

STUDI PENGGUNAAN SENSOR INA-219 SEBAGAI RANGKAIAN DASAR ALAT UJI SOLAR SEL BERDAYA RENDAH

Hadi Santoso^{1*}, Roy Hanafi², Muh. Firdan Nurdin³, Abdul Muis Prasetya⁴

^{1,2,3,4} Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

*hadisantoso@borneo.ac.id

Abstract— This study investigates the performance of the INA-219 sensor as a fundamental electronic component for measuring current and voltage in low-power solar panels. The solar module utilized in this work is a mini monocrystalline panel with an active area of 104 cm², illuminated by a halogen lamp as the artificial light source. The relatively small cell area combined with halogen-based illumination results in low electrical output. When integrated with an Arduino Uno microcontroller, the INA-219 sensor demonstrates limitations in simultaneously measuring both current and voltage. The findings show that the INA-219 sensor performs effectively in current detection; however, accurate voltage measurement requires the incorporation of an additional voltage sensor DC 0–25 V to capture the voltage generated by the solar panel. It is result is detecting current and voltage values with an accuracy of up to 99%.

Keywords— Current Sensor, Low Power, Sensor INA-219, Solar Panel, Voltage Sensor

Intisari—Telah dilakukan studi penggunaan sensor INA-219 sebagai komponen elektronika dasar dalam mendeteksi arus dan tegangan panel surya berdaya listrik rendah. Panel surya yang digunakan merupakan mini panel surya monokristalin dengan luas aktif 104 cm² dan sumber cahaya berasal dari bola lampu halogen. Penggunaan panel surya dengan luas sel surya yang relatif kecil, serta pencahayaan dari lampu halogen menyebabkan daya yang dihasilkan relatif kecil. Melalui integrasi mikrokontroler arduino uno maka penggunaan sensor INA-219 sulit diaplikasikan untuk mendeteksi nilai arus dan tegangan secara bersamaan. Sensor INA-219 dalam riset ini berhasil dengan baik digunakan untuk mendeteksi nilai arus, sedangkan untuk nilai tegangan dibutuhkan integrasi sensor tegangan DC 0-25V sebagai pendeteksi nilai tegangan yang dihasilkan panel surya. Hasilnya dapat mendeteksi nilai arus dan tegangan dengan akurasi mencapai 99%.

Kata Kunci— Daya Rendah, INA-219, Panel Surya, Sensor Arus, Sensor INA-219, Sensor Tegangan

I. PENDAHULUAN

Energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, khususnya energi terbarukan menjadi sangat diperhatikan seiring dengan peningkatan kesadaran akan masalah lingkungan dunia. Energi terbarukan adalah jenis energi yang dapat diperbarui atau digunakan secara terus-menerus dan memiliki polusi atau dampak negatif lingkungan yang minimal [1]. Salah satu contoh energi ramah lingkungan adalah energi matahari. Energi matahari dikonversi melalui sel surya yang ramah lingkungan dan gas rumah kaca yang dihasilkan lebih sedikit, sehingga tidak berkontribusi

terhadap perubahan iklim dan mengurangi emisi gas rumah kaca [2]. Sel surya dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi Listrik [3].

Sel surya merupakan seperangkat modul dalam mengubah tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic adalah teknologi yang bertujuan untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung [4]. Sel surya adalah teknologi yang memanfaatkan sifat semikonduktor, yang berada di antara konduktor dan isolator, untuk mengonversi energi cahaya menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Perangkat ini berfungsi mengubah sinar matahari menjadi listrik, sehingga disebut juga sel fotovoltaiik [5].

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh satu buah sel surya yakni sekitar 0,6 Volt tanpa beban dan sekitar 0,45 V saat terhubung dengan beban [6]. Di antara berbagai jenis panel surya, panel surya monokristalin dikenal memiliki efisiensi konversi tertinggi karena struktur kristalnya yang seragam dan kemampuannya menyerap cahaya dengan lebih efektif [7]. Namun, efisiensi output dari panel surya sangat dipengaruhi oleh variabel lingkungan seperti intensitas sinar matahari, suhu permukaan panel, dan sudut datang radiasi matahari [8].

Selain dikenal karena pengoprasian nya yang hemat biaya dan bebas polusi, sel surya juga menghadapi kendala seperti efisiensi yang belum optimal dan sensitivitas terhadap lingkungan [9]. Ukuran luas Kristal pada sel surya sangat mempengaruhi nilai efisiensinya [10], sehingga biasanya semakin kecil sel surya maka efisiensinya semakin kecil pula. Artinya sel surya yang memiliki luasan yang lebih kecil menyebabkan nilai daya yang dihasilkan relative lebih rendah.

Selain ukuran panel surya, efisiensi sel surya juga dipengaruhi oleh jenis sel surya. Terdapat sel surya generasi terbaru yang memanfaatkan kemampuan penyerapan ekstrak tumbuhan dalam mengkonversi energi Cahaya menjadi energi listrik. Sel surya tersebut disebut DSSC atau Dye Sensitized Solar Cell [11]. Efisiensi DSSC cenderung dibawah nilai 1% dikarenakan nilai arus yang dihasilkan oleh sel surya jenis ini sangat kecil yakni hanya dengan orde satuan mikro ampere atau mili ampere [12].

Kebutuhan pengukuran nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya yang memiliki daya rendah sangat dibutuhkan untuk mengetahui nilai efisiensinya. Alat yang dapat mengukur nilai daya pada DSSC maupun panel surya monokristalin berukuran kecil masih sangat kurang, dan bila ada maka sangat mahal. Maka dari itu sangat dibutuhkan pengembangan sistem pengukuran sederhana menggunakan sensor-sensor arus dan tegangan.

Terdapat sebuah sensor yang dapat mendeteksi nilai tegangan dan arus secara bersamaan, sensor tersebut adalah sensor INA-219 [13]. Sensor INA219 adalah modul sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan (voltmeter), arus (amperemeter), dan daya (wattmeter) pada rangkaian listrik DC, seperti pada panel surya atau baterai. Sensor ini menggunakan komunikasi serial I2C untuk terhubung dengan mikrokontroler seperti Arduino dan mampu mengukur tegangan bus hingga 26 V dan arus hingga 3.2 A. Melalui sensor ini maka proses mendeteksi nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat dengan baik terukur [14].

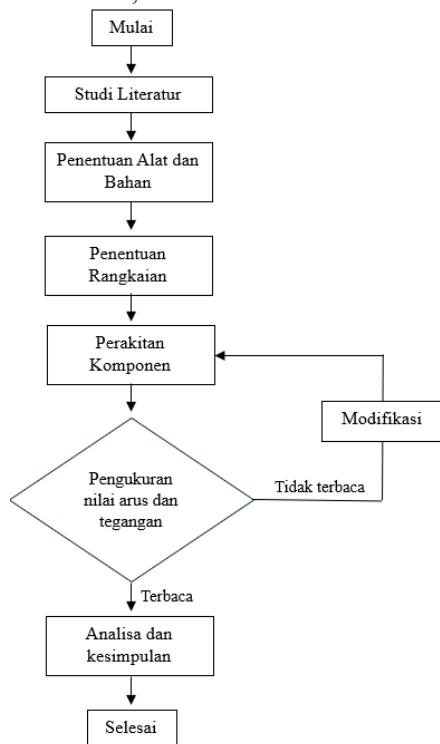
Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan studi penggunaan sensor INA-219 yang dapat mendeteksi sekaligus nilai tegangan dan arus pada panel surya yang memiliki daya rendah. Keduanya dirangkai untuk menguji solar sel dengan luas 104 cm^2 yang disinari Cahaya dari lampu halogen.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, yakni melakukan pengujian arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya setelah disinari oleh cahaya lampu halogen. Alur dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Studi literatur
2. Penentuan alat dan bahan
3. Penentuan rangkaian
4. Perakitan komponen
5. Pengujian
6. Analisa dan kesimpulan

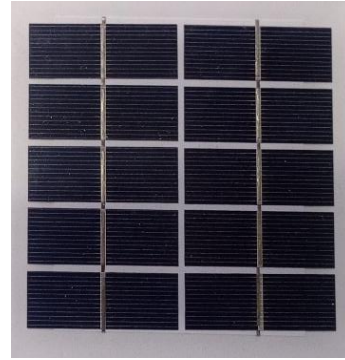
Proses-proses alur tersebut dapat digambarkan pada diagram alir berikut;



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

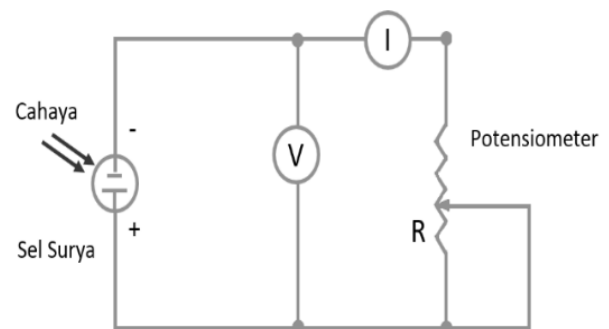
Studi literatur menunjukkan bahwa sensor INA-219 dapat bekerja dengan baik dalam sekaligus mendeteksi nilai arus, tegangan, dan daya secara realtime. Maka dalam upaya

