

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA *SOLAR* PANEL
DUAL AXIS BERBASIS *ARDUINO UNO*
DENGAN SENSOR CAHAYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN RYAN ARISTYANA TEJA PERMANA

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN KINERJA *SOLAR* PANEL
DUAL AXIS BERBASIS *ARDUINO UNO*
DENGAN SENSOR CAHAYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I WAYAN RYAN ARISTYANA TEJA PERMANA
NIM. 2215223012

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Proyek akhir ini membahas permasalahan rendahnya efisiensi penyerapan energi pada sistem panel surya statis akibat perubahan posisi matahari sepanjang hari. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja sistem *solar panel dual axis* berbasis *Arduino Uno* dengan sensor cahaya (LDR) dalam meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari. Metode yang digunakan adalah perancangan dan implementasi sistem *dual axis* yang memungkinkan panel bergerak mengikuti arah matahari secara *horizontal* dan *vertikal* secara *real time*. Sistem ini dilengkapi dengan motor *servo* sebagai penggerak dan sensor LDR sebagai detektor arah cahaya. dengan parameter yang diukur meliputi tegangan (V), arus (A), daya (W), suhu, dan intensitas radiasi matahari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *dual axis* menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem statis. Panel dengan sistem *dual axis* mampu menangkap cahaya matahari lebih optimal sehingga memberikan peningkatan kinerja signifikan. Kesimpulannya, penggunaan teknologi *dual axis* berbasis *mikrokontroler Arduino Uno* efektif dalam meningkatkan kinerja panel surya dan berpotensi diterapkan secara luas sebagai solusi energi terbarukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *dual axis* mampu meningkatkan efisiensi penyerapan energi dibandingkan panel statis, ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata rata daya (*watt*) *dual axis* sebesar 29,5 W sedangkan statis sebesar 23,6 W, tegangan (*volt*) dari *dual axis* sebesar 13,9 V sedangkan statis sebesar 13,8 V, dan arus (*ampere*) dari *dual axis* sebesar 2,16 A sedangkan statis sebesar 1,70 A. Grafik hasil pengujian memperlihatkan bahwa sistem *dual axis* memiliki respons lebih baik terhadap fluktuasi intensitas cahaya, menghasilkan daya yang lebih stabil dan optimal sepanjang hari.

Kata kunci: Solar Panel, *Dual Axis*, *Arduino Uno*, Sensor LDR, Efisiensi Energi, *Mikrokontroler*

PERFORMANCE TESTING OF DUAL AXIS SOLAR PANEL BASED ON ARDUINO UNO WITH LIGHT SENSOR

ABSTRACT

The problem in this study focuses on the low efficiency of energy absorption in a static solar panel system due to changes in the position of the sun throughout the day. This study aims to test the performance of a dual-axis solar panel system based on Arduino Uno with a light sensor (LDR) in increasing the efficiency of solar energy absorption. The method used is the design and implementation of a dual-axis system that allows the panel to move horizontally and vertically following the direction of the sun in real time. This system is equipped with a servo motor as a driver and an LDR sensor as a light direction detector. with the parameters measured include voltage (V), current (A), power (W), temperature, and solar radiation intensity. The results show that the dual-axis system produces higher power and efficiency compared to the static system. Panels with a dual-axis system are able to capture sunlight more optimally, thus providing significant performance improvements. In conclusion, the use of dual-axis technology based on the Arduino Uno microcontroller is effective in improving the performance of solar panels and has the potential to be widely applied as a renewable energy solution.

The test results show that the dual axis system is able to increase energy absorption efficiency compared to static panels, indicated by an increase in the average power (watt) of the dual axis of 29.5 W while the static is 23.6 W, the voltage (volt) of the dual axis of 13.9 V while the static is 13.8 V, and the current (amperes) of the dual axis of 2.16 A while the static is 1.70 A. The test result graph shows that the dual axis system has a better response to fluctuations in light intensity, producing more stable and optimal power throughout the day.

