

Optimasi Daya Keluaran PLTS Berdasarkan Sudut Kemiringan di Institut Teknologi PLN Jakarta

Miftahul Fikri¹, Andi Makkulau², Ahmad Nurwahyudi³, Samsurizal⁴

Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN Jakarta,
Jl. Lkr. Luar Barat, Duri Kosambi, Kecamatan Cengkareng, Kota Jakarta Barat, Jakarta 11750

¹miftahul@itpln.ac.id

Intisari -- Energi terbarukan adalah energi yang mempunyai sifat terbarukan dan juga berkesinambungan yang dimana memiliki pemanfaatan alternatif terhadap energi yang perlu terus dikembangkan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan energi matahari sebagai sumber energi yang mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Untuk mendapatkan nilai maksimal intensitas matahari yang diterima oleh panel surya, maka dibutuhkan sudut kemiringan paling optimal untuk menerima daya matahari yang paling tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan daya yang dihasilkan terhadap perubahan sudut kemiringan dengan menggunakan metode kuantitatif korelasi dan menggunakan regresi kuadratik, yang dimana memperoleh nilai $R^2 = 0,9273$ dan mendapatkan hasil perbandingan yang didapatkan antara eksperimen dengan model regresi kuadratik diperoleh nilai (*Root Mean Square Error*) RMSE 0,160 yang menunjukkan model sangat baik. Kemudian diperoleh sudut yang mengoptimalkan luaran daya PLTS sebesar $33,7^\circ$ dengan daya keluaran sebesar 8,87 W.

Kata kunci -- Sudut Kemiringan, Daya, Regresi Kuadratik

Abstract -- Renewable energy is energy that has renewable and sustainable properties, which has alternative uses for energy that need to continue to be developed. Solar Power Plants (PLTS) use solar energy as an energy source that converts solar energy into electrical energy. To get the maximum value of solar intensity received by the solar panel, the most optimal tilt angle is needed to receive the highest solar power. This research was conducted to determine the increase in power produced by changes in tilt angle using the quantitative correlation method and using the regression quadratic method, which obtained a value of $R^2 = 0.9273$ and obtained comparison results between the experiment and the quadratic regression model to obtain the (*Root Mean Square Error*) RMSE 0.160 which indicates a very good model. Then the angle that optimizes the PLTS power output is 33.7° with an output power of 8.87 W.

Keywords -- Slope Angle, Power, Quadratic Regression

I. PENDAHULUAN

Energi listrik yang dikeluarkan oleh modul surya tidak hanya bergantung pada besarnya intensitas iradiasi matahari yang terpapar pada modul surya, dimana kenaikan temperatur pada permukaan modul surya dapat memiliki potensi untuk menurunkan kemampuan modul surya dalam menghasilkan energi listrik (Andi Makkulau et al., 2019) (A Makkulau et al., 2020). Untuk meningkatkan kemampuan modul surya, diperlukan optimalisasi sehingga daya keluaran dari modul surya dapat ditingkatkan (Samsurizal, Afrianda & Makkulau, 2022). Nilai intensitas matahari atau nilai radiasi matahari yang tersimpan dalam panel surya.

Permasalahan utama sel surya adalah daya yang dihasilkan panel surya masih fluktuatif karena masih bergantung pada intensitas cahaya matahari. Besar kecilnya intensitas matahari dipengaruhi oleh sudut kemiringan sel surya yang mempengaruhi tegangan panel surya dan ditransmisikan ke daya keluaran sel surya. Sudut kemiringan panel surya merupakan faktor penentu dalam penerimaan radiasi, oleh karena itu mempengaruhi daya keluaran panel surya. Jika posisi panel surya yang tidak menentu dapat mempengaruhi daya keluaran, diperlukan penelitian untuk menentukan sudut kemiringan panel surya yang tepat.

Melihat potensi yang terdapat pada EBT surya, peneliti akan melakukan penelitian terkait analisis pengaruh sudut kemiringan

terhadap daya keluaran PLTS di gedung institusi pendidikan Institut Teknologi - PLN, sehingga nantinya akan didapatkan titik maksimal daya keluaran berdasarkan kemiringan panel surya, dimana perancangan sistem diharapkan sudut kemiringan pada panel yang paling optimal untuk mendapatkan daya yang paling optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

(Usman, 2020)“Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap energi listrik. metode yang digunakan yaitu mengukur intensitas cahaya matahari dengan menggunakan alat ukur lux meter dan arus yang dihasilkan oleh panel surya hasil penelitian adalah pada intensitas cahaya 6900 lux, menghasilkan tegangan 17,7 V dan arus 0,02 A. Pada intensitas cahaya 121.000 lux menghasilkan tegangan 20.2 V dan 0.53 A. Dapat disimpulkan bahwa hubungan energi listrik terhadap intensitas cahaya matahari yaitu semakin besar intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya maka akan semakin besar juga tegangan keluaran dan arus keluaran yang dihasilkan.

