Jurnal Teliska
Volume 19 No.3 November 2026
Doi: 10.36257/teliska.v19i3.12659

P-ISSN: 2085-0786
E-ISSN: 2654-2765

Estimasi Daya Keluaran PLTS Mini Berdasarkan Intensitas Radiasi Matahari Menggunakan Regresi Linier Sederhana

Agum Gumelar Aria Putra[1], Pola Risma[2*], Yurni Oktarina[3]
[1]Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia
[2-3]Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia, Palembang, Indonesia
*Email korespondensi: polarisma@polsri.ac.id

Submitted : 28 September 2026 | **Accepted** : 7 November 2026 | **Published** : 11 November 2026

ABSTRAK
Daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari, sehingga estimasi daya diperlukan untuk mendukung pengelolaan energi sesuai kebutuhan beban. Penelitian terdahulu umumnya menggunakan beberapa variabel masukan, algoritma yang kompleks, atau transformasi model, sedangkan penerapan regresi linier sederhana dengan satu variabel masukan pada data pengukuran langsung PLTS Mini, disertai evaluasi terpisah pada data latih dan data uji, masih jarang dikaji. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model estimasi daya keluaran PLTS Mini 1.200 Wp di Palembang berdasarkan intensitas radiasi matahari menggunakan regresi linier sederhana dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS). Intensitas radiasi matahari diukur dengan *Solar Power Meter SPM-1116SD*, sedangkan parameter keluaran PLTS diukur dengan sensor *PZEM-017 DC* pada interval 10 menit selama Desember 2025, sehingga diperoleh 1.297 data. Data dibagi secara berurutan menurut waktu menjadi 1.037 data latih dan 260 data uji 80%:20% . Model yang dihasilkan adalah $\hat{Y}_i = -0{,}1264 + 1{,}0193\ X_i$. $\hat{Y}_i$ dengan adalah daya keluaran dan X_i adalah intensitas radiasi matahari. Pada data uji, model menghasilkan MAE sebesar 5,997 W, MSE sebesar 98,682 W², RMSE sebesar 9,934 W, dan R² sebesar 0,9970, dengan selisih kinerja yang kecil terhadap data latih. Kontribusi penelitian ini adalah persamaan estimasi daya yang sederhana dan mudah diterapkan, dibangun dari data pengukuran langsung, serta dapat menjadi model dasar (*baseline*) bagi pengembangan sistem estimasi dan pengelolaan daya PLTS skala kecil.
Kata kunci: estimasi daya; intensitas radiasi matahari; OLS; PLTS Mini; regresi linier.

ABSTRACT
The output power of photovoltaic (PV) systems is strongly influenced by solar irradiance, so power estimation is needed to support energy management according to load demand. Previous studies generally employed multiple input variables, complex algorithms, or model transformations, whereas the application of simple linear regression with a single input variable to directly measured mini PV data, with separate evaluation on training and testing data, has rarely been studied. This study aims to develop a model for estimating the output power of a 1,200 Wp mini PV system in Palembang from solar irradiance using simple linear regression with the Ordinary Least Squares (OLS) method. Solar irradiance was measured with a Solar Power Meter SPM-1116SD, while the output parameters of the PV system were measured with a PZEM-017 DC sensor at 10 minute intervals throughout December 2025, yielding 1,297 data points. The data were split chronologically into 1,037 training samples and 260 testing samples 80%:20% . The resulting model is $\hat{Y}_i = -0{,}1264 + 1{,}0193\ X_i$ *.where* $\hat{Y}_i$ *is the output power and* X_i *is the solar irradiance. On the testing data, the model achieved an MAE of 5.997 W, an MSE of 98.682 W², an RMSE of 9.934 W, and an R² of 0.9970, with only a small difference in performance compared with the training data. The contribution of this study is a simple and easily applied power estimation equation built from directly measured data, which can serve as a baseline model for developing power estimation and management systems for small-scale PV plants.*
Keywords: *linear regression; mini PV system; Ordinary Least Squares (OLS); power estimation; solar irradiance.*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan teknologi, dan aktivitas industri. Sementara itu, penggunaan energi fosil menimbulkan permasalahan berupa keterbatasan sumber daya dan peningkatan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, energi

