

IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* DALAM RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PADA *SOLAR CELL* BERBASIS *WEB*

Mochammad Toriq Setiawan¹, Istiyo Winarno², Belly Yan Dewantara³

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya, Indonesia

E-mail: muhammadtoriksetiawan@gmail.com

Abstrak— Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi Matahari (cahaya) diubah menjadi listrik. Pembangkit listrik dapat digunakan Penggunaan fotovoltaik juga bisa disebut sel surya. Dalam penelitian Merancang prototipe dengan fungsi pengukuran watt-hour meter menggunakan ESP8266 Dan dilengkapi modul monitoring jarak jauh melalui teknologi website. Berdasarkan hasil penelitian, pengujian dari baterai - beban rata - rata nilai error pada pembacaan sebesar 0.61% pembacaan tegangan sedangkan pada pembacaan arus memiliki error sebesar 1.22%. kemudian pengujian prototipe pada *solar cell* dapat diamati melalui *website* selama ± 1 jam. Hasil yang didapatkan selama pengujian *Error percent* yang dihasilkan selama pemantauan pada *solar cell* menghasilkan rata-rata *error* 0,42% pada sisi tegangan, arus sebesar 5,4% dan daya sebesar 5,8 dengan demikian karakteristik dari kedua pengukuran dapat di anggap memenuhi syarat dengan standar IEC no. 13B-23 sebagai pembandingan dalam sebuah penelitian.

Kata kunci : *monitoring, solar modul, modul ESP8266, sensor*

Abstract— A solar power plant is a power plant that converts solar energy (light) into electricity. Power generation can be used. The use of photovoltaic can also be called solar cells. In this research, designing a prototype with a watt-hour meter measurement function using the ESP8266 and equipped with a remote monitoring module through website technology. Based on the results of the research, the test of the battery - the average load of the error value on the reading is 0.61% of the voltage reading, while the current reading has an error of 1.22%. Then the prototype testing on the solar cell can be observed through the website for ± 1 hour. The results obtained during testing the error percent generated during monitoring on the solar cell produce an average error of 0.42% in terms of voltage, current of 5.4% and power of 5.8%, thus the characteristics of the two measurements can be considered to meet the requirements. with IEC standard no. 13B-23 as a comparison in a study.

Keyword: *monitoring, solar modul, modul ESP8266, sensor*

I. PENDAHULUAN

Di era teknologi seperti saat ini, kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap energi listrik sangatlah tinggi. Hal ini dikarenakan adanya pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Hampir semua aktivitas masyarakat Indonesia menggunakan energi listrik. Saat ini, sekitar 80% dari energi kita dari bahan bakar fosil yang menghasilkan polutan dan gas rumah kaca ketika dikonversikan ke dalam energi listrik. Sumber energi terbarukan seperti surya, air dan biomassa menjadi solusi karena ketersediaan yang melimpah, gratis, dan ramah lingkungan. Dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lain, energi surya memiliki banyak kelebihan seperti kebersiha, keamanan dan tidak menghasilkan polusi [1]. Melimpahnya sumber energi matahari di Indonesia perlu dimanfaatkan untuk kepentingan elektrifikasi agar tidak bergantung dengan energi dari fosil yang lama kelamaan akan habis. Alternatif untuk menggantikan energi fosil yaitu dengan

energi terbarukan yaitu energi dari sumber matahari. Saat ini energi listrik dapat dikatakan menjadi kebutuhan primer masyarakat Indonesia. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber pembangkit listrik memiliki potensi yang sangat besar karena letak Indonesia yang berada di daerah tropis, yang dilewati oleh garis khatulistiwa dimana matahari bersinar sepanjang waktu. Untuk memanfaatkan potensi energi matahari sebagai sumber energi listrik diperlukan sel surya sebagai peranti untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. (Soedjarwanto, 2019). Dalam upaya pemanfaatan sumber energi matahari ini dibutuhkan suatu penerapan teknologi fotovoltaik untuk memenuhi kebutuhan manusia. Perkembangan teknologi PV terus mengalami kemajuan, namun tidak untuk teknologi optimasi, monitoring serta managementnya. Monitoring secara berkala sangat diperlukan untuk mengetahui performansi dari PLTS dari waktu ke waktu, mengingat efisiensi PV dipengaruhi oleh irradiance matahari dan kondisi dari PLTS itu sendiri. Optimasi pada PLTS dapat dilakukan dengan mengevaluasi performa parameter-parameter dari PV, seperti *Voc*, *Isc* dan *max power*nya [2]. Sebuah PLTS dirancang untuk pemakaian waktu yang lama karena memang investasi untuk itu tidak murah, oleh karena itu penting untuk mengetahui karakteristik dari PLTS untuk merencanakan tindakan preventif agar PLTS tetap bekerja secara optimal. Adapun penelitian sebelumnya oleh Lia Natasari mengembangkan *metode perturb and observe* dengan sistem *tracking* panel surya *single axis* sebagai kontrol penjejak matahari dan mampu menghasilkan efisiensi sebesar 86,5% [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Lia Natasari sebatas pengoptimalan daya yang dihasilkan dan tidak dilengkapi dengan sistem monitoring. Pentingnya sebuah monitoring menimbulkan banyak gagasan untuk membuat proses monitoring menjadi lebih mudah, murah dan tidak membuang banyak waktu. Salah satunya dengan merancang sebuah sistem akuisisi data untuk melacak arus dan tegangan serta karakteristik selama pengoperasian. Pembacaan pengukuran yang cepat membuat pengukuran bisa sangat akurat. Sistem ini dapat menampilkan data dari sebuah PLTS pada sebuah *display* dengan menggunakan mikrokontroler yang terkoneksi dengan *Wi-fi* dan dapat dipantau secara *real time* dengan mudah menggunakan *smartphone* atau *leptop*.

