hidup antara tahun 1745-1827 yang bernama Alessandro Volta) yang berarti unit tegangan listrik. Fotovoltaik dapat didefinisikan sebagai proses konversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Fotovoltaik (PV) juga disebut dengan *solar cell* atau sel surya [8][9].

Sel surya merupakan suatu komponen yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek fotovoltaik dimana kontak dua elektroda yang terhubung ke sistem padat atau cair menghasilkan tegangan ketika dikenai energi cahaya. Efek fotovoltaik ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839. Pada dasarnya, sel surya adalah fotodiode dengan luas permukaan yang sangat besar sehingga sel surya menjadi lebih sensitif terhadap cahaya yang datang dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar daripada fotodiode biasa. [4][10]. Prinsip kerja dari fotovoltaik ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik prinsip kerja fotovoltaik

Dari Gambar 1 menunjukkan bahwa panel fotovoltaik memiliki karakteristik tegangan dan arus (VI). Apabila panel PV terhubung singkat ($V = 0$), arus hubung singkat (I_{sc}) akan mengalir. Pada kondisi rangkaian terbuka ($I_{panel} = 0$),

tegangan panel disebut tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}). [11].

Jadi, besarnya daya yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (1)$$

Dimana:

- P_{out} : Daya output (W)
- V_{oc} : Tegangan rangkaian terbuka (Volt)
- I_{oc} : Arus hubung singkat (Ampere)
- FF : Faktor pengisi daya

Faktor pengisi daya (FF) adalah ukuran kualitas sel fotovoltaik. FF dapat ditentukan dengan membandingkan daya maksimum teoritis dan daya keluaran pada tegangan hubung singkat dan terbuka pada kondisi ideal [12].

$$FF = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2)$$

Dimana:

- FF : Faktor pengisi daya
- V_{max} : Tegangan maksimum
- I_{max} : Arus maksimum
- V_{oc} : Tegangan rangkaian terbuka
- I_{oc} : Arus hubung singkat

Daya maksimum diperoleh dengan persamaan:

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max} \quad (3)$$

Dimana:

- P_{max} : Daya maksimum
- V_{max} : Tegangan maksimum
- I_{max} : Arus maksimum

Daya input panel fotovoltaik dapat diperoleh dari persamaan:

$$P_{in} = I_{rad} \times A \quad (4)$$

Dimana:

- P_{in} : Daya Input (W)
- I_{rad} : Iradiasi sinar matahari (W/m^2)
- A : Luas penampang panel fotovoltaik (m^2)

Secara umum efisiensi sel fotovoltaik ditentukan melalui perbandingan antara daya output (W) dengan daya input (W). Untuk menentukan efisiensi panel fotovoltaik dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\eta_{solpanel} = \frac{P_{out}}{I_{rad} \times A} \times 100\% \quad (5)$$