(Arif, 2019)“Evaluasi Sudut Kemiringan Pada Panel Surya Untuk Mendapatkan Nilai Iradiasi Terbaik Dengan Arus Tertinggi”. Penelitian dilakukan menggunakan metode observasi dan melakukan studi literatur dari data penelitian yang didapatkan yaitu sudut yang memiliki arus dan Iradiasi tertinggi berada pada sudut kemiringan didapatkan hasil yaitu 25° sampai dengan 35°.

(Samsurizal, Makkulau, & Christiono, Analisis pengaruh sudut kemiringan terhadap arus keluaran pada photovoltaic dengan menggunakan regression quadratic method, 2018) JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN Vol. 10 Hal. 137-144 “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic Dengan Menggunakan Regression Quadratic Method”. Pada pengukuran langsung didapatkan sudut kemiringan dengan arus keluaran tertinggi yaitu berada pada sudut 30° sampai dengan 40°, sedangkan dengan menggunakan metode penelitian observasi, pengumpulan data dan menganalisis menggunakan metode regresi

kuadratik pada sudut kemiringan panel surya yang didapatkan yaitu hasilnya berada pada sudut 36,7°

(Makkulau, Samsurizal, & Kevin, . Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. , 2020)(Makkulau et al., 2020b) “Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya”. Pada penelitian ini sel surya yang diuji merupakan jenis *polycrystalline* yang diujikan saat kondisi cuaca cerah dan berawan. Hasil pengujian didapatkan bahwa pengaruh temperature pada permukaan panel surya terhadap daya keluaran. Daya maksimal pada pukul 11.40 terhadap kemiringan 35° dan suhu 47.6°C dengan nilai daya sebesar 100.562 watt. Kesimpulannya temperatur dipengaruhi oleh radiasi matahari yang menyebabkan daya keluaran mengalami kenaikan, sel surya akan bekerja secara optimal pada temperature sekitar 35°C- 50°C.

(Dahliya, Samsurizal, & Pasra, 2021) “Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh suhu Dan Kecepatan Angin”. Pada penelitian ini, efisiensi dari panel surya sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin di sekitar lokasi penelitian sehingga suhu kaca sel surya tetap tergolong sehingga kinerja sel surya permanen optimal. Daya listrik yang dihasilkan tidak hanya bergantung pada intensitas radiasi matahari, tetapi dipengaruhi juga oleh faktor cuaca (kecepatan angin, suhu, dll).

(Tamimi, Indrasari, & B. Iswanto B, 2016) “optimasi sudut kemiringan panel surya pada prototipe sistem penjejak matahari aktif” Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus keluaran panel surya. Sebelum mengetahui berapa nilai daya yang dihasilkan, diketahui daya yang diterima adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area modul PV dengan persamaan :

$$P_{in} = I_r \times A \quad (1)$$

Keterangan:

P_{in} = Daya masukan (Watt)

I_r = intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas area permukaan panel (m²).

Sedangkan untuk besarnya daya keluaran pada panel surya (P_{out}) yaitu perkalian tegangan

rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), dan Fill Factor (FF) yang dihasilkan oleh panel surya yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

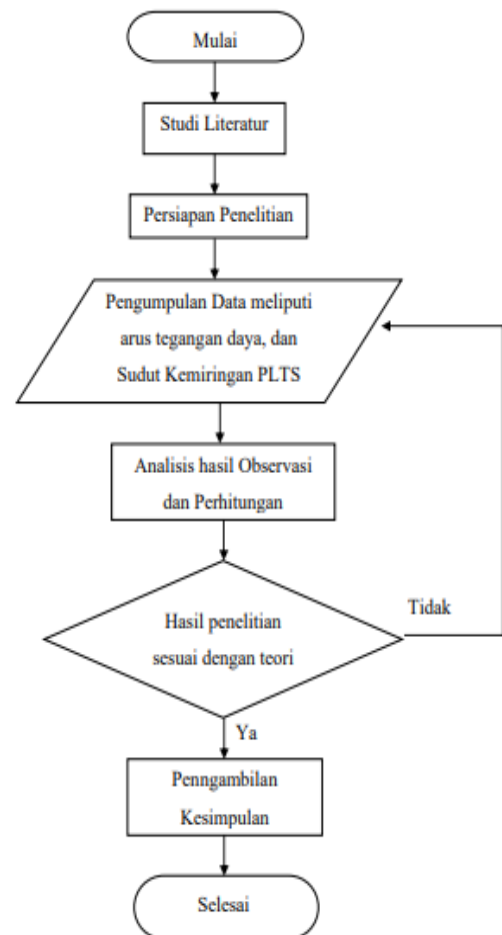
$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2)$$

III. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Dalam melakukan proses menganalisis data pada penelitian ini, dimana menggunakan metode kuantitatif eksperimental yaitu data yang berupa numerik hasil proses observasi diolah menggunakan statistic software excel sebagai alat bantu perhitungan dan analisa didapat persamaan regresi kuadratik polynomial, Regresi Polinomial sendiri merupakan metode yang digunakan untuk menentukan bentuk dari hubungan antar variabel,. Data yang didapatkan dianalisis untuk melihat sejauh mana pengaruh kemiringan sudut dari panel surya terhadap daya keluaran menggunakan analisis regresi linear sederhana. Pengelohan data terkait sudut kemiringan modul surya untuk menentukan sudut kemiringan yang optimal untuk menghasilkan daya keluaran. Alur kerja peneliti dapat dilihat pada gambar 1.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang didapatkan selama 7 hari, mulai dari pukul 08:00 sampai dengan pukul 16:00 dari sudut sudut 0° sampai dengan 65° yang dilakukan tiap satu jam, dan setelah dilakukan pengelolaan data dengan mencari nilai daya tertinggi dengan sudut kemiringan tertentu, untuk gambar komonen dapat dilihat pada gambar 2. dan mencari rata-rata nilai daya keluaran yang dihasilkan selama 7 hari. Dan dapat dilihat pada tabel 1.



Gbr.1 Diagram Alir Penelitian



Gbr.2 Rancang Bangun Pengambilan Data Luaran Daya PLTS

Tabel 1. Tabel rata-rata daya yang dihasilkan dari setiap sudut

Sudut	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Rata-rata
0	7.8	7.52	7.44	6.89	6.28	8.8	6.73	7.35
5	8.04	7.78	7.7	7.44	6.53	8.91	6.86	7.61
10	8.54	8.03	7.95	7.97	6.47	9.06	6.98	7.86
15	8.68	8.35	8.23	8.48	7.03	9.21	7.07	8.15
20	9.03	8.75	8.39	9	7.28	9.39	7.15	8.43
25	9.53	9.02	9.09	9.31	7.62	9.6	7.27	8.78
30	9.6	9.29	9.27	9.97	8.05	9.84	7.39	9.06
35	9.71	9.43	9.3	9.89	7.94	10	7.46	9.10
40	9.28	9.36	9.07	9.4	7.69	9.91	7.42	8.88
45	8.96	8.89	8.82	8.85	7.41	9.58	7.33	8.55
50	8.61	8.53	8.5	8.41	7.17	9.52	7.17	8.27
55	8.22	8.18	8.3	7.78	6.94	9.34	7.05	7.97
60	7.89	7.87	8	7.39	6.59	9.19	6.93	7.69
65	7.65	7.65	7.71	7	6.39	9.04	6.8	7.46

Tabel 2. Nilai RMSE

x Sudut (°)	y Daya (w)	y Daya dugaan	y-y (dugaan)	y-y topi^2
0	7.35	7.16	0.19	0.03
5	7.61	7.63	-0.02	0.00
10	7.86	8.03	-0.17	0.03
15	8.15	8.34	-0.19	0.04
20	8.43	8.59	-0.16	0.02
25	8.78	8.75	0.03	0.00
30	9.06	8.85	0.21	0.05
35	9.1	8.87	0.23	0.05
40	8.88	8.81	0.07	0.01
45	8.55	8.68	-0.13	0.02
50	8.27	8.47	-0.20	0.04
55	7.97	8.19	-0.22	0.05
60	7.69	7.83	-0.14	0.02
65	7.46	7.40	0.06	0.00
33.7		8.87		0.36
				0.025
				RMSE
				0.160

Dengan memasukkan data, diperoleh hasil nilai RMSE 0.160 yang berarti nilai presentasi yang dihasilkan sangat kecil. Persamaan regresi *polynomial* yang diambil dari rata-rata daya dari setiap sudut dan digunakan untuk menentukan persamaan adalah melihat grafik hubungan sudut kemiringan dengan daya keluaran, hal tersebut dikarenakan pada waktu tersebut grafik regresi *polynomial* yang dihasilkan lebih baik yang artinya jika kita lihat