II. STUDI PUSTAKA

A. *Energy photovoltaic (solar module)*

Sel surya atau sel photovoltaic merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik. Pada dasarnya sel tersebut berjenis diode yang tersusun atas P-N junction. Sel surya photovoltaic yang dibuat dari bahan semi konduktor dan diproses sedemikian rupa dapat menghasilkan listrik arus searah (DC). Dalam penggunaannya, sel-sel surya itu dihubungkan satu sama lain, parallel atau seri,

tergantung dari penggunaannya, guna menghasilkan daya dengan kombinasi tegangan dan arus yang dikehendaki. Daya yang dikeluarkan photovoltaic sangat terpengaruh oleh temperature. Kenaikan temperature pada photovoltaic dapat menyebabkan penurunan rating photovoltaic, atau yang bisa disebut derating. Derating mengurangi daya output yang seharusnya dikeluarkan photovoltaic.[3]

B. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah alat yang digunakan untuk penguat tegangan yang dihasilkan dari solar cell panel menjadi stabil, selain sebagai penguat tegangan solar charge controller juga mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging dan kelebihan voltase dari solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. [4]

C. Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi.[6]

D. Module ESP8266

ESP8266 adalah sebuah embedded chip yang di desain untuk komunikasi berbasis *wifi*. Chip ini memiliki output serial TTL dan GPIO. ESP8266 dapat digunakan secara sendiri (Standalone) maupun digabungkan dengan pengendali lainnya seperti mikrokontroler. ESP8266 memiliki kemampuan untuk networking yang lengkap dan menyatu baik sebagai client maupun sebagai Access Point. Firmware yang dimiliki ESP8266 begitu banyak, dapat juga sebuah chip ESP8266 diprogram dengan tujuan khusus sesuai dengan kebutuhan sebagai contoh kemampuan untuk berkomunikasi dengan *web* yang menggunakan port HTTPS.[7]

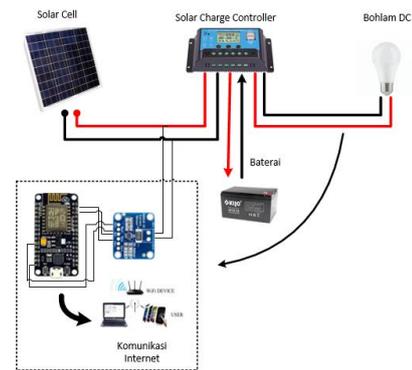
E. Sensor INA219

INA219 merupakan modul sensor yang dapat memonitoring tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA219 didukung dengan interface I2C atau SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program times dan filtering. INA219 memiliki sebuah amplifier input maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. [8]

III. METODE

Pada penelitian ini akan dibuat alat "Implementasi IoT dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Solar Cell Berbasis Web. Perancangan alat ini nantinya akan terbagi menjadi dua tahapan yaitu, perangkat keras (*Hardware*) sebagai media alat pengukuran dan perangkat lunak (*Software*) meliputi

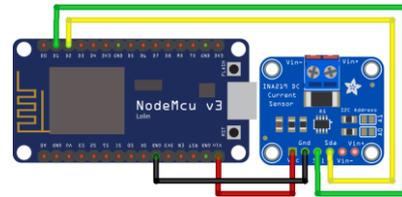
perancangan pemrograman Arduino untuk pembacaan sensor arus dan sensor tegangan serta media komunikasi modul ESP8266.



Gambar 1. Diagram Fungsional Sistem

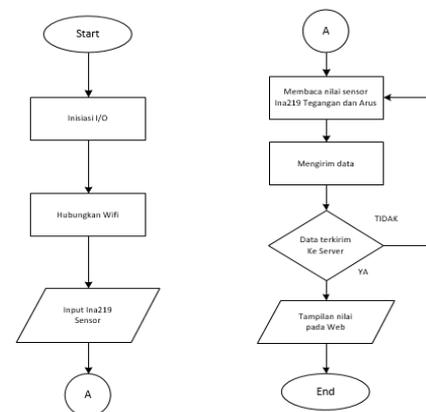
A. Perancangan ESP8266 dan INA219

Perancangan ESP8266 secara fungsi menyerupai dengan platform modul Arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk "Connect to Internet".



Gambar 2. Perancangan ESP8266 dan INA219

B. Flowchart Pemrograman



Gambar 3. Flowchart Pemrograman

Pada program untuk pengiriman data ke ESP8266 dalam interval detik. Ketika alat dinyalakan maka komunikasi (*Wi-Fi*) akan otomatis aktif, selain itu sensor akan mulai membaca terus menerus. Ketika data diterima oleh modul ESP8266 maka akan langsung diupload ke *website* sesuai *time delay* yang telah di set. Setelah data diunggah ke *web*, maka data akan tertampil pada *web thinger.io*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dan analisis serta pemantauan secara online berdasarkan desain sistem yang dirancang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan, arus, daya dan energi yang dibangkitkan oleh modul *solar cell*. Panel surya menangkap cahaya matahari, kemudian mengubahnya menjadi energi listrik, kemudian menyimpannya dalam baterai, energi listrik yang diperoleh dari panel surya harus melalui SCC terlebih dahulu. SCC didesain untuk mengatur arus yang masuk ke baterai agar baterai tidak cepat rusak.

A. Pengujian Sensor Ina219

Pengujian sensor Ina219 serta pengambilan data nilai arus, tegangan akan dilakukan dengan menggunakan sensor INA219. dalam pengkalibrasian ini sensor ina219 akan dikalibrasi hasil keluaran tegangan dan arus dan akan dibandingkan dengan alat ukur multimeter digital sumber input arus dan tegangan berasal dari baterai VRLA. sensor ina219 dapat mengukur nilai tegangan 0-26 V dan arus sampai 3.2 ampere



Gambar 4. Kalibrasi Sensor

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Baterai – Beban

| Variasi beban | Parameter | Multimeter Digital | Wireless Monitoring | Error (%) |
|---------------|-----------|-----------------------|---------------------|-----------|
| 0W | V | 13,4 | 13,4 | 0 |
| | A | 0 | 0 | 0 |
| 5W | V | 13,1 | 13,02 | 0,6 |
| | A | 597 | 0,53 | 1,2 |
| 7W | V | 12,95 | 13,05 | 0,7 |
| | A | 799 | 0,7 | 2,3 |
| 10W | V | 12,79 | 12,93 | 1,0 |
| | A | 1095 | 0,97 | 1,4 |
| | V | Rata - Rata Error (%) | | 0,6 |
| | A | Rata - Rata Error (%) | | 1,2 |

Hasil dari pengujian pada tabel 1 dengan kondisi diberi variasi beban menunjukkan bahwa nilai error pada pembacaan sensor ina219 dan alat ukur multimeter digital. Dimana perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan sensitivitas pembacaan antara sensor dan alat ukur multimeter. Galat yang pada sensor ina219 ditunjukkan rata – rata sebesar 1.22% untuk arus. Sedangkan pada sisi tegangan galat yang ditunjukkan sebesar 0.61%. ini menunjukkan pembacaan sensor ina219 dapat dikatakan cukup baik.

$$Error = \left| \frac{\text{Hasil Alat Ukur} - \text{Tampilan Pembacaan Wireless}}{\text{Hasil Alat Ukur}} \right| \times 100\% \quad (1)$$



Gambar 5. Kondisi Variasi Beban

B. Pengujian Wireless (WiFi)

Pengujian meliputi pengujian koneksi dan pengujian pengiriman data WiFi. Pengujian koneksi dilakukan untuk melihat WiFi dapat terhubung dengan komputer atau tidak. pada kotak dialog kita pilih WiFi yang akan digunakan kemudian klik pada tombol connect dan tunggu hingga status WiFi berubah menjadi *connected* yang menandakan computer sudah terhubung ke WiFi.