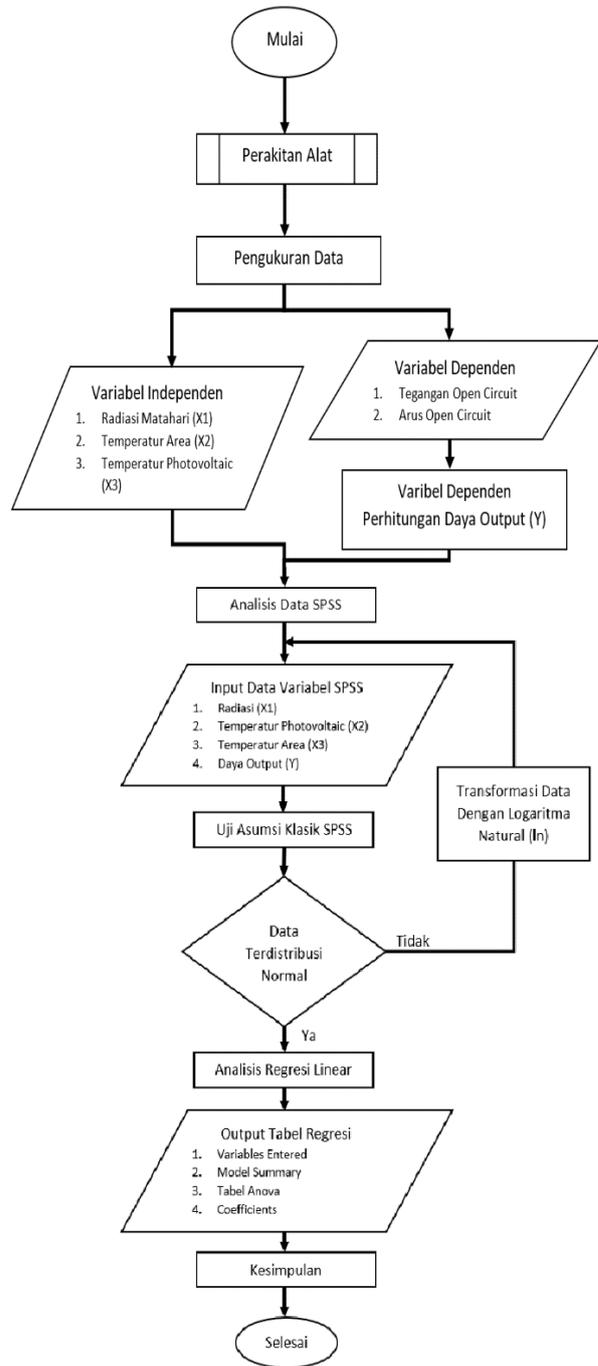
Dimana:

- $\eta_{solpanel}$: Efisiensi panel photovoltaic (%)
- P_{out} : Daya output (W)
- I_{rad} : Iradiasi sinar matahari (W/m^2)
- A : Penampang panel fotovoltaik (m^2)

D. Statistical Pachage for the Social Sciences (SPSS)

SPSS merupakan program atau software yang diperuntukan untuk mengolah berbagai data dengan perhitungan tertentu menjadi informasi yang berarti bagi pengambilan kesimpulan dan keputusan. Keharmonisan diantara kedua perangkat tersebut dipertemukan melalui komputer yang berfungsi mengolah data menjadi informasi yang pantas [13][14]. SPSS memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam analisis statistik, karena selain mampu memberi perhitungan sederhana juga memungkinkan analisis

hasil penelitian dengan variabel yang banyak [14]. Adapun beberapa tahapan dalam penelitian ini, selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Pengukuran dilakukan selama 30 hari mulai tanggal 11 Februari 2023 sampai dengan 16 Maret 2023 dimana dalam setiap harinya dilakukan pengukuran sebanyak 10 kali mulai jam 8.00 sampai dengan jam 17.00 dengan rentang waktu pengukuran 1 jam dan dilakukan perhitungan terhadap daya keluaran, Adapun data rata-rata dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. DATA HASIL PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN

Jam (WIB)	Iradian (W/m ²)	Tpv (°C)	TA (°C)	Voc (Volt)	Isc (Amp)	Pout (Watt)
08.00	122,47	28,03	26,73	40,98	1,26	39,94
09.00	333,90	34,63	27,80	41,10	3,60	114,13
10.00	500,63	39,57	29,47	41,06	4,86	153,61
11.00	564,47	42,23	30,40	40,50	5,48	171,43
12.00	835,09	44,67	31,54	40,59	8,34	260,59
13.00	790,10	44,03	32,33	40,63	7,69	240,48
14.00	598,80	42,63	31,70	40,53	5,79	181,20
15.00	556,60	41,00	31,47	40,71	5,17	163,03
16.00	319,10	36,83	30,67	40,60	2,76	86,70
17.00	189,43	33,90	30,50	40,25	1,25	38,79

