



Tinjauan dan Implementasi Sistem Monitoring Solar Cell Berbasis Solar Tracking di Lingkungan Universitas Panca Marga

Abdur Rahman¹, *Mas Ahmad Baihaqi², Ahmad Izzuddin³ Indro Wicaksono⁴, Imam Marzuki⁵, Hartawan Abdillah⁶

¹⁻⁶Elektro, Teknik, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos 67271

* baihaqi@upm.ac.id

ABSTRAK

Matahari merupakan salah satu bintang yang memberikan banyak manfaat bagi kelangsungan makhluk hidup, termasuk sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu pemanfaatan energi matahari adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan solar cell. Namun, kebanyakan solar cell yang digunakan saat ini bersifat statis, sehingga menyebabkan penyerapan energi matahari menjadi kurang optimal. Untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi, diperlukan sistem mekanis yang dapat menggerakkan posisi solar cell agar selalu mengikuti arah pergerakan matahari, yang dikenal sebagai solar tracking. Pada penelitian ini, telah dirancang dan diimplementasikan sistem solar tracking berbasis Arduino Uno untuk mengoptimalkan kinerja solar cell. Sistem ini menggunakan sensor Light Dependent Resistor (LDR) dan Modul INA219 untuk memantau tegangan dan arus keluaran dari solar cell. Data yang diperoleh kemudian diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk diproses dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik pada aplikasi PLX-DAQ. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa dengan penerapan solar tracking, keluaran solar cell mengalami peningkatan, mencapai tegangan sebesar 19.87 V, arus 0.37 A, dan daya sebesar 7.35 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa solar tracking mampu meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan oleh solar cell, dan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan pemanfaatan energi matahari secara lebih optimal. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi energi terbarukan dan sistem pemantauan yang lebih efektif.

Kata Kunci : Pelacakan Surya, Energi Terbarukan, Sel Surya, Pemantauan Tegangan, Pemantauan Arus

ABSTRACT

The sun is one of the stars that provides numerous benefits for the sustainability of living organisms, including being a source of renewable energy. One of the applications of solar energy is its conversion into electrical energy using solar cells. However, most currently used solar cells are static, leading to suboptimal solar energy absorption. To enhance energy absorption efficiency, a mechanical system capable of tracking the sun's movement, known as solar tracking, is required. This research presents the design and implementation of an Arduino Uno-based solar tracking system to optimize the performance of solar cells. The system utilizes a Light Dependent Resistor (LDR) sensor and an INA219 module to monitor the voltage and current output of the 20 WP solar cell. The obtained data is processed by the Arduino Uno microcontroller and displayed in tabular and graphical forms using the PLX-DAQ application. Experimental results show that the implementation of solar tracking improves the solar cell's output, achieving a voltage of 19.87 V, a current of 0.37 A, and a power output of 7.35 Watts. These findings demonstrate that solar tracking enhances the energy efficiency of solar cells, providing a viable solution for harnessing solar energy more optimally. The research contributes to the advancement of renewable energy technology and more effective monitoring systems.

Keywords: Solar Tracking, Renewable Energy, Solar Cell, Voltage Monitoring, Current Monitoring.

Submitted : *Revision :* *Accepted :*

PENDAHULUAN

Matahari merupakan salah satu bintang yang mempunyai berbagai macam manfaat bagi kelangsungan seluruh makhluk hidup yang ada di bumi. Di Indonesia sendiri pemanfaatan matahari sebagai sumber energi belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal letak Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa sangat berpotensi untuk mengeksplorasi cahaya matahari menjadi sumber energi. Intensitas energi radiasi matahari yang jatuh di Indonesia rata-rata sebesar 4,5 kWh/m² perhari. Dalam bidang energi, salah satu yang dapat dimanfaatkan dari intensitas cahaya matahari yang tinggi di Indonesia ini adalah dengan memaksimalkan alat pengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik yang disebut dengan panel surya. Besar daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh beberapa kondisi lingkungan dimana sebuah panel surya ditempatkan seperti suhu, intensitas cahaya matahari, arah datangnya sinar matahari dan spektrum cahaya matahari. Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah setiap waktu menyebabkan daya keluaran panel surya juga ikut berfluktuasi.

Sel surya sendiri adalah sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek photovoltaic. Energi surya photovoltaic adalah teknologi-teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan energi matahari menjadi arus searah dengan piranti semikonduktor yang disebut sebagai panel surya. Pada umumnya penggunaan solar cell yang terpasang kebanyakan masih bersifat statis atau diam. Hal ini menyebabkan penerimaan pada matahari tidak optimal, untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan optimal maka solar cell harus mengikuti arah sinar matahari. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh solar cell, maka semakin besar daya yang dihasilkan, oleh karena itu perlu dibuat suatu sistem yang dapat membuat solar cell selalu mengikuti arah pergerakan pada matahari yaitu dengan solar tracking system.

Penelitian mengenai sistem monitoring pada solar cell sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Pertama, Welly Yandi membuat sebuah Prototype Data Logging Monitoring System Untuk Konversi Energi Panel Surya Polycrystalline 100 Wp Berbasis Arduino Uno. Kedua, Kodrat Wirawan Fauzi. Dkk Membuat sebuah penelitian yang berjudul Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System untuk meningkatkan efisiensi panel surya menggunakan arduino uno. Ketiga, Jefri Lianda. Dkk Sistem Monitoring Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino Uno

Terdapat beberapa kelebihan pada penelitian yang dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu, seperti Welly Yandi hasil dari pemantauan keluaran solar cell tegangan dan arus berdasarkan waktu dan suhu yang disimpan pada SD Card akan diubah menggunakan aplikasi PLX-DAX agar dapat dibaca dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Kedua, Kodrat Wirawan Fauzi. Dkk merancang sistem mekanis yang dapat menggerakkan posisi solar cell agar selalu mengikuti arah pergerakan matahari yang disebut Solar Tracking System. Ketiga, Jefri Lianda. Dkk Data yang dimonitoring pada serial monitor pada aplikasi arduino.

Berdasarkan penelitian terdahulu terdapat beberapa kekurangan, pada penelitian Kodrat Wirawan Fauzi. Dkk Tidak memiliki sistem monitoring untuk konversi energi yang dihasilkan solar cell. Dan pada penelitian Welly Yandi solar cell yang digunakan bersifat statis dan tidak efisien dalam penerimaan energi matahari.

Dari beberapa penelitian mengenai sistem monitoring pada solar cell menggunakan arduino terdahulu memiliki beberapa permasalahan, terdapat penggunaan metode tracking tidak memakai sistem monitoring sehingga energi yang dihasilkan tidak dapat dipantau oleh pengguna, serta tidak ada proteksi pada sisi pengisian sehingga pemakaian baterai melebihi kapasitas dapat memperpendek usia

baterai, penelitian yang diusulkan adalah penggunaan metode tracking pada solar cell yang memiliki sistem monitoring sehingga dapat memantau energi yang dihasilkan oleh solar cell. Dan memiliki sistem proteksi pada sisi pengisian sehingga baterai yang digunakan bisa lebih panjang umur pemakaiannya.

Berdasarkan uraian-uraian latar belakang diatas maka penulis mengangkat suatu judul penelitian “Tinjauan dan Implementasi Sistem Monitoring Solar Cell Berbasis Solar Tracking di Lingkungan Universitas Panca Marga”.

METODOLOGI

Studi Literatur

Dilakukan dengan cara mencari informasi dari jurnal, buku, situs internet sebagai rujukan. Penulis mengumpulkan data yang akan dijadikan bahan dalam pembuatan sistem yang akan dibangun selanjutnya. Seperti penggunaan Arduino Uno, penggunaan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), dan modul INA219 sebagai pengukur tegangan atau keluaran dari solar cell, dimana data tersebut akan diolah dan diproses untuk penelitian yang akan dilakukan.

b. Observasi

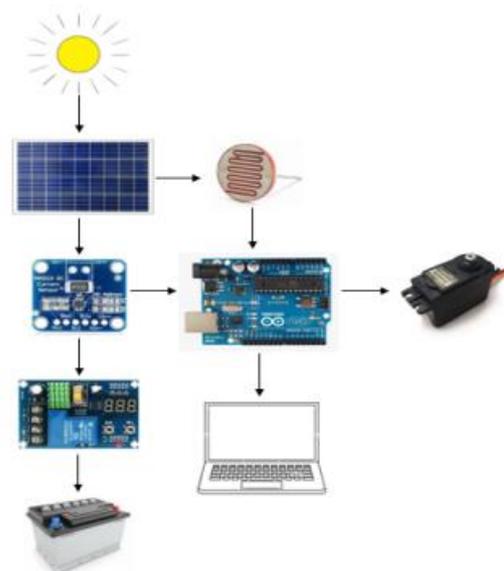
Observasi dilakukan dengan cara mengamati dan meneliti perkembangan saat ini, seperti dalam penggunaan solar cell untuk penerangan jalan masih bersifat statis. Maka penulis akan membuat alat seperti sistem tracking yaitu solar cell yang dapat mengikuti arah sinar matahari.

Perancangan Sistem

Dalam menghasilkan energi terbarukan dari cahaya matahari menggunakan solar cell yang bertujuan untuk penyerapan energi listrik dari cahaya matahari. Kemudian, penggunaan solar cell yang bersifat statis masih belum optimal dalam penyerapan sinar matahari, maka diperlukan adanya solar tracking supaya lebih optimal dalam penggunaan solar cell yang mengikuti arah sinar matahari. Pertama sensor LDR akan mendeteksi posisi matahari setelah itu sensor LDR akan memberikan sinyal pada

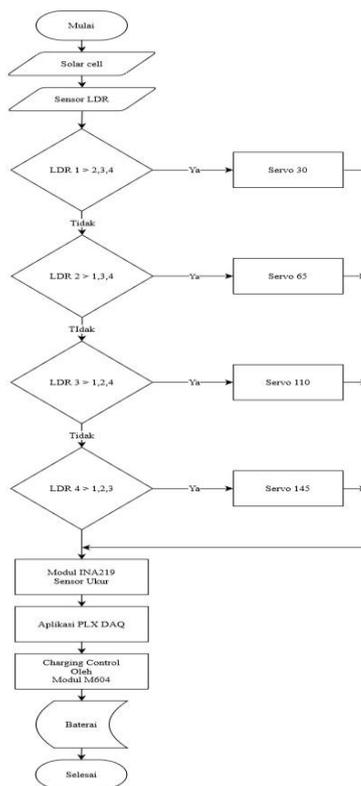
arduino uno untuk mengolah data dari sensor LDR.

Data tersebut akan digunakan untuk memberikan intruksi pada motor supaya bergerak sesuai posisi sensor LDR yang mendeteksi sinar matahari pergerakan motor. Sehingga solar cell berada tegak lurus dengan matahari demikian maka diperoleh energi yang maksimal. daya yang dihasilkan akan dibaca oleh modul INA219. Modul INA219 akan mengirim data ke arduino untuk menyimpan data besaran arus dan tegangan dalam interval waktu yang telah ditentukan. Data ini bisa dilihat di PC yang telah terhubung dengan arduino, data ini kemudian kembali dimasukkan ke dalam program PLX DAX untuk diolah menjadi grafik monitoring yang dibutuhkan. Solar cell yang menggunakan solar tracking akan mengisi battrey, pengisian pada battrey akan dikontrol dengan menggunakan modul XH M604. Battrey digunakan untuk menyimpan daya bangkitan solar cell. Dan modul XH M604 terdapat adanya relay sebagai pemutus otomatis ketika pengisian battrey telah terisi penuh, apabila battrey dayanya kurang maka modul XH M604 akan melakukan pengisian kembali.



Gambar 1: Diagram Alat

Flowchart Sistem



Gambar 2 Flowchart Sistem

Flowchart diatas menjelaskan sebuah proses kerja dari sistem monitoring solar cell berbasis solar tracking dan sistem proteksi pada penyimpanan energi listrik yang dimulai dengan solar cell mendapatkan cahaya matahari untuk menjadikan energi listrik, pada penggunaan sensor LDR pada solar cell untuk mendeteksi cahaya matahari, dengan menggunakan 4 sensor LDR yaitu sensor LDR1 pada 30 derajat, pada sensor LDR2 pada 65 derajat, sedangkan sensor LDR3 pada 110 derajat, dan sensor LDR4 pada 145 derajat. Apakah sensor LDR dapat membaca cahaya matahari, jika sensor LDR dapat membaca cahaya tersebut dengan benar maka sensor LDR akan mengirim data pada arduino untuk menggerakkan motor servo supaya sesuai arah cahaya matahari yang optimal. Namun jika sensor tidak membaca cahaya matahari yang intensitasnya besar maka solar cell akan tetap diam dengan cahaya matahari yang kurang optimal. Dengan adanya solar tracking dapat membantu pengoptimalan mendapatkan cahaya

matahari yang intensitas paling besar. Dari penggunaan solar tracking dapat diketahui keluaran energi yang dihasilkan melalui Sensor ukur Modul INA219 yang akan mengirimkan data pada arduino untuk menampilkan data pada aplikasi PLX DAX yang berbentuk tabel dan grafik secara realtime. Energi yang dihasilkan oleh solar cell yang menggunakan solar tracking akan disimpan pada baterai dengan menggunakan modul XH M604 yang bertujuan untuk charging sekaligus sebagai proteksi ketika baterai full modul XH M604 akan memutus energi yang dihasilkan, apabila baterai kekurangan daya maka modul XH M604 akan mengisi energi kembali

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pengujian dilakukan untuk menentukan hasil dari pengujian terhadap penyusunan komponen *input* dan *output* yang akan digunakan Pada penelitian ini. Dan melakukan pengujian dari setiap komponen yang terpasang pada kerangka *solar cell* yang menggunakan sistem *tracking* dan sistem proteksi pada penyimpanan energi listrik.

Pengujian Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

Pengujian Sensor LDR dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut dalam menangkap intensitas cahaya matahari. Hasil data dari sensor akan digunakan Arduino Uno untuk menggerakkan motor servo sesuai dengan nilai terbesar yang ditangkap oleh sensor LDR, sensor yang akan digunakan dalam pengujian berjumlah 4 buah yang diletakkan pada sudut yang telah ditentukan yaitu 30, 65, 110 dan 145 derajat. Untuk hasil cahaya yang ditangkap oleh sensor dapan dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Data Pengujian

No	Sensor (1)	Sensor (2)	Sensor (3)	Sensor (4)	Sudut (°)
1	786	0	0	0	30°
2	0	852	0	0	65°
3	0	0	876	0	110°
4	0	0	0	542	145°

Pengujian Modul INA219

Pengujian Modul INA219 ini dilakukan untuk mengetahui apakah modul tersebut dapat berfungsi dengan baik. Proses pengujian dilakukan dengan cara membandingkan dengan nilai yang dibaca oleh modul INA219 dibandingkan dengan perhitungan alat ukur multimeter untuk parameter yang diukur adalah tegangan (V), daya (P) dan Arus (I) pada solar cell. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Pengujian Modul INA219

No.	Multimeter Digital		Modul INA219		Error	
	Volt	Ampere	Volt	Ampere	Volt	Ampere
1.	20,00	0,3	19,88	0,3	0,6	0
2.	19,00	0,1	19,00	0,1	0	0
3.	20,02	0,4	19,88	0,3	0,7	0,3
4.	20,00	0,3	19,88	0,4	0,6	0,3
5.	19,60	0,4	18,88	0,3	0,4	0,3
Rata-Rata Error (%)					0,46	0,18

Dari tabel diatas dapat kita lihat hasil pengujian Modul INA219, antara perhitungan dengan multimeter dengan modul INA219 errornya terbaca 0,46% untuk tegangan dan untuk arus 0,18% karena disetiap modul elektronika memiliki tingkat *error* tersendiri sehingga perbedaan antara nilai perhitungan dengan modul.

Pengujian Solar Cell Menggunakan Solar Tracking

Pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah *solar cell* dapat bergerak mengikuti cahaya matahari. Untuk melakukan pengujian hal tersebut, *solar cell* yang menggunakan *solar tracking* diletakkan pada halaman depan rumah. Pengujian dilakukan dari pagi jam 07:00 hingga sore hari jam 16:00 WIB, waktu tersebut merupakan efisiensi kerja penyinaran matahari. Pada pagi hari pukul 07:00-08:30 WIB, posisi *solar cell* berada pada kemiringan sudut 30 derajat dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Posisi Solar Cell pada Pagi Hari

Pada siang hari yang pertama yaitu pada pukul 09:00-11:00 WIB. Posisi *solar cell* berada pada sudut 65 derajat dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 Posisi Solar Cell pada Siang Hari

Dan pada siang hari yang kedua pukul 12:30-14:30 WIB. Posisi *solar cell* berada pada kemiringan sudut 110 derajat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar ini.



Gambar 5 Posisi Solar Cell pada Siang Hari

Pada sore hari pukul 15:00-16:00 WIB. Posisi *solar cell* berada pada kemiringan sudut 145 derajat. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar ini.



Posisi Solar Cell pada Sore Hari

Pengujian Solar Cell Menggunakan Solar Tracking				
No.	Jam	V (Volt)	I (Arus)	P (Daya)
1.	07:00	19,85	0,2	6
2.	07:30	19,85	0,3	6
3.	08:00	19,84	0,3	4
4.	08:30	19,85	0,3	10
5.	09:00	19,84	0,3	6
6.	09:30	19,86	0,3	4
7.	10:00	19,00	0,2	6
8.	10:30	19,88	0,4	6
9.	11:00	20,02	0,4	10
10.	11:30	20,02	0,5	9
11.	12:00	20,02	0,5	10
12.	12:30	20,02	0,5	8
13.	13:00	20,01	0,4	10
14.	13:30	20,02	0,6	10
15.	14:00	19,99	0,5	10
16.	14:30	19,99	0,3	6
17.	15:00	19,99	0,4	6
18.	15:30	19,85	0,3	4
19.	16:00	19,85	0,3	4
Rata-Rata		19,87 V	0,37 A	7,35 Watt

Perhitungan

Dari data yang sudah didapatkan dari hasil pengujian, maka dapat dilakukan perhitungan daya dan perbedaan pada daya listrik yang dihasilkan oleh solar cell yang menggunakan solar tracking dengan solar cell tanpa menggunakan solar tracking. Perhitungan daya yang dihasilkan yaitu:

Solar cell menggunakan solar tracking

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \\
 &= 19,87 \times 0,37 \\
 &= 7,3519 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang diajukan maka diambil kesimpulan bahwa:

1. Sistem monitoring solar cell berbasis solar tracking dengan menggunakan sensor LDR (Light Dependent Resistor) sebagai

pendeteksi cahaya matahari dengan intensitas yang lebih besar sehingga dapat menggerakkan solar cell sesuai arah sinar matahari dan didukung oleh sensor INA219 untuk membaca keluaran yang dihasilkan oleh solar cell.

2. Dari hasil pengujian solar cell dengan menggunakan solar tracking penyerapan cahaya matahari lebih optimal dibandingkan tanpa menggunakan solar tracking (diam). Daya yang dihasilkan rata-rata sebesar 7,35 Watt, dari sebelumnya tanpa menggunakan solar tracking rata-rata sebesar 6 Watt. Pengukuran tersebut sama-sama menggunakan Modul INA219 jadi hasil akan dikurangi dengan daya sistem yaitu 2,5 Watt. Energi yang dihasilkan akan ditampilkan pada aplikasi PLX DAQ secara langsung dan real time. Serta pada sisi pengisian baterai terdapat sistem proteksi sebagai pengaman dan dapat memperpanjang pemakaiannya.

Saran

Dalam penelitian yang dilakukan tidak lepas dari kekurangan serta kelemahan, oleh sebab itu mengembangkan sistem ini selanjutnya perlu perhatian sebagai berikut:

1. Penambahan level monitoring pada aplikasi agar pengguna dapat memantau keadaan perangkat dari jarak jauh.
2. Untuk pengaplikasian dalam dunia perindustrian sebaiknya solar cell diperbesar agar energi yang dihasilkan lebih banyak.
3. Motor servo yang digunakan dalam sistem penggerak solar cell seharusnya dapat mengimbangi beban berat dari papan solar cell, agar motor servo dapat bekerja tidak terlalu berat mengikuti arah pergerakan sinar matahari.

DAFTAR PUSTAKA

Albet, Muhammad, Prama Wira Ginta, and Aji Sudarsono. 2014. "Pembuatan Jendela Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya." *Jurnal Media Infotama* 10(1):8–15.

- Azis, Abdul, and Irine Katika Febrianti. 2019. "Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang." *Jurnal Ampere* 4(2):332. doi: 10.31851/ampere.v4i2.3468.
- Chamim, Anna Nur Nazilah. 2010. "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi." *Jurnal Informatika* 4:430–39.
- Fauzi, Kodrat Wirawan, Teguh Arfianto, and Nandang Taryana. 2018. "Perancangan Dan Realisasi Solar Tracking System Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno." *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol* 4(1):63–74. doi: 10.15575/telka.v4n1.63-74.
- Kristiawan, H., I. N. S. Kumara, and I. A. D. Giriantari. 2019. "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah Di Kota Denpasar." *Jurnal SPEKTRUM* 6(4):66–70.
- Lianda, Jefri, Johny Custer, and Adam. 2016. "Sistem Monitoring Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino Uno." *Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Premium Dan Gas Terhadap Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Genset Daito 1500 Watt* 270–76.
- Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza. 2021. "Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP." 3(2):46–55.
- Purwoto, Bambang Hari. 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif." *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18(01):10–14. doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- Rif'an, M, et al. 2012. "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari." 6(1):44–48.
- Rusmida. 2015. "Rancang Bangun Nampan Keseimbangan." *Jurnal Ilmiah Mikrotek* 1(4):106–13.
- Soedjarwanto, Noer. 2021. "Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things)." *Electrician* 15(2):73–82. doi: 10.23960/elc.v15n2.2167.
- Suryawinata, Handi, Dwi Purwanti, and Said Sunardiyo. 2017. "Sistem Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Atmega 328 Dan Real Time Clock DS1307." *Jurnal Teknik Elektro* 9(1):30–36.
- Tantowi, Darwin, and Yusuf Kurnia. 2020. "Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone Dan GPS Menggunakan Arduino." *Algor* 1(2):9–15.
- Triyuandika, Ferdy, Indah Kusuma Ningrum, Wisnu Djatmiko, Fakultas Teknik, and Universitas Negeri Jakarta. 2018. "Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah Tangga 1,2,3)." *Jurnal Autocracy* 114–27. doi: 10.21009/autocracy.05.2.7.
- Yandi, Welly. 2020. "Prototipe Data Logging Monitoring System Untuk Konversi Energi Panel Surya Polycrystalline 100 Wp Berbasis Arduino Uno." *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)* 7(1):55–60. doi: 10.33019/ecotipe.v7i1.1486.