terbarukan menjadi salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan. Salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan energi listrik melalui modul fotovoltaik [1], [2]. Daya keluaran PLTS dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan panel [2], [3], [10]. Perubahan intensitas tersebut menyebabkan daya yang dihasilkan turut berubah, sehingga diperlukan metode estimasi untuk memperkirakan luaran daya dan mendukung pengelolaan energi pada sistem PLTS [2], [3].

Estimasi daya PLTS telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Bramasto dan Khairiani [1] memprediksi daya keluaran PLTS menggunakan regresi linier berganda, sedangkan Arifianto dkk. [3] menggabungkan analisis deret waktu dan regresi. Saputra dkk. [4] menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor* berbasis faktor lingkungan, dan Miranda dan Goeritno [5] memprediksi daya keluaran panel surya seri-paralel melalui linearisasi fungsi tak linier. Di sisi lain, Arrais dan Suwoyo [2] mengkaji pengaruh *Aerosol Optical Depth* (AOD), temperatur, dan iradiasi matahari terhadap perancangan sistem PLTS.

Meskipun metode *machine learning* mampu menghasilkan prediksi yang baik, penerapannya cenderung membutuhkan proses pelatihan dan sumber daya komputasi yang lebih besar. Regresi linier menjadi alternatif yang menarik karena perhitungannya sederhana, mudah diterapkan, dan hasilnya mudah diinterpretasikan [4], [9].Penelitian-penelitian tersebut umumnya menggunakan lebih dari satu variabel, algoritma yang lebih kompleks, atau transformasi model [1], [3], [4], [5], atau berfokus pada pengaruh faktor lingkungan terhadap perancangan sistem [2]. Penelitian pada panel surya 600 Wp yang dipublikasikan di Jurnal Teliska [10] juga menunjukkan bahwa intensitas cahaya berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan, tetapi analisisnya masih bersifat deskriptif melalui tabel dan grafik sehingga belum menghasilkan persamaan estimasi daya. Dengan demikian, kajian yang membangun model estimasi daya PLTS Mini menggunakan regresi linier sederhana dengan satu variabel masukan, berdasarkan data pengukuran langsung berinterval 10 menit dan dievaluasi terpisah pada data latih dan data uji, masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model estimasi daya keluaran PLTS Mini menggunakan regresi linier sederhana dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS). Data berasal dari PLTS Mini berkapasitas 1.200 Wp yang terdiri atas dua modul 600 Wp tersusun seri, dengan periode pengukuran Desember 2025. Pengambilan data dilakukan setiap 10 menit menggunakan *Solar Power Meter* SPM-1116SD dan sensor PZEM-017 DC 50A 0-300V, sehingga diperoleh 1.297 data. Intensitas radiasi matahari digunakan sebagai satu-satunya variabel masukan dan daya keluaran sebagai variabel target. Data dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji, kemudian kinerja model dievaluasi menggunakan MAE, MSE, RMSE, dan koefisien determinasi (R^2). Pendekatan yang sederhana ini membuat model mudah diinterpretasikan dan sesuai untuk PLTS skala kecil. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengembangan sistem estimasi dan pengelolaan daya PLTS sesuai kebutuhan beban, serta menjadi model dasar (*baseline*) yang dapat dibandingkan dengan metode yang lebih kompleks pada penelitian selanjutnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah sistem pembangkit yang menggunakan modul fotovoltaik untuk mengubah intensitas radiasi matahari menjadi energi listrik arus searah (DC). Energi ini dapat digunakan secara langsung, disimpan dalam baterai, atau diubah menjadi arus bolak-balik (AC) oleh inverter sesuai dengan kebutuhan beban [6]. Intensitas radiasi matahari yang diterima modul menghasilkan besaran tegangan dan arus [7].



Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

2.2. Intensitas Radiasi Matahari dan Daya Keluaran PLTS

Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik adalah intensitas radiasi matahari, yang diwakili sebagai besarnya energi radiasi matahari yang diterima oleh suatu permukaan per satuan luas dan umumnya dinyatakan dalam satuan W/m^2. Peningkatan intensitas radiasi yang diukur oleh panel umumnya mengakibatkan peningkatan daya keluaran yang diperoleh [8]. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang diterima, semakin besar daya keluaran yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik.

2.3. Regresi Linier Sederhana

Regresi linear adalah metode statistik yang digunakan untuk membentuk hubungan linear antara variabel bebas dan variabel terikat sehingga nilai variabel terikat dapat diperkirakan berdasarkan variabel bebas. Dalam penelitian estimasi daya PLTS, variabel bebas adalah intensitas radiasi matahari dan variabel terikat adalah daya yang dihasilkan oleh panel surya [9].

Persamaan regresi linier sederhana yang umum digunakan dituliskan sebagai berikut.

$$Y = a + bX \tag{2.1}$$

Pada persamaan di atas, variabel terikat Y adalah daya keluaran PLTS, variabel bebas X adalah intensitas radiasi matahari, dan konstanta atau intersep a adalah nilai Y ketika X sama dengan nol, dan koefisien regresi atau kemiringan garis b adalah nilai Y untuk setiap kenaikan X sebesar satuan. Dengan menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS), nilai a dan b ditentukan dengan meminimalkan jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai hasil estimasi. Nilai b yang positif menunjukkan bahwa peningkatan X diikuti oleh peningkatan Y.

2.4. Metode Ordinary Least Squares (OLS)

Nilai konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan regresi linier dapat dihitung dengan metode Ordinary Least Squares (OLS). Metode ini meminimalkan jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai hasil estimasi. Selisih ini disebut sebagai sisa atau galat , yaitu $e_i = Y_i - (a + bX_i)$, sehingga fungsi yang diminimalkan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$S = \sum_{i=1}^{n} {e_i}^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - a - bX_i)^2 \tag{2.2}$$

Persamaan di atas menunjukkan S sebagai jumlah kuadrat galat, Y_i merupakan nilai aktual ke-i, X_i merupakan nilai variabel bebas ke-i, dan n merupakan jumlah data. Untuk memastikan bahwa galat positif dan negatif tidak saling meniadakan, perbedaan dikuadratkan. Hal ini juga dilakukan untuk memastikan bahwa galat yang paling signifikan memiliki nilai yang lebih besar dalam perhitungan.

Persamaan berikut dibuat dengan menurunkan Persamaan (2.2) ke arah a dan b dan kemudian menyamakannya dengan nol. Nilai a dan b yang meminimalkan S dihasilkan dengan cara berikut.

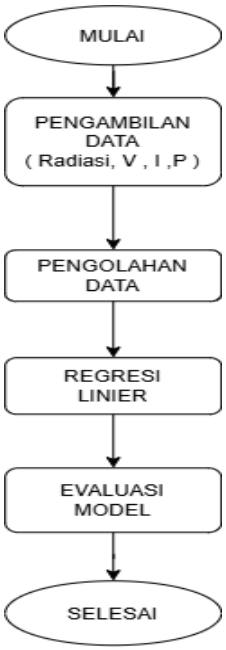
$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2} \quad (2.3)$$

$$a = \overline{Y} - b\overline{X} \quad (2.4)$$

Pada Persamaan (2.3) dan (2.4), $\overline{X}$ dan $\overline{Y}$ masing-masing merupakan nilai rata-rata X dan Y. Koefisien b diperoleh dari perbandingan antara kovariansi X dan Y terhadap variansi X, sedangkan konstanta a menjamin bahwa garis regresi melalui titik rata-rata data. Perhitungan OLS bersifat langsung dan tidak memerlukan proses iteratif sehingga ringan secara komputasi, serta menghasilkan model yang sesuai apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat mendekati linear.