Gambar 6. Koneksi WiFi

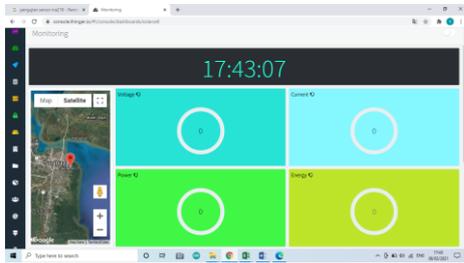
C. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini merupakan tahapan akhir setelah dilakukan beberapa pengujian sebelumnya dan selanjutnya akan dilakukan analisa pada output solar cell yang menuju solar charge controller dengan sistem yang telah dibuat.



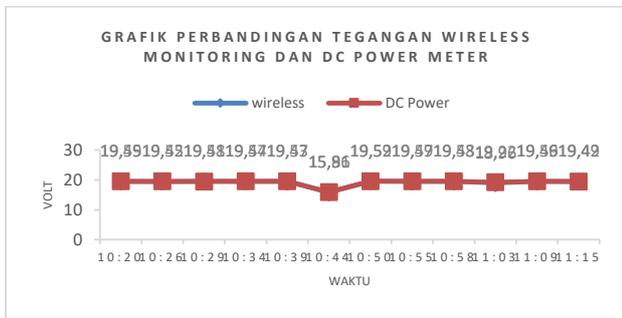
Gambar 7. Keseluruhan Sistem

Tampilan monitoring pada penelitian ini memonitoring tegangan dan arus serta daya dan energy. Untuk menuju ke tampilan monitoring ini maka user harus membuka link dengan mengetikkan Thing.io terlebih dahulu. Setelah berhasil masuk, maka selanjutnya yaitu muncul tampilan monitoring tegangan, arus, daya, dan energy yang dimana ini merupakan tampilan utama.



Gambar 8. Tampilan Monitoring

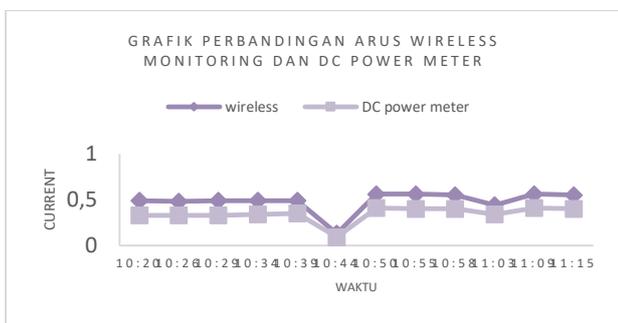
D. Hasil Pengujian Tegangan Solar Cell



Gambar 9. Grafik Pengujian Tegangan Solar Cell

Data pengukuran dilakukan dalam waktu yang bersamaan dengan rentan waktu per 5 menit untuk sampling data. Dari grafik dapat dilihat output tegangan solar cell terlihat stabil pada 19 V. hasil pengujian mempunyai persamaan nilai yang hampir sama dalam setiap waktu dimulai pada pukul 10.20 WIB sampai pukul 11.15 WIB. grafik pembacaan tegangan dari kedua parameter memiliki rata-rata nilai *error* sebesar 0,42 %.

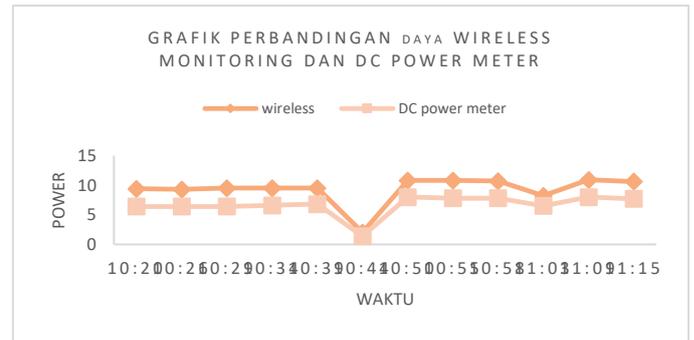
E. Hasil Pengujian Arus Solar Cell



Gambar 10. Grafik Pengujian Arus Solar Cell

Hasil pengujian mempunyai persamaan nilai yang hampir sama dalam setiap waktu dimulai pada pukul 10.20 WIB sampai pukul 11.15 WIB. Nilai arus yang diperoleh terdapat pada pukul 10.50 dan arus terkecil pada pukul 10.44 hal ini dikarenakan pada waktu tersebut solar panel tidak terhalang oleh awan mendung dan pada pukul 10.44 panel surya terhalang oleh awan mendung selama beberapa menit yang sehingga output pembacaan yang dihasilkan pada waktu tersebut sebesar 0.09A. grafik pembacaan arus dari kedua parameter memiliki rata-rata nilai *error* sebesar 5.4%.

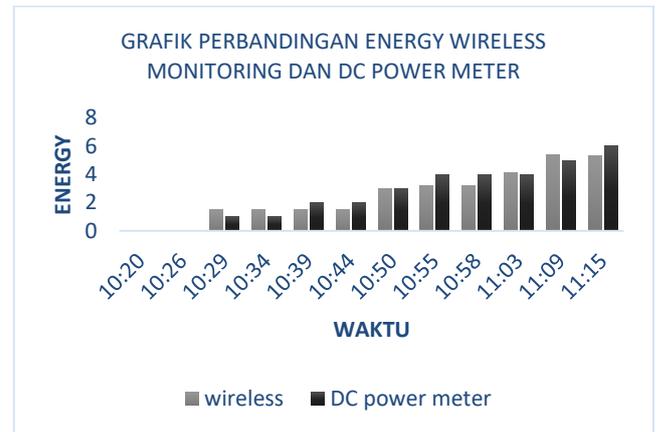
F. Hasil Pengujian Daya Solar Cell



Gambar 11. Grafik Pengujian Daya Solar Cell

Hasil pengujian mempunyai persamaan nilai yang hampir sama dalam setiap waktu dimulai pada pukul 10.20 WIB sampai pukul 11.15 WIB. untuk pembacaan perbandingan antara wireless monitoring dan DC power meter memiliki nilai rata-rata *error* sebesar 5.8%. Karena hasil satuan pada daya adalah konversi dari nilai tegangan dan arus.

G. Hasil Pengujian Energy Solar Cell



Dari grafik dapat dilihat output energy yang dihasilkan solar cell sebesar 6 Wh pada DC power meter sedangkan pada wireless monitor sebesar 5 Wh. untuk pembacaan perbandingan antara wireless monitoring dan DC power meter memiliki nilai rata-rata *error* sebesar 0.3%

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dikerjakan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai persentase error untuk penggunaan sensor ina219 pembacaan nilai tegangan ± 12 V rata-rata sebesar 0.61%. sedangkan *error* dari pembacaan arus rata-rata sebesar 1.22%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor ina219 dapat dikatakan cukup baik.
2. Sensor Ina219 terhubung dengan nodemcu menggunakan *WiFi* dapat mengirimkan data berupa nilai tegangan dan arus yang diukur ke komputer.
3. Sistem monitoring mampu mengukur menampilkan data keluaran solar cell pada tampilan web melalui komputer dengan panel berkapasitas 50 wp.
4. *Error percent* yang dihasilkan selama pemantauan pada *solar cell* menghasilkan rata-rata *error* 0,42% pada sisi tegangan, arus sebesar 5,4% dan daya sebesar 5,8% dengan demikian karakteristik dari kedua pengukuran dapat di anggap memenuhi syarat dengan standar IEC no. 13B-23 sebagai pembanding dalam sebuah penelitian.

VI. REFERENSI

- [1] Chamdareno, P. G. and Isyanto, H. (2017) 'Studi Eksperimen Terhadap Panel Surya Dan Inverter', (November), pp. 1–2.
- [2] Performansi, A. and Monitoring, D. A. N. (2017) 'PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA FTI-ITS'.
- [3] Soedjarwanto, N., Jauhari, V. and Pustaka, A. S. (no date) 'Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan', 03, pp. 120–123.
- [4] Syahab, A. S., Romadhon, H. C. and Hakim, M. L. (2019) 'Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Berbasis Internet of Things', *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2), pp. 21–29. doi: 10.36754/jmkg.v6i2.120.
- [5] Winarno, I. and Natasari, L. (2017) 'Maximum Power Point Tracker (MPPT) Berdasarkan Metode Perturb and Observe Dengan Sistem Tracking Panel Surya Single Axis', *Umj*, (November), pp. 1–9.
- [6] Dede Pramana, D. G., Arta Wijaya, I. W. and Arsa Suyadnya, I. M. (2018) 'Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 328', *Jurnal SPEKTRUM*, 4(2), p. 89. doi: 10.24843/spektrum.2017.v04.i02.p12.
- [7] Potensi, A., Sinar, E. and Dan, M. (2018) 'Jurnal Ilmiah Setrum', 7(2), pp. 296–304.
- [8] Rokhman, T. and Sofwan, A. (2018) 'HYBRID MIKRO HIDRO DAN SEL SURYA SEBAGAI MEDIA', 2(1), pp. 1–9.
- [9] Siregar, R. R. A., Wardana, N. and Luqman (2017) 'Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno', *JETri Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 14(2), pp. 81–100.