

Optimization of ACS712 Sensor Current Measurement in Solar Power System through Regression Modeling

Yusri AM Ambabunga^{1*}, Lantana Dioren Rumpa^{2*}, Martina Pineng^{3*}

* Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia Toraja

yambabunga@ukitoraja.ac.id¹, dionrumpa@ukitoraja.ac.id², mpineng@ukitoraja.ac.id³

Article Info

Article history:

Received 2023-09-08

Revised 2023-11-15

Accepted 2023-11-17

Keyword:

*Solar Power Systems,
ACS712 Sensor,
Linear Regression Modeling,
Current Measurement Accuracy,
Renewable Energy Optimization..*

ABSTRACT

This study aims to improve the accuracy of current measurements in solar power systems using the ACS712 sensor and linear regression modeling. While the ACS712 sensor is commonly used for current measurement in solar systems, it often faces accuracy issues. In this research, we measured current using the ACS712 sensor alongside a validated reference device and applied a linear regression model to correct any inaccuracies. The results show that our linear regression model significantly boosts the accuracy of ACS712 sensor current measurements. We also conducted performance tests with the model on the Arduino Uno platform, which revealed increased measurement accuracy in various testing scenarios. Before implementing the model, the average difference between ACS712 sensor measurements and reference device readings was 0.364. After implementing the model, this difference dropped substantially to just 0.044.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Sistem Tenaga Surya (PLTS) telah menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan dalam mengatasi tantangan keberlanjutan energi. Namun, untuk memaksimalkan efisiensi dan keandalan PLTS [1], pengukuran arus yang akurat sangat penting. Akurasi yang lebih tinggi dalam pengukuran arus sangat penting untuk pengoperasian yang lebih baik dan efisiensi yang lebih baik dalam sistem tenaga surya. Pengoperasian yang lebih baik mencakup pemantauan yang tepat, deteksi dini masalah, dan respons yang akurat terhadap kondisi lingkungan yang berubah. Efisiensi yang lebih baik dapat dicapai melalui pemaksimalan konversi energi matahari menjadi energi listrik tanpa kehilangan yang tidak perlu. Sensor ACS712 telah banyak digunakan untuk mengukur arus dalam konteks ini [2], [3]. Sensor arus Hall Effect ACS712, yang dikenal juga sebagai Hall Effect Allegro ACS712, adalah perangkat yang akurat digunakan untuk mengukur arus listrik baik AC maupun DC dalam berbagai aplikasi industri, otomotif, komersial, dan komunikasi [4]. Meskipun demikian, tantangan muncul ketika sensor ini belum mencapai tingkat akurasi yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengukuran arus dengan sensor ACS712

agar mendekati tingkat akurasi yang dapat diandalkan, sehingga memungkinkan penggunaan yang lebih efektif dalam PLTS [5]–[7].

Keunikan penelitian ini terletak pada pendekatan yang digunakan, yaitu penggunaan pemodelan regresi linear untuk meningkatkan akurasi sensor ACS712. Penelitian sebelumnya telah memberikan bukti yang kuat bahwa regresi linear adalah alat yang efektif dalam mengoptimalkan pengukuran sensor. Dalam berbagai studi, regresi linear telah terbukti memungkinkan peningkatan presisi dalam pengukuran sensor, baik dalam konteks industri maupun dalam aplikasi lainnya. Hasil-hasil penelitian ini telah membantu merancang strategi yang lebih baik dalam mengkalibrasi dan memahami perilaku sensor, sehingga memungkinkan pencapaian hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan dalam berbagai disiplin ilmu. [8]–[10]. Motivasi utama di balik penelitian ini adalah pentingnya sistem tenaga surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan yang menjanjikan dalam mendukung keberlanjutan energi. PLTS memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan ketergantungan pada sumber energi konvensional dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Namun, untuk memaksimalkan manfaatnya, diperlukan akurasi yang tinggi dalam pengukuran arus, terutama karena arus listrik

adalah parameter kunci dalam konversi energi matahari menjadi energi listrik. Regresi linear digunakan untuk memahami hubungan antara pengukuran sensor ACS712 dengan pengukuran alat yang telah tervalidasi. Hasil dari pemodelan ini kemudian diimplementasikan dalam Arduino Uno untuk pengukuran arus yang lebih akurat.