3. METODE PENELITIAN

Untuk mengestimasi luaran daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Mini, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pemodelan Regresi Linear. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengambilan data, pengolahan data, pembentukan model Regresi Linear, dan evaluasi kinerja model.



Gambar 2. Diagram alir Penelitian

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Mini yang berlokasi di Lorong Pakjo, Kecamatan Ilir Barat I, Kota Palembang, Sumatera Selatan. Sistem ini dipasang di rumah pada koordinat 2,9816609° LS, 104,7253922° BT. Lokasi pemasangan terbuka diatas atap rumah sehingga panel dapat menerima radiasi matahari secara optimal.

Pengukuran dilakukan dari tanggal 1 hingga 31 Desember 2025, dengan pengambilan data setiap 10 menit dari pukul 09.00 hingga 15.50 WIB (pada tanggal 31 Desember hingga pukul 15.00 WIB).

Intensitas radiasi matahari, tegangan, arus, daya, dan energi adalah semua parameter yang diukur. Intensitas radiasi matahari diukur dengan meteran tenaga surya yang diletakkan sejajar dengan bidang panel. Sementara itu, tegangan dan arus keluaran PLTS diukur dengan sensor PZEM-017 DC 50A 0-300V . Dari pengukuran ini diperoleh 1.297 data yang digunakan dalam penelitian.

3.2. Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh dari hasil pengukuran pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Mini. Sistem PLTS yang digunakan memiliki kapasitas total 1.200 Wp dan terdiri dari dua modul surya yang disusun secara seri dan masing-masing berkapasitas 600 Wp. Spesifikasi panel surya yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

Parameter	Nilai Per Modul	Nilai Rangkaian Seri
Kapasitas Maksimum (Wp)	600	1200
Tegangan Maksimum (Vmp)	34,4	68,8
Arus Maksimum (Imp)	17,45	17,45
Tegangan Rangkaian Terbuka (Voc)	41,5	83,0
Arus Hubung Singkat (Isc)	18,52	18,52

Dalam proses pemodelan, Intensitas radiasi matahari digunakan sebagai variabel prediktor, dan daya keluaran PLTS digunakan sebagai variabel target. Data penelitian diperoleh dari pengukuran yang dilakukan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Mini. Intensitas radiasi diukur menggunakan Solar Power Meter SPM-1116SD, sedangkan parameter luaran PLTS diukur menggunakan sensor PZEM-017 DC 50A 0-300V.

3.3. Pengolahan Data

Pembagian data latih dan data uji dengan perbandingan 80% : 20% dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

```
import pandas as pd
import statsmodels.api as sm

df = pd.read_excel("DATA_ASLI (JURNAL).xlsx")
df = df.sort_values("timestamp").reset_index(drop=True)

# Variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y)
X = df[["irradiance"]]   # intensitas radiasi matahari
y = df["power"]          # daya keluaran PLTS

# Pembagian data 80% : 20% secara berurutan menurut waktu
n_latih = int(len(df) * 0.8)
X_train, y_train = X.iloc[:n_latih], y.iloc[:n_latih]   # data latih
X_test, y_test = X.iloc[n_latih:], y.iloc[n_latih:]     # data uji

print("Jumlah data :", len(df))
print("Data latih  :", len(X_train))
print("Data uji    :", len(X_test))
```

Gambar 3. Kode Pembagian Data Uji dan Latih

Berdasarkan gambar 3, data diurutkan berdasarkan timestamp sebanyak 1.297 data dibagi menjadi 1.037 data latih (80%) dan 260 data uji (20%) secara berurutan menurut waktu. Data latih digunakan untuk membentuk model, sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi kinerja model.