mendeteksi daya yang dihasilkan kristal aktif panel surya dengan area 104 cm^2 (sesuai gambar 2) maka sensor INA-219 terintegrasi dengan mikrokontroler arduino uno sehingga diharapkan pembacaan nilai arus dan tegangan secara realtime dapat dideteksi melalui layar komputer. Sehingga selain apa yang telah disebutkan, maka alat dan bahan lainnya adalah sumber cahaya dari lampu halogen 50 dengan daya 50 watt. Dalam upaya mendeteksi keakuratan nilai pembacaan arus dan tegangan maka digunakan perangkat multimeter yang akan diaplikasikan pada mode amperemeter dan voltmeter.



Gambar 2. Panel Surya berarea aktif 104 cm^2

Untuk proses pengukurannya maka ditentukan rangkaian pengukuran arus dan tegangan panel surya, dimana panel surya akan terangkai seri dengan sensor pendeteksi arus, disaat bersamaan panel surya terangkai paralel dengan sensor tegangan [16]. Dibutuhkan potensiometer sebagai variasi nilai arus dan tegangan yang dihasilkan yang mengikuti hukum ohm. Skema rangkaian pengujian nilai arus dan tegangan panel surya sesuai gambar 3;



Gambar 3. Skema pengujian arus dan tegangan panel surya

Perakitan komponen sensor akan menyesuaikan dengan gambar 3. Untuk mendeteksi Tingkat keakuratan nilai arus dan tegangan yang dihasilkan maka acuannya menggunakan sistem keakuratan suatu instrument, yakni seberapa dekat pembacaan keluaran dari instrumen dengan nilai yang benar [16]. Tingkat akurasi sensor arus sesuai sistem pengukuran [17] dapat dituliskan dengan;

Akurasi Sensor Arus(%)

$$= \frac{\text{Alat Ukur (Ampere)} - \text{Sensor (Ampere)}}{\text{Alat Ukur (Ampere)}} \times 100\% \quad (1)$$

Selanjutnya untuk akurasi sensor tegangan;

$$\text{Akurasi Sensor Tegangan(\%)} = \frac{\text{Alat Ukur (Volt)} - \text{Sensor (Volt)}}{\text{Alat Ukur (Volt)}} \times 100\% \quad (2)$$

Semakin mendekati 100% maka menunjukkan tingkat akurasi semakin tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur arus dan tegangan panel surya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses penggunaan sensor INA-219 (gambar 4) sebagai sensor yang secara bersamaan dapat mendeteksi arus dan tegangan mengalami kendala. Arduino uno yang diteruskan pada layar komputer tidak mampu mendeteksi pembacaan nilai arus yang dihasilkan, sedangkan nilai tegangan terbaca dengan baik. Namun bila difungsikan sebagai sensor tunggal pembacaan nilai arus panel surya maka sensor INA-219 dapat dengan baik mendeteksi nilai arus yang dihasilkan solar sel.



Gambar 4. Sensor INA-219

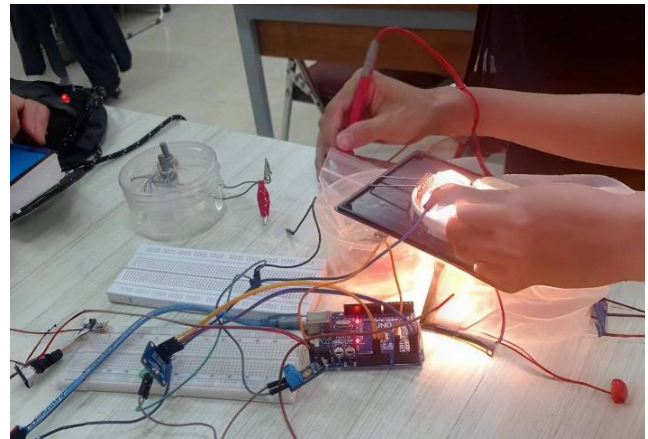
Setelah dilakukan pengujian secara berulang menunjukkan sensor INA-219 tidak dapat mendeteksi secara bersamaan nilai arus dan tegangan, maka sesuai dengan gambar 1 (diagram alir penelitian) selanjutnya dilakukan modifikasi. Modifikasi menggunakan prinsip tetap menggunakan sensor INA-219 sebagai sensor arus, sedangkan diperlukan sensor tambahan dalam mendeteksi nilai tegangan, yakni sensor DC 0-25 V.

Sensor tegangan DC 0-25V (gambar 5) adalah modul yang digunakan untuk mengukur tegangan DC dalam rentang 0 hingga 25 volt, sering digunakan dalam monitoring baterai, sistem tenaga surya, dan proyek mikrokontroler seperti Arduino [18]. Sensor ini bekerja dengan prinsip pembagi tegangan, menggunakan dua resistor untuk mengurangi tegangan input menjadi 0-5V, yang dapat dibaca oleh pin analog mikrokontroler. Keunggulannya meliputi kemudahan integrasi dengan mikrokontroler, akurasi memadai, dan rentang pengukuran yang luas untuk berbagai aplikasi pemantauan tegangan.



Gambar 5. Sensor Tegangan DC 0-25V

Kedua sensor dirangkai sesuai gambar 3, yakni panel surya dirangkai secara seri dengan sensor INA-219 sebagai pendeteksi nilai arus, dan panel surya dirangkai secara paralel dengan sensor tegangan 0-25V. Rangkaian pengujianya (gambar 6) dengan disinari lampu halogen.



Gambar 6. Pengujian nilai I-V Panel Surya

Pengujian gambar 6 dilakukan dengan nilai potensiometer yang dibuat stabil. Variasi diberikan melalui perubahan nilai tegangan yang diberikan pada lampu halogen. Semakin besar nilai tegangan pada lampu maka semakin tinggi intensitas cahaya yang menyinari panel surya.

Untuk data pengujian keakuratan nilai arus yang dideteksi sensor INA-219 dapat diamati pada tabel 1;

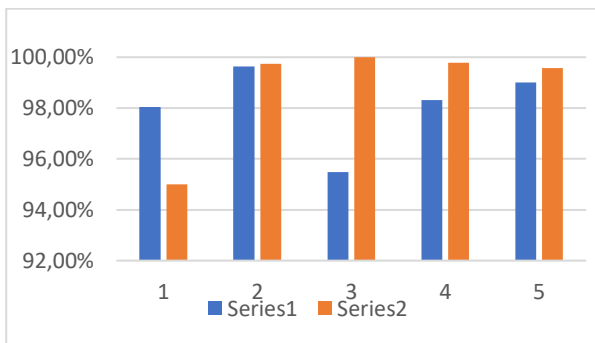
Tabel I
Tingkat Akurasi Sensor INA-219 dalam mengukur nilai arus

| No | Tegangan Pada Lampu Halogen (V) | Arus (Isc) | | Akurasi (%) |
|----|---------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| | | Amperemeter (Ampere) | Pembacaan Sensor (Ampere) | |
| 1 | 3 | 0,51 | 0,50 | 98,04% |
| 2 | 5 | 2,71 | 9,60 | 99,63% |
| 3 | 6 | 4,88 | 5,10 | 95,49% |
| 4 | 7,5 | 9,44 | 9,60 | 98,31% |
| 5 | 9 | 10,10 | 10,20 | 99,01% |

Tabel II
Tingkat Akurasi Sensor Tegangan DC 0-25V dalam mengukur nilai tegangan

| No | Tegangan Pada Lampu Halogen (V) | Tegangan (Voc) | | Akurasi (%) |
|----|---------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------|
| | | Amperemeter (Volt) | Pembacaan Sensor (Volt) | |
| 1 | 3 | 2,8 | 2,66 | 95% |
| 2 | 5 | 3,89 | 3,88 | 99,74% |
| 3 | 6 | 4,25 | 4,25 | 100% |
| 4 | 7,5 | 4,65 | 4,66 | 99,78% |
| 5 | 9 | 4,69 | 4,71 | 99,57% |

Dengan integrasi pengukuran arus menggunakan sensor INA-219 dan sensor tegangan DC 0-25V maka proses deteksi nilai arus dan tegangan sesuai alat ukur multimeter yang disesuaikan dengan mode amperemeter dan voltmeter memiliki nilai akurasi yang baik. Bila diamati pada gambar 7;



Gambar 7. Proses akurasi pengukuran terintegrasi sensor arus dan tegangan

Integrasi pengukuran arus menggunakan sensor INA-219 (series 1 berwarna biru) dan pengukuran tegangan menggunakan sensor tegangan DC 0-25V (series 2 berwarna jingga) menunjukkan data rata-rata mencapai akurasi mendekati 100%. Nilai akurasi yang relatif rendah adalah ketika tegangan paling rendah (3 volt) yang diberikan pada lampu halogen yang menunjukkan daya yang diberikan lebih rendah dibandingkan data lainnya (5 volt, 6 volt, 7,5 volt dan 9 volt). Kedua sensor ini dapat diintegrasikan dalam pengukuran nilai daya panel surya dengan menggunakan penerangan halogen dengan voltase antara 5 hingga 9 volt.