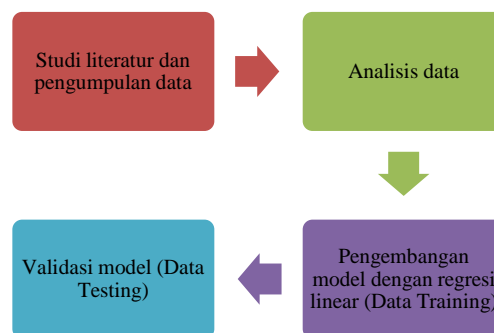
Penelitian ini berfokus pada konteks pengukuran arus dalam PLTS. Dengan menggunakan sensor ACS712 yang dioptimalkan, diharapkan bahwa pemantauan dan pengendalian PLTS dapat ditingkatkan secara signifikan [11]. Keberhasilan penelitian ini akan memiliki implikasi positif dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keandalan PLTS.

Manfaat penelitian ini sangat signifikan, karena akan memberikan kontribusi positif dalam menghadirkan pengukuran arus yang lebih akurat dalam PLTS [1], [14]. Dengan pengukuran yang lebih tepat, PLTS dapat dioptimalkan secara lebih efisien, menghasilkan peningkatan potensi penggunaan sumber energi terbarukan yang sangat berharga ini. Implikasi temuan penelitian ini sangat signifikan untuk sistem tenaga surya, karena peningkatan akurasi pengukuran arus dapat membawa dampak positif pada berbagai aspek operasional dan efisiensi sistem. Dengan menggunakan model regresi linear untuk mengoreksi ketidakakuratan sensor ACS712, kita dapat meningkatkan keandalan pemantauan kinerja sistem dan mendeteksi potensi masalah dengan lebih tepat waktu. Hasil yang lebih akurat juga memungkinkan sistem untuk lebih efektif mengelola energi yang dihasilkan oleh sel surya, mengoptimalkan penyimpanan energi, dan mengintegrasikan produksi listrik dengan kebutuhan penggunaan.

Hipotesa awal penelitian ini adalah bahwa penggunaan regresi linear memiliki potensi untuk mengoptimalkan keakuratan pengukuran sensor ACS712. Dengan memahami dan memodelkan hubungan linear antara pembacaan sensor ACS712 dan pembacaan alat referensi yang telah divalidasi, diharapkan bahwa regresi linear dapat membantu mengurangi ketidakakuratan sensor tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang bertujuan untuk komparasi, di mana eksperimen dirancang untuk membandingkan perbedaan hasil pengukuran arus sebelum dan setelah implementasi model regresi linear pada sensor ACS712. Meskipun berfokus pada aspek perbandingan, penelitian ini lebih mendekati metode kuantitatif. Dengan mengoptimalkan pengukuran arus menggunakan model regresi linear, penelitian ini tidak hanya mengeksplorasi perbedaan angka tetapi juga mengarah ke pemahaman yang lebih mendalam terkait peningkatan akurasi secara kuantitatif. Adapun metode penelitian terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada optimisasi pengukuran arus menggunakan sensor ACS712 dalam konteks PLTS. Objek penelitian utamanya adalah pengembangan dan implementasi regresi linear sebagai alat untuk meningkatkan akurasi sensor ACS712.

Sampel penelitian ini mencakup berbagai kondisi arus yang diukur menggunakan sensor ACS712. Data diambil dari sistem PLTS yang ada, yang mencakup variasi arus yang beragam sesuai dengan situasi operasionalnya. Dalam eksperimen ini, kami melakukan pengambilan data arus dengan menggunakan sensor ACS712 yang terintegrasi pada Arduino Uno, dan hasilnya dicatat melalui pembacaan serial port. Secara simultan, kami juga melakukan pengukuran menggunakan alat yang telah divalidasi, yaitu multimeter digital merk TESTO. Kedua set data ini dicatat dengan teliti dan kemudian disusun dalam tabel yang akan dijadikan dasar untuk analisis lebih lanjut. Proses regresi akan diterapkan pada data tersebut, memungkinkan kami untuk memahami hubungan dan perbedaan antara pengukuran sensor ACS712 dan multimeter digital, serta mengevaluasi akurasi dan keandalan sensor dalam pengukuran arus.

Variabel utama yang digunakan untuk mengukur keberhasilan penelitian ini adalah tingkat akurasi pengukuran arus oleh sensor ACS712 setelah menerapkan model regresi linear. Keberhasilan diukur dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan nilai arus yang sebenarnya yang diukur menggunakan alat yang telah tervalidasi seperti amperemeter digital. Selain itu, variabel lain seperti keakuratan pemantauan PLTS dan kemampuan sensor dalam mencapai hasil yang konsisten juga akan dievaluasi.

Tahap studi literatur dan pengumpulan data mencakup studi literatur tentang teknologi monitoring arus dan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk mengembangkan model. Dalam proses pengumpulan data, sensor ACS712 akan ditanam pada arduino uno dan dihubungkan dengan PC dengan komunikasi serial (USB). Dalam tahapan ini program yang digunakan untuk mengkonversi nilai analog menjadi Arus (mA) adalah [4], [15].

```

current = map(current, 0, 1023, -5000, 5000);
current = current / 185;
  
```

Sebanyak 60 data akan di-capture dalam penelitian ini, dengan memberikan variasi arus. Data juga akan di-capture

menggunakan alat yang telah tervalidasi yaitu Amperemeter Digital.

Tahap analisis data mencakup analisis data untuk mengetahui tingkat akurasi monitoring arus pada PLTS dan menemukan hubungan antara nilai analog sensor ACS712 dengan nilai arus yang sebenarnya. Output dari tahapan ini adalah hubungan antara nilai analog sensor dan nilai arus sebenarnya (nilai yang diukur dengan amperemeter digital).

Tahap pengembangan model regresi linear mencakup pengembangan model konversi nilai analog menjadi nilai arus yang lebih akurat dan presisi dengan menggunakan regresi linear. Output dari tahapan ini adalah sebuah model regresi linear yang memperlihatkan hubungan antara nilai analog sensor dan nilai sebenarnya. Linear regression modeling adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan linear antara dua variabel. Dalam konteks pengukuran arus dengan sensor ACS712, linear regression dapat membantu memahami dan memperbaiki ketidakakuratan pengukuran dengan mengidentifikasi pola atau deviasi dari hubungan seharusnya antara pembacaan sensor dan pembacaan alat referensi yang divalidasi, seperti multimeter digital.

Tahap validasi model (data testing) adalah proses menggunakan data yang belum dipakai dalam pembuatan model untuk memastikan akurasi dan presisi model. Output dari tahapan ini adalah nilai Error Absolute dan Relative Error dari model baru.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Data Training

Adapun data yang telah diambil menggunakan sensor ACS712 dan alat tervalidasi adalah sebagai berikut.

TABLE 1.
DATA SENSOR ACS712 DAN ALAT UKUR TERVALIDASI UNTUK TRAINING

X	Y	Selisih
8.300	8.000	0.300
8.300	8.000	0.300
8.000	7.900	0.100
8.100	7.900	0.200
8.300	8.100	0.200
.....
.....
8.000	6.000	2.000
8.100	7.500	0.600
8.200	6.500	1.700
Rata-rata selisih		0.364

Dalam tabel 1 kami hanya memperlihatkan sebagian contoh dari data. Terlihat ada data dari sensor ACS712 (X) dan data dari alat ukur tervalidasi (Y). Analisis data menunjukkan bahwa sensor ACS712 (X) cenderung memiliki selisih dalam pengukurannya dibandingkan dengan alat yang telah tervalidasi (Y), dengan rata-rata selisih 0.364. Beberapa pengukuran memiliki selisih nol, menandakan kemampuan sensor dalam mengukur secara akurat dalam beberapa situasi, tetapi ada juga pengukuran dengan selisih yang cukup besar,

yang mengindikasikan ketidakstabilan sensor dalam pengukuran tertentu.