3.4. Pemodelan Regresi Linier

Untuk menentukan seberapa besar pengaruh intensitas radiasi matahari (variabel bebas) terhadap daya keluaran PLTS Mini (variabel terikat), model regresi linier dibangun menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS). Nilai konstanta dan koefisien regresi diperoleh dari 1.037 data latih selama proses pembentukan model. Selanjutnya, persamaan regresi digunakan untuk menghitung daya keluaran PLTS Mini dari kedua nilai tersebut. Setelah persamaan terbentuk, model diuji pada 260 data uji yang tidak termasuk dalam proses pelatihan. Nilai prediksi daya kemudian dibandingkan dengan daya aktual dari hasil pengukuran untuk mengetahui seberapa baik model mampu mengestimasi daya keluaran. Untuk keperluan tersebut, kinerja model dievaluasi dengan empat ukuran, yaitu MAE, MSE, RMSE, dan koefisien determinasi (R^2).

3.5 Evaluasi Model

Evaluasi kinerja model Regresi Linear dilakukan dengan menghitung nilai *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan koefisien determinasi (R^2) pada data pelatihan maupun data pengujian.

Untuk menghitung rata-rata kesalahan antara daya aktual dan daya hasil estimasi, nilai MAE yang digunakan:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum\left|Y_i - \hat{Y}_i\right| \tag{3.1}$$

Rata-rata kuadrat kesalahan dihitung dengan menggunakan nilai MSE:

$$MSE = \frac{1}{n}\sum\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2 \tag{3.2}$$

Besar kesalahan estimasi satuan daya dihitung dengan nilai RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\left[\left(\frac{1}{n}\right)\sum\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2\right]} \tag{3.3}$$

Namun, nilai R^2 digunakan untuk menentukan model kemampuan untuk menjelaskan variasi daya keluaran:

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}\right] \tag{3.4}$$

Dalam persamaan tersebut, Y_i adalah daya aktual ke-i, $\hat{Y}_i$ adalah daya hasil estimasi ke-i, $\bar{Y}$ adalah daya aktual rata-rata, dan n adalah jumlah data yang dievaluasi. Nilai MAE, MSE, dan RMSE yang lebih rendah menunjukkan kesalahan estimasi yang lebih rendah, sedangkan nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan kinerja model yang lebih baik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Dataset Pengukuran

Data yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari pengukuran PLTS Mini yang dilakukan selama periode tanggal 1 hingga 31 Desember 2025, dengan interval pengambilan data 10 menit. Dari hasil pengukuran diperoleh 1.297 data yang terdiri dari intensitas radiasi matahari, tegangan, arus, daya, dan energi.

Tabel 2. Dataset Pengukuran pada PLTS Mini

Waktu	Intensitas Cahaya (W/m^2)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)
09.00	68,776	24,947	2,788	69,572	11,595
09.10	23,667	23,445	1,008	23,653	3,942
09.20	333,739	23,577	14,059	331,494	55,249
09.30	356,359	23,690	15,409	365,054	60,842
09.40	76,226	24,493	3,055	74,848	12,474
09.50	341,738	24,102	14,838	357,658	59,609
10.00	231,358	24,206	10,112	244,790	40,798
10.10	175,451	24,452	7,549	184,609	30,768

Tabel 2. menunjukkan data hasil pengukuran keluaran dari PLTS mini dengan parameter intensitas radiasi matahari ditetapkan sebagai variable bebas (X), sedangkan daya ditetapkan sebagai variabel terikat (Y). Data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan model regresi linier.

4.2. Validasi Model

Data penelitian sebanyak 1.297 data dibagi menjadi 1.037 data latih dan 260 data uji dengan perbandingan 80%:20%. Data latih digunakan untuk membentuk model regresi linier, sedangkan data uji digunakan untuk menilai kinerja model dalam mengestimasi daya keluaran.