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa daya keluaran panel surya (P_{out}) terbesar terjadi pada pukul 12:00 WIB hingga dengan pukul 13:00 WIB, yaitu masing-masing sebesar 260,59 Watt dan 240,48 Watt. Ini dikarenakan panel fotovoltaik dapat menyerap iradian masing-masing sebesar 835,09 W/m² dan 790,10 W/m² dengan temperatur pada PV masing-masing sebesar 44,67 °C dan 44,03 °C. Selanjutnya, P_{out} terkecil terjadi di waktu pagi dan sore hari yaitu pada pukul 08:00 WIB dan pukul 17:00 WIB masing-masing sebesar 39,94 Watt dan 38,79 Watt dengan iradian yang terparap panel fotovoltaik masing-masing sebesar 122,47 W/m² dan 189,43 W/m² juga dengan temperatur pada PV masing-masing sebesar 28,03 °C dan 33,90 °C.

B. Regresi Linear

Berdasarkan data pengukuran dan perhitungan selama 30 hari, dilakukan analisis *regresi linear* berganda menggunakan SPSS untuk mengetahui korelasi antara radiasi sinar matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik terhadap daya yang dihasilkan panel fotovoltaik, dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. VARIABLES ENTERED/REMOVED

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Temperatur Area, Radiasi, Temperatur Fotovoltaik		Enter

Pada Tabel 2 memberikan informasi variabel bebas (*independent*) penelitian yang di gunakan adalah temperatur area, radiasi, dan temperature PV, serta variabel tak bebas (*dependent*) yang digunakan adalah daya. Tidak ada variabel yang dibuang sehingga kolom *variables removed* kosong. Untuk model *summary* regresi linear berganda dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3. MODEL SUMMARY REGRESI LINEAR BERGANDA

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,979	0,958	0,958	19,81575

Pada Tabel 3, $R = 0,979$ menunjukkan bahwa nilai korelasi antara variabel X dengan variabel Y termasuk kategori sangat kuat. Nilai determinasi *R Square* 0,958 atau 95%, yang berarti bahwa variabel X mempengaruhi nilai variabel Y sebesar 95%, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya dilakukan *analisis of variance* (anova) atau

analisis statistik, hasil selengkapnya ditampilkan pada Tabel 4.

TABEL 4. ANOVA REGRESI LINEAR BERGANDA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2656454,541	3	885484,847	2255,070	0,000
Residual	116228,558	296	392,664		
Total	2772683,100	299			

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai taraf signifikansi $< \alpha$ ($0,000 < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel radiasi sinar matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik (PV) secara simultan (bersama-sama) berpengaruh terhadap variabel daya *output* panel fotovoltaik. Adapun koefisien regresi linear berganda seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL 5. COEFFICIENTS REGRESI LINEAR BERGANDA

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	103,373	16,944		6,042	0,000
Radiasi	0,310	0,007	0,992	45,641	0,000
Tpv	0,974	0,385	0,066	2,528	0,012
TA	-4,762	0,722	-0,119	-6,597	0,000

Dependent Variable: Daya Output

Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 5 maka dapat dibentuk persamaan regresi linear berganda:

$$Y = 103,373 + 0,310X_1 + 0,974X_2 + (-4,762)X_3 \quad (6)$$

Dimana:

- Y : daya output panel photovoltaic (PV)
- X1 : nilai radiasi sinar matahari
- X2 : nilai temperatur panel photovoltaic (PV)
- X3 : nilai temperatur ambien

Nilai signifikansi konstanta, radiasi, Tpv, dan TA kesemuanya lebih kecil dari 0,05 sehingga hipotesis radiasi sinar matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik secara parsial berpengaruh terhadap variabel daya *output* panel fotovoltaik dapat diterima, dan dari hasil persamaan hipotesis yang terbentuk dapat di interpretasikan :