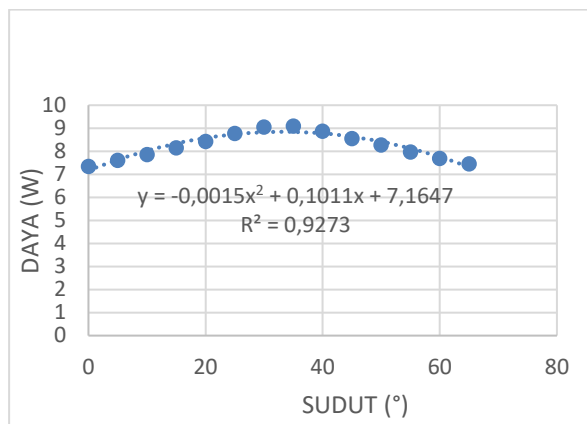
secara grafik menyerupai bentuk *polynomial* mendekati sempurna. Dari langkah tersebut diperoleh sebuah persamaan regresi kuadrat *polynomial*, adapun persamaan yang digunakan :

$$y = -0.0015x^2 + 0.1011x + 7.1647 \quad (3)$$

Dan untuk mendapatkan sudut optimal dalam peletakan panel surya dalam

menghasilkan nilai arus tertinggi, dari persamaan regresi kuadratik polynomial yang sudah didapatkan sebelumnya. Optimasi langkah-langkah perhitungan dengan menurunkan persamaan 1 maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 y &= -0,0015x^2 + 0,1011 + 7,1647 \\
 \frac{dy}{dx} &= 2(0,0015x) + 0,1011 + 0 \\
 0 &= -0,0030 + 0,1011 \\
 0,0030x &= 0,1011 \\
 x &= \frac{0,1011}{0,0030} \\
 x &= 33,7
 \end{aligned}$$



Gbr.3 Grafik Rata-Rata Daya Keluaran Setiap Sudut

Dari persamaan tersebut mendapatkan nilai sudut (x) sebesar $33,7^\circ$. Dan untuk mengetahui akurasi dari pemodelan tersebut didapatkan nilai dugaan daya keluaran berdasarkan persamaan regresi. Dari tabel diatas sangat terlihat jelas yang dimana semakin besar sudut kemiringan, semakin turun pula nilai daya yang didapatkan dari panel surya, dan juga dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai sudut akan berpengaruh pada penurunan nilai daya yang didapatkan dari panel surya. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan menggunakan data pada tabel 2 dan diperoleh nilai RMSE 0,160. .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan metode regresi kuadratik untuk mendapatkan sudut optimum peletakan panel surya. Dan hasil yang telah dilakukan menggunakan metode regresi kuadratik yang digunakan untuk menganalisa, hasil perbandingan yang didapatkan antara

eksperiment dengan model regresi kuadratik diperoleh nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 0,160 yang menunjukkan model sangat baik. Kemudian diperoleh sudut yang mengoptimalkan luaran daya PLTS sebesar $33,7^\circ$ dengan daya keluaran sebesar 8,87 W.

REFERENSI

- [1]. B.M., Ridha., A.M.K., Meer., A.A., Fahad., & B.M., Rached. (2020). Optimizing the Solar PV Tilt Angle Maximize the Power Output: A Case Study for Saudi Arabia. . IEEEAccess published on January 19
- [2]. Arif, M. (2019). Evaluasi Sudut Kemiringan Pada Panel Surya Untuk Mendapatkan Nilai Irradiance Terbaik Dengan Arus Tertinggi.
- [3]. Makkulau, A., Christiono, & Samsurizal. (2019). Characteristics of Temperature Changes Measurement on Photovoltaic Surfaces Against Quality of Output Current on Solar Power Plants. International Conference on Technologies and Policies in Electric
- [4]. Makkulau, A., Samsurizal, & Fikri, M. (2021). Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Karakteristik Sel Surya Jenis Polycrystalline Menggunakan Regresi Linear. jurnal stt pln 10(1), 69–76.
- [5]. Makkulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya., . Jurnal Ilmiah Sutet, 10(2), 69–78.
- [6]. Makkulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). . Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. . Jurnal Ilmiah Sutet 10(2), 69–78
- [7]. Mochammad Arif, R. (2019). Evaluasi Sudut Kemiringan Pada Panel Surya Untuk Mendapatkan Nilai Irradiance Terbaik Dengan Arus Tertinggi.
- [8]. Samsurizal, Afrianda, R., & Makkulau, A. (2022). Optimizing the Potential of Solar Energy PT PJB UP Muara Karang Rooftop Area Using HelioScope. 14(1), 1–6.
- [9]. Samsurizal, Christiono, & Andi., M. (2019). Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh Irradiance Pada Array Photovoltaic Jenis Monocrystalline. Jurnal Ilmiah Setrum, 8(1), 28–34
- [10]. Samsurizal, Makkulau, a., & Christiono. (2018). Analisis pengaruh sudut kemiringan

terhadap arus keluaran pada photovoltaic dengan menggunakan regrettion quadratic method. Jurnal energi & kelistrikan Vol. 10 , 137-144.

- [11] Samsurizal, Makkulau, a., & Christiono. (2018). Analisis pengaruh sudut kemiringan terhadap arus keluaran pada photovoltaic dengan menggunakan regrettion quadratic method. Jurnal energi & kelistrikan Vol. 10 , 137-144