Metode Ordinary Least Squares (OLS) digunakan untuk membuat model. Intensitas radiasi matahari digunakan sebagai variabel bebas, dan daya keluaran PLTS Mini digunakan sebagai variabel ketergantungan. Bahasa pemrograman Python digunakan untuk menghitung nilai konstanta dan koefisien regresi.Gambar 4. menunjukkan kode program yang digunakan.

```
X_ols = sm.add_constant(X_train)
model = sm.OLS(y_train, X_ols).fit()

a = model.params["const"]
b = model.params["irradiance"]

print("Data latih  :", len(X_train))
print("Konstanta (a):", a)
print("Koefisien (b):", b)
print(f"Persamaan: Y = {a:.6f} + {b:.6f}X")
```

```
=== VALIDASI MODEL OLS ===
Total data : 1297
Data latih : 1037
Data uji   : 260

Konstanta (a) : -0.12639099832065628
Koefisien (b) : 1.0192669024632313

Persamaan Regresi:
Y = -0.126391 + 1.019267X
```

Gambar 4. Kode Validasi Model OLS

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh konstanta sebesar -0,126391 dan koefisien regresi sebesar 1,019267. Dengan demikian, persamaan regresi yang terbentuk adalah:

$$\hat{Y}_i = -0{,}1264 + 1{,}0193\, X_i \qquad (4.1)$$

Koefisien regresi positif sebesar 1,0193 menunjukkan adanya hubungan antara intensitas radiasi matahari dan daya keluaran. Berdasarkan hal ini , setiap peningkatan intensitas radiasi matahari sebesar 1 W / m² menghasilkan estimasi daya sebesar 1,0193 W pada model tersebut.

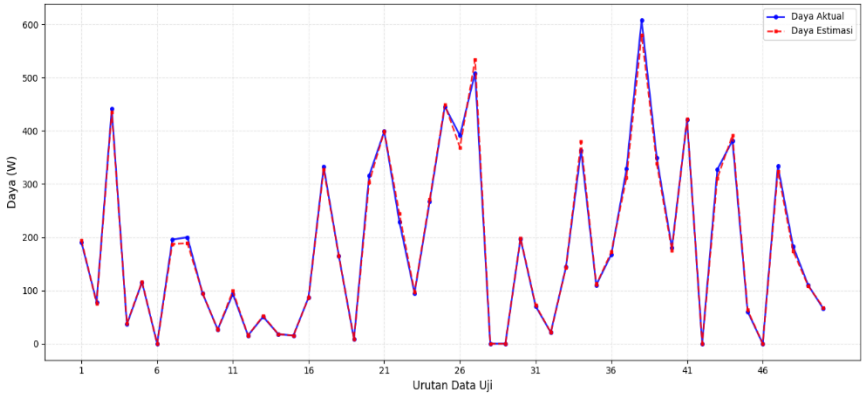
4.3 Hasil Estimasi Daya

Untuk mengestimasi daya keluaran PLTS Mini pada 260 data uji digunakan persamaan regresi linier yang telah dibuat. Hal ini dilakukan dengan mensubtitusikan nilai intensitas radiasi matahari ke dalam persamaan regresi linier. Daya estimasi yang dihasilkan dibandingkan dengan daya aktual hasil pengukuran. Sebagian hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

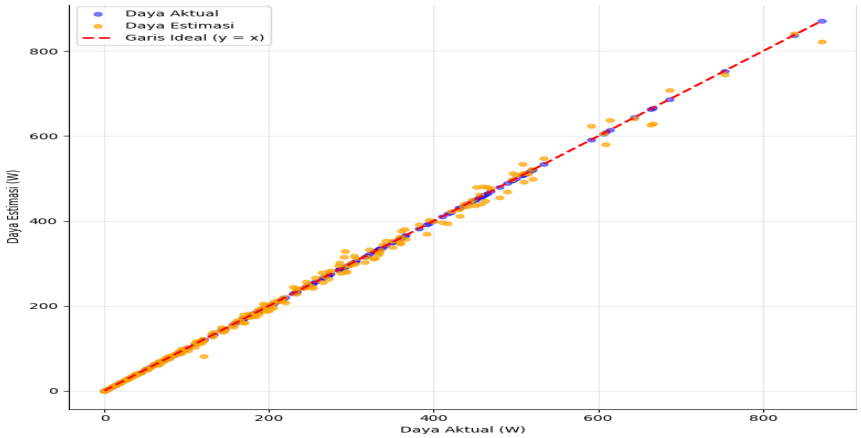
Tabel 3. Hasil Estimasi Daya pada Data Uji

No	Waktu	Intensitas Radiasi (W/M^2)	Daya Aktual (W)	Daya Estimasi (W)
1.	13:50	190,783	190,399	194,339
2.	14.00	74,673	78,489	75,988
3	14.10	427,222	441,193	435,34
4	14.20	37,110	36,312	37,700
5	14.30	114,447	115,622	116,53
6	14.40	183,908	195,570	187,33
7	14.50	185,274	200,096	188,72
8	15.00	93,436	94,265	95,113

Tabel 3 menampilkan sebagian besar perkiraan daya dari 260 titik data berdasarkan model regresi linier.Nilai daya estimasi diperoleh dengan menggunakan intensitas radiasi matahari ke persamaan regresi yang terbentuk. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan kondisi PLTS Mini saat ini untuk mengetahui perbedaan model dan kondisinya .



Gambar 5. Perbandingan Daya Aktual dan Daya estimasi



Gambar 6. Hubungan Daya Aktual dan Estimasi

Gambar 5. memperlihatkan perbandingan daya aktual dan daya estimasi pada 50 data uji pertama. Garis biru menunjukkan daya aktual, sedangkan garis merah putus-putus menunjukkan daya estimasi. Secara visual, kedua kurva memiliki pola yang hampir sama pada sebagian besar titik. Namun, terdapat beberapa perbedaan antara daya aktual dan daya estimasi, terutama pada perubahan daya yang cukup besar. Hubungan antara daya aktual dan daya estimasi ditampilkan pada Gambar 6. Sebagian besar titik berada di sekitar garis ideal $y = x$, yang menunjukkan bahwa nilai estimasi relatif dekat dengan daya aktual. Beberapa titik memiliki selisih yang lebih besar dari garis ideal, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut menggunakan MAE, MSE, RMSE, dan R^2.

4.4 Hasil Evaluasi Model Pada Regresi Linier

Parameter evaluasi yang digunakan untuk menilai model adalah rata-rata kesalahan absolut (MAE), rata-rata kesalahan kuadrat (MSE), rata-rata kesalahan kuadrat utama (RMSE), dan koefisien determinasi (R^2). Nilai daya aktual dan nilai daya hasil estimasi dibandingkan pada data uji dan latihan. Hasil evaluasi model ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Evaluasi Model

Parameter	Data Latih	Data Uji
MAE	5.5879	5.9970
MSE	91.4636	98.6817
RMSE	9.5637	9.9339
R^2	0.9975	0.9970

Berdasarkan Tabel 4, model menghasilkan nilai MAE sebesar 5,997 W, MSE sebesar 98,682 W², dan RMSE sebesar 9,934 W pada data uji. Nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,9970 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 99,70% variasi daya keluaran berdasarkan intensitas radiasi matahari. Tingginya nilai R² ini berkaitan dengan prinsip kerja panel fotovoltaik. Peningkatan intensitas radiasi matahari menyebabkan arus yang dihasilkan panel meningkat, sehingga daya keluaran juga ikut naik. Pada rentang pengukuran dalam penelitian ini, hubungan antara kedua variabel tersebut cenderung mendekati linier, sehingga model regresi linier sederhana dapat menghasilkan estimasi yang mendekati daya aktual. Hal ini didukung oleh nilai MAE dan RMSE yang relatif kecil serta selisih nilai evaluasi yang tidak jauh berbeda antara data latih dan data uji. Dengan demikian, intensitas radiasi matahari dapat dikatakan sebagai prediktor yang kuat untuk mengestimasi daya keluaran PLTS Mini pada kondisi pengukuran penelitian ini.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa regresi linier sederhana dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) dapat digunakan untuk mengestimasi daya keluaran PLTS Mini berdasarkan intensitas radiasi matahari. Model yang dibentuk dari 1.037 data latih menghasilkan persamaan $\hat{Y}_i = -0{,}1264 + 1{,}0193\, X_i$. Pada 260 data uji, model memperoleh MAE sebesar 5,997 W, MSE sebesar 98,682 W², RMSE sebesar 9,934 W, dan R² sebesar 0,9970. Nilai evaluasi yang tidak jauh berbeda antara data latih dan data uji menunjukkan bahwa kinerja model konsisten.

Kontribusi penelitian ini adalah model estimasi daya yang sederhana dan mudah diterapkan, dibangun dari data pengukuran langsung PLTS skala kecil. Model ini dapat menjadi dasar untuk memperkirakan daya keluaran PLTS dan mendukung pengelolaan daya sesuai kebutuhan beban. Hasil penelitian masih terbatas pada data satu bulan di satu lokasi, sehingga penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode pengukuran yang lebih panjang dan menambahkan variabel suhu modul.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Bramasto and D. Khairiani, "Prediksi daya output sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan regresi linear berganda," *Faktor Exacta*, vol. 15, no. 2, 2022, doi: 10.30998/faktorexacta.v15i2.13254.

[2] M. T. Arrais and H. Suwoyo, "Analisa pengaruh Aerosol Optical Depth (AOD), temperature, iradiasi matahari pada panel surya terhadap rancang bangun sistem PLTS," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 3, 2024, doi: 10.22441/jte.2024.v15i3.008.

[3] T. A. Arifianto, Y. A. Pangestu, D. S. Oktaria, L. S. Moonlight, and D. I. Pratiwi, "Prediksi Daya Pada Panel Surya Menggunakan Metode Time Series dan Analisis Regresi," *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.46772/intech.v4i01.674.

[4] M. C. D. Saputra, B. Alfaresi, and F. Ardianto, "Pemodelan prediksi daya pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan algoritma K-Nearest Neighbor berbasis faktor lingkungan," *Jurnal Fokus Elektroda*, 2026.

[5] E. B. Miranda and A. Goeritno, "Prediksi Daya Keluaran Panel Surya Seri-Paralel Melalui Metode Linearisasi Fungsi Tak-Linear," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 24, no. 4, pp. 133–141, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.4.133-141.

[6] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, "Analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP," TEKNIK, vol. 37, no. 2, pp. 59–63, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37i2.9011.

[7] F. Hidayat, D. Rusirawan, and I. R. F. Tanjung, "Evaluasi kinerja PLTS 1000 Wp di Itenas Bandung," ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, vol. 7, no. 1, pp. 195–208, 2019, doi: 10.26760/elkomika.v7i1.195.

[8] A. S. R. A. dkk., "Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari terhadap Daya dan Efisiensi Keluaran Sel Surya," *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, 2019, DOI: 10.33772/djitm.v11i1.9285.

[9] D. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, *Introduction to Linear Regression Analysis*, 5th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.

[10] R. A. N. Hamzah, M. Anisah, and I. Lutfi, "Analisis pengaruh intensitas cahaya terhadap daya yang dihasilkan pada panel surya 600 Wp," *Jurnal Teliska*, vol. 17, no. 3, pp. 11–17, Nov. 2024, doi: 10.5281/zenodo.13308972.