1. Nilai radiasi berkorelasi positif terhadap daya *output* panel fotovoltaik dan memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,310, artinya setiap kenaikan 1 (satu) nilai radiasi maka akan meningkatkan daya *output* sebesar 0,310 Watt, dengan asumsi variabel X2 dan X3 bernilai tetap.
2. Nilai temperatur panel fotovoltaik berkorelasi positif terhadap daya *output* panel fotovoltaik dan memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,974, artinya setiap kenaikan 1 (satu) nilai temperatur panel fotovoltaik maka akan meningkatkan daya *output* sebesar 0,974 Watt, dengan asumsi variabel X1 dan X3 bernilai tetap.
3. Nilai temperatur area berkorelasi negatif terhadap daya *output* panel fotovoltaik dan memiliki nilai koefisien regresi sebesar -4,762, artinya setiap kenaikan 1 (satu) nilai temperatur area maka daya *output* akan berkurang sebesar -4,762 Watt, dengan asumsi variabel X1 dan X2 bernilai tetap.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hipotesa hasil dari analisis regresi linear dapat disimpulkan bahwa, radiasi sinar matahari, temperatur area, temperatur panel fotovoltaik secara bersama sama berpengaruh sangat kuat terhadap daya yang dihasilkan panel fotovoltaik dengan nilai determinasi sebesar 95%. Secara parsial radiasi matahari berkorelasi positif terhadap daya output panel fotovoltaik dan memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,310, temperatur panel fotovoltaik berkorelasi positif terhadap daya keluaran panel fotovoltaik dan memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,974, dan temperatur area berkorelasi negatif terhadap daya keluaran (*output*) panel fotovoltaik dan memiliki nilai koefisien regresi sebesar -4,762.

REFERENSI

- [1] T. Zulfadli, Muliadi, R. Sary, and M. Nazar, "Feasibility Study on the Use of On-Grid Rooftop Solar Power Plants to Reduce Electrical Energy Consumption at LPI. Dayah Ulee Titi Foundation," *J. Polimesin*, vol. 20, no. 2, pp. 194–198, 2022.
- [2] Ramadhani, B., 2018, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (DJ EBTKE), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) Republik Indonesia.
- [3] F. Husni, Syukri, Muliadi, and T. M. Asyadi, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Gedung Pasca Sarjana Universitas Iskandar Muda", *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology Volume 2*, 2022.
- [4] Iskandar, H. S., 2020, Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Penerbit Deepublish (Grup Penerbitan CV Budi Utama), Yogyakarta.
- [5] Hasibuan, F. A., 2020, Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Kerja Panel Surya 50 WP, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [6] Silitonga, A. S., Ibrahim, H., 2020, Buku Ajar Energi Baru & Terbarukan, Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- [7] Silalahi, W. A., 2021, Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Energi yang Dihasilkan," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. Fak. sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 2, p. 83.
- [8] Riyadi, M. A., 2018, Analisa Penentuan Karakteristik Panel Photovoltaic Berdasarkan Radiasi Matahari Menggunakan Visual C++, TUGAS AKHIR TF141581 Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [9] T. Zulfadli, Muliadi, R. Sary, and M. Nazar, "Feasibility Study on the Use of On-Grid Rooftop Solar Power Plants to Reduce Electrical Energy Consumption at LPI. Dayah Ulee Titi Foundation," *J. Polimesin*, vol. 20, no. 2, pp. 194–198, 2022.
- [10] Anoi, Y. H., Yani, A., Yunanri W., 2019, Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan, *Turbo. Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro* Vol. 8 No. 2
- [11] NurHidayat, T., Subroto, R., Sutrisno, 2021, Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10wp, 20wp, Dan 30wp, Universitas Nahdlatul Ulama Surakarta, Surakarta.
- [12] Rumbayan, M., 2020, Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Yang Terbarukan, Penerbit Ahlimedia Press, Manado.
- [13] Wulandari, Y., Wibowo, A. E., 2020, SPSS dalam Riset Layanan Jasa dan Kesehatan, Penerbit Gava Media, Yogyakarta.
- [14] Karhab, R. S., Dauziah, F., 2019, Pelatihan Pengolahan Data Menggunakan Aplikasi SPSS Pada Mahasiswa, *Jurnal Pesut : Pengabdian Untuk Kesejahteraan Umat* Vol. 1 No. 2.