IV.KESIMPULAN

Dalam upaya merancang sistem pengukuran arus dan tegangan panel surya berdaya rendah maka dibutuhkan integrasi antara sensor INA-219 sebagai pendeteksi arus listrik dan sensor tegangan DC 0-25V sebagai pendeteksi tegangan listrik. Sistem pencahayaan dengan input tegangan antara 5 hingga 9 volt dapat dengan baik dideteksi oleh kedua sensor hingga mencapai tingkat akurasi mencapai 99%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan hibah penelitian Riset Kompetisi Dosen (RKD) yang bersumber dari Dana DIPA Universitas Borneo Tarakan tahun 2024. Semoga riset ini bermanfaat untuk memperkaya kemajuan riset dan teknologi Universitas Borneo Tarakan maupun bagi Bangsa Indonesia.

REFERENSI

- [1] Adellea, A. J. "Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional Indonesian". State Law Review, Vol. 5 No. 1, April 2022
- [2] Musri Kona, dkk. "Kampanye Energi Terbarukan (Renewable Energy) di Lingkungan Penerbangan bagi Siswa SMA/SMK." Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan. Volume 4, Nomor 2, Juni 2024
- [3] G. A. Tansah, Rifky, Y. Nofendri. "Pengaruh Sudut Antara Dua Panel Sel Surya Terhadap Kinerja Photovoltaics". Metalik : Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik 1(2) : 46-54. 2022
- [4] M. K. Arbi. "Perancangan dan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya OffGrid pada Rumah Kebun di Kab. Jenepono". Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST). ISSN: 3026-3603. Vol.3, No. 1 April 2025
- [5] Samsurizal, dkk. "Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)", Institut Teknologi PLN. 2021
- [6] N. F. Wahidin, E. Yadie, M. A. Putra. "Analisis Perbandingan Charging SCC Jenis PWM dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda. PoliGrid Vol. 03 No. 01, Juni 2022
- [7] B. I. Harahap, dkk. "Analisis Perbandingan Output Daya Panel Surya Monokristalin dengan dan tanpa Reflektor Cermin ", JURITEK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer. Juni 2025.
- [8] Darwin., A. Panjaitan, Suwarno. "Analisa pengaruh Intesitas Sinar Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Sel Surya Jenis Monokristal", Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil), Vol.1, No.2, Desember 2020.
- [9] G. G. Njema, dkk. "Performance Optimization Of A Novel Perovskite Solar Cell With Power Conversion Efficiency Exceeding 37% Based On Methylammonium Tin Iodide", Next Energy 6. 2025.
- [10] Zulhakim, Malahayati. "Analisis Perbandingan Efisiensi Panel Surya Polikristalin dan Monokristalin Dalam Kondisi Iklim Tropis." JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). Vol. 13 No. 3S1. 2025
- [11] H. Santoso, N. Puspitasari. "Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cell (Dssc) Berbahan Dasar Ekstrak Daun Karamunting", Jurnal Borneo Saintek. Volume 1, Nomor 3, Oktober 2018.
- [12] A. Muharam, dkk. "Fabrikasi Sel Surya Tersensitisasi Dye (Dye Sensitized Solar Cell) Dengan Variasi Lapisan Scattering", Jurnal Material dan Energi Indonesia. Vol. 08, No. 02. 2018.
- [13] M. Kautsar, E. Kurniawan, U. K. Usman, "Monitoring IoT Sistem Baterai Aluminium Udara". e-Proceeding of Engineering. Vol.11, No.5 Oktober 2024.
- [14] M. Mungkin, dkk. "Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT". Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS). Volume 3 Nomor 2, Desember 2020.

- [15] Nurhidayah, dkk. "Pembuatan Sel Surya Tersensitasi Pewarna (Sstp) Lapisan TiO_2 /Grafit Dari Ekstrak Kelopak Bunga Rosella, Beras Ketan Hitam, Dan Ubi Jalar Ungu", JoP, Vol. 2 N0. 2, Juni 2017.
- [16] S. Alam, I. Surjati. "Teknik Pengukuran dan Instrumentasi", Penerbit El Markazi. 2022
- [17] M. Alfarisi, N. Syafitri. Analisis Akurasi Dan Presisi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Robot KRPAI. Prosiding Diseminasi FTI Genap 2021/2022. Tahun 2022.
- [18] L. C. Dago, E. Kurniawan, W. Prihati. "Monitoring Sistem Baterai Aluminium-Udara", e-Proceeding of Engineering : Vol.11, No.5 Oktober 2024.