B. Hasil Regresi Linear dan Implementasi ke Arduino

Dalam kerangka penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sebuah model regresi linear yang bertujuan untuk mengoptimalkan pengukuran arus menggunakan sensor ACS712. Analisis regresi linear menghasilkan suatu persamaan matematis yang menggambarkan hubungan antara variabel dependen (Y), yang merupakan pengukuran arus yang telah disesuaikan oleh sensor ACS712, dan variabel independen (X), yang merupakan pengukuran arus yang telah tervalidasi oleh alat referensi, yang direpresentasikan sebagai berikut.

$$Y = 0.92X + 0.12$$

Koefisien regresi linear 0.92 mengindikasikan tingkat perubahan yang diharapkan dalam nilai Y ketika variabel independen X mengalami perubahan satu unit. Sementara itu, konstanta 0.12 merupakan intercept yang mencerminkan nilai Y ketika variabel independen X memiliki nilai nol.

Pemodelan regresi linear yang dihasilkan dari penelitian ini menjadi instrumen utama dalam mengoptimalkan pengukuran arus menggunakan sensor ACS712, dengan tujuan untuk mendekati pengukuran yang telah tervalidasi oleh alat referensi.

Dalam tahap implementasi model regresi ke dalam Arduino Uno, kami mengintegrasikan persamaan regresi linear yang telah dikembangkan. Proses ini melibatkan praproses data, di mana data dari sensor ACS712 dan alat referensi disaring dan disiapkan untuk analisis. Persamaan regresi linear ($Y = 0.92X + 0.12$) kemudian diaplikasikan dalam kode Arduino, memungkinkan perhitungan nilai Y berdasarkan data yang diterima dari sensor ACS712. Hasil pengukuran sensor ACS712 (Y) selanjutnya divalidasi dengan pengukuran alat referensi (X) untuk mengevaluasi akurasi model regresi.

C. Pengujian Kinerja setelah Regresi Linear

Berikut adalah tabel 2 hasil pengujian kinerja pada model regresi linear. Variabel X1 merupakan variabel pengukuran ACS712 setelah menggunakan model regresi linear dan Y adalah pengukuran alat tervalidasi.

TABLE 2.
DATA TESTING

X1	Y	Selisih
7.844	7.800	0.044
7.233	7.224	0.009
7.335	7.320	0.015
7.538	7.512	0.026
.....
.....
.....
8.862	8.760	0.102
7.742	7.704	0.038
7.844	7.800	0.044
7.945	7.896	0.049
8.149	8.088	0.061
Rata rata selisih		0.044

Tabel 2 menunjukkan hasil data pengujian yang diperoleh setelah implementasi model regresi linear pada sensor ACS712 melalui pemrograman Arduino Uno. Data ini merupakan hasil perbandingan antara nilai X1 yang diperoleh dari sensor ACS712, nilai Y yang dihasilkan oleh model regresi linear, dan selisih antara keduanya.

Hasil pengujian ini merupakan bagian integral dari evaluasi kinerja model regresi linear. Nilai selisih antara X1 dan Y mencerminkan sejauh mana model mampu mendekati nilai sebenarnya yang diukur oleh sensor ACS712. Rata-rata selisih (0.044) juga dicatat sebagai indikator umum akurasi model regresi dalam seluruh rangkaian pengujian. Data ini akan digunakan untuk mengukur tingkat akurasi dan efektivitas model regresi linear dalam memperbaiki pengukuran arus pada sistem tenaga surya.

TABLE 3.
HASIL PENGUJIAN KINERJA

Correlation coefficient	0.9291
Mean absolute error	0.2038
Root mean squared error	0.3242
Relative absolute error	39.3296 %
Root relative squared error	39.153 %

Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa model regresi linear yang diterapkan pada sensor ACS712 memiliki kinerja yang sangat baik dalam memprediksi nilai-nilai arus listrik yang sesungguhnya. Dengan nilai koefisien korelasi yang tinggi (0.9291), kesalahan prediksi yang rendah seperti Mean Absolute Error (0.2038) dan Root Mean Squared Error (0.3242), serta metrik berdasarkan persentase kesalahan yang relatif rendah, model ini mampu mengoptimalkan pengukuran sensor ACS712 sehingga mendekati tingkat akurasi yang diharapkan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan pengukuran arus dengan menggunakan model regresi linear pada sensor ACS712 dalam sistem tenaga surya. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam akurasi pengukuran arus sebelum dan setelah penerapan model tersebut. Sebelum digunakan, selisih rata-rata antara pengukuran sensor ACS712 dan alat referensi adalah 0.364, menunjukkan ketidakakuratan yang signifikan. Namun, setelah menerapkan model regresi linear, selisih rata-rata turun drastis menjadi hanya 0.044. Ini menandakan peningkatan akurasi sensor ACS712 yang efektif dengan pendekatan ini, mendekati pengukuran alat referensi yang tervalidasi. Penelitian ini berpotensi meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem tenaga surya secara keseluruhan, mendukung perkembangan energi terbarukan yang lebih efisien di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas bantuan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Ciani, L. Cristaldi, M. Faifer, M. Lazzaroni, and M. Rossi, 'Design and implementation of a on-board device for photovoltaic panels monitoring', in *2013 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, IEEE, 2013, pp. 1599–1604.
- [2] A. Senen, 'Perancangan prototipe alat ukur arus listrik Ac dan Dc berbasis mikrokontroler arduino dengan sensor arus Acs-712 30 ampere', *Sutet*, vol. 8, no. 1, pp. 28–33, 2018.
- [3] U. Khair, A. J. Lubis, I. Agustha, and M. Zulfin, 'Modeling and simulation of electrical prevention system using Arduino Uno, GSM modem, and ACS712 current sensor', in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2017, p. 012049.
- [4] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, 'Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO', *J. Teknol. Dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [5] I. Romli, M. A. Hidayat, and C. Naya, 'Monitoring and assembly of internet of things-based solar power plants', *Tek. J. Sains Dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 228–234, 2021.
- [6] N. I. M. Akbar and Z. Tahir, 'Performance Analysis of Fog Architecture to Monitor Solar Panel for Smart Home', in *2023 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, IEEE, 2023, pp. 245–250.
- [7] H. Satria and S. Syafii, 'Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung ke Grid PLN', *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 2, 2018.
- [8] M. A. Rubeo and T. L. Schmitz, 'Mechanistic force model coefficients: A comparison of linear regression and nonlinear optimization', *Precis. Eng.*, vol. 45, pp. 311–321, 2016.
- [9] E. K. Chong, W.-S. Lu, and S. H. Zak, *An introduction to optimization*. John Wiley & Sons, 2023.
- [10] M. S. Reis and P. M. Saraiva, 'Integration of data uncertainty in linear regression and process optimization', *AIChE J.*, vol. 51, no. 11, pp. 3007–3019, 2005.
- [11] H. Darmono, K. Koesmarijanto, and F. R. Naufal, 'Monitoring of Voltage and Load Current Integration of Solar Panels with Electric Grids Android-Based', *J. Telecommun. Netw. J. Jar. Telekomun.*, vol. 12, no. 3, pp. 128–131, 2022.
- [12] C. Guestrin, P. Bodik, R. Thibaux, M. Paskin, and S. Madden, 'Distributed regression: an efficient framework for modeling sensor network data', in *Proceedings of the 3rd international symposium on Information processing in sensor networks*, 2004, pp. 1–10.
- [13] Y. Ge, J. H. Wang, G. B. Heuvelink, R. Jin, X. Li, and J. F. Wang, 'Sampling design optimization of a wireless sensor network for monitoring ecohydrological processes in the Babao River basin, China', *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, vol. 29, no. 1, pp. 92–110, 2015.
- [14] E. Prihatini *et al.*, 'Solar Panel as Alternative Energy Source for Water Pump Control System at the Floating House in the Palembang Musi River Bank', in *5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)*, Atlantis Press, 2022, pp. 243–248.
- [15] T. P. Satya, F. Puspasari, H. Prisyanti, and E. R. M. Saragih, 'perancangan dan analisis sistem alat ukur arus listrik menggunakan sensor acs712 berbasis arduino uno dengan standard clampmeter', *Simetris J. Tek. Mesin Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 39–44, 2020.