Keywords: *Solar Panel, Dual Axis, Arduino Uno, LDR Sensor, Energy Efficiency, Microcontroller*

DAFTAR ISI

Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	2
1.5 Manfaat proyek akhir	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian Panel Surya	5
2.1.1 Jenis – Jenis Panel Surya	5
2.1.2 Prinsip Kerja Panel Surya	7
2.1.3 Pengertian <i>Dual Axis</i>	8
2.2 Pengertian <i>Solar Panel</i>	8
2.3 Pengertian <i>Arduino</i>	9
2.3.1 Pengertian <i>Arduino Uno</i>	10
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Arduino Uno</i>	11
2.3.3 <i>Arduino Ide</i>	11
2.3.4 Jenis – Jenis <i>Arduino</i>	13

2.4	<i>Light Dependent Resistor (LDR)</i>	17
2.5	<i>Motor Servo</i>	18
2.6	<i>Kabel Jumper</i>	19
2.7	<i>Breadboard</i>	19
2.8	<i>Inverter</i>	20
2.9	<i>Miniature Circuit Bracker (MCB)</i>	21
2.9.1	Prinsip kerja <i>MCB</i>	21
2.10	<i>Solar Charging Control (SCC)</i>	22
2.11	<i>Battery</i>	22
2.12	Sensor <i>PZEM-004T</i>	22
2.13	Sensor <i>PZEM-017</i>	24
2.14	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	24
2.15	<i>Resistor</i>	25
2.16	<i>Stepdown</i>	25
2.17	Modul <i>ESP8266</i>	26
2.18	<i>RS485</i>	26
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Jenis Penelitian.....	27
3.2	Alur Penelitian	29
3.3	Lokasi Dan Waktu Penelitian	31
3.4	Penentuan Sumber Data	31
3.5	Sumber Daya Penelitian	31
3.6	Instrumen Penelitian.....	32
3.7	Prosedur Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Hasil Penelitian	34
4.1.1	Data Perbandingan PLTS <i>Dual Axis</i> Dan Statis.....	34
4.1.2	Grafik Data <i>Dual Axis</i> Dan Statis	35
4.2	Pembahasan.....	41
4.2.1	Efisiensi atau Kinerja Energi Solar Panel dengan <i>Dual Axis</i>	41
4.2.2	Letak Alat Ukur.....	42
4.2.3	Wiring Diagram Sistem Kelistrikan	44

BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>arduino uno</i>	10
Tabel 3.1 Alur kegiatan.....	31
Tabel 4.1 Data hasil pengujian	35
Tabel 4.2 Komponen wiring diagram kelistrikan.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya.....	5
Gambar 2.2 Panel <i>Polycrystalline</i>	6
Gambar 2.3 Panel <i>Monocrystalline</i>	7
Gambar 2.4 Prinsip kerja panel surya	7
Gambar 2.5 <i>Dual axis</i>	8
Gambar 2.6 <i>Solar panel</i>	9
Gambar 2.7 <i>Arduino uno</i>	10
Gambar 2.8 <i>Arduino ide</i>	12
Gambar 2.9 <i>Arduino uno</i>	13
Gambar 2.10 <i>Arduino leonardo</i>	13
Gambar 2.11 <i>Arduino mega 2560</i>	14
Gambar 2.12 <i>Arduino due</i>	15
Gambar 2.13 <i>Arduino fio</i>	15
Gambar 2.14 <i>Arduino lilypad</i>	16
Gambar 2.15 <i>Arduino nano</i>	16
Gambar 2.16 <i>Arduino micro</i>	17
Gambar 2.17 <i>Arduino ethernet</i>	17
Gambar 2.18 <i>Light dependent resistor (LDR)</i>	18
Gambar 2.19 <i>Motor servo</i>	18
Gambar 2.20 <i>Kabel jumper</i>	19
Gambar 2.21 <i>Breadboard</i>	20
Gambar 2.22 <i>Inverter</i>	20
Gambar 2.23 <i>Miniature circuit breacker (MCB)</i>	21
Gambar 2.24 Prinsip kerja (MCB).....	22
Gambar 2.25 <i>Solar charging control (SCC)</i>	22
Gambar 2.26 <i>Battery</i>	23
Gambar 2.27 Sensor <i>PZEM-004T</i>	23
Gambar 2.28 Sensor <i>PZEM-0017</i>	24
Gambar 2.29 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	24

Gambar 2.30 <i>Resistor</i>	25
Gambar 2.31 <i>Stepdown</i>	25
Gambar 2.32 Modul <i>ESP8266</i>	26
Gambar 2.33 <i>RS485</i>	26
Gambar 3.1 Rancangan panel surya.....	28
Gambar 3.2 Komponen panel surya.....	28
Gambar 3.3 Alur penelitian.....	30
Gambar 4.1 Gambar pengujian	34
Gambar 4.2 Grafik <i>time series</i> radiasi matahari.....	36
Gambar 4.3 Grafik <i>time series</i> tegangan	37
Gambar 4.4 Grafik <i>time series</i> daya.....	38
Gambar 4.5 Grafik <i>time series</i> arus.....	39
Gambar 4.6 Grafik <i>time series</i> temperatur	40
Gambar 4.7 Grafik <i>time series</i> udara	41
Gambar 4.8 Penempatan <i>thermocouple</i> pada panel surya	43
Gambar 4.9 Penempatan <i>solar power</i> meter pada panel surya	43
Gambar 4.10 Letak penempatan <i>anemometer</i>	44
Gambar 4.11 Wiring diagram kelistrikan.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan perkembangan teknologi yang pesat, kebutuhan akan sumber energi alternatif semakin mendesak karena keterbatasan bahan bakar fosil. Energi matahari menjadi salah satu solusi potensial karena sifatnya yang melimpah, efisien, dan ramah lingkungan. Panel surya, yang mengubah energi matahari menjadi listrik, masih memiliki efisiensi rendah, sehingga perlu teknologi yang dapat meningkatkan kinerjanya. Pada sistem *tracking*, panel surya dilengkapi sensor cahaya yang mengarahkan panel mengikuti posisi matahari secara optimal. Ini membuktikan bahwa sistem *tracking dual axis* lebih efektif dalam meningkatkan kinerja panel surya, menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan sistem *statis* (Widjonarko et al., 2024).

Pada umumnya, solar panel statis dipasang pada sudut tertentu untuk menangkap sinar matahari. Namun, pendekatan ini memiliki kelemahan karena posisi matahari berubah setiap saat, baik secara *horizontal* (timur ke barat) maupun *vertikal* ketinggian matahari bervariasi sepanjang tahun. Akibatnya, solar panel statis tidak selalu berada pada sudut optimal untuk menyerap sinar matahari, yang berujung pada penurunan efisiensi penyerapan energi.

Untuk mengatasi masalah ini, sistem pelacak matahari *solar panel* dikembangkan untuk memastikan bahwa solar panel dapat bergerak mengikuti posisi matahari secara *real-time*. Salah satu sistem yang semakin populer adalah solar Panel berbasis *dual axis*, yang memungkinkan solar panel bergerak pada dua sumbu, yaitu *horizontal* dan *vertikal*. Dengan demikian, solar panel dapat mempertahankan sudut optimal terhadap posisi matahari sepanjang hari.

Implementasi sistem *dual axis* ini memanfaatkan teknologi berbasis *mikrokontroler* seperti *Arduino Uno*. *Mikrokontroler* ini dipadukan dengan sensor cahaya *light-dependent resistor* atau LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari. Sensor cahaya berperan dalam memberikan informasi posisi matahari

berdasarkan intensitas cahaya yang diterima.

Penggunaan *Arduino Uno* menawarkan keunggulan dalam hal fleksibilitas, biaya rendah, dan kemudahan integrasi dengan komponen elektronik lainnya. Kombinasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi solar panel secara signifikan dibandingkan dengan panel *statis*, sehingga menghasilkan daya listrik yang lebih besar dan mendukung keberlanjutan energi terbarukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka ada beberapa hal yang menjadi permasalahan yang harus dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kinerja solar panel *dual axis* dan *tanpa dual axis* berbasis *arduino uno* dengan sensor cahaya?
2. Bagaimana efisiensi atau kinerja energi solar panel dengan *dual axis*?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem penggerak berbasis *arduino uno* sebagai *mikrokontroler* utama.
2. Pengujian dilakukan dalam kondisi cuaca tertentu, seperti cerah, berawan, atau mendung, dengan batasan tertentu pada waktu pengujian siang hingga sore hari pada tanggal 28 Juli 2025.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan proyek akhir terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tujuan Umum

1. Mampu mengaplikasikan ilmu – ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin, program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.

2. Untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.

2. Tujuan Khusus:

1. Dapat mengetahui perbandingan kinerja panel surya dengan sistem *dual axis* dan tanpa sistem *dual axis*.
2. Dapat mengukur kinerja energi yang dihasilkan oleh panel surya dengan *dual axis*.

1.5 Manfaat proyek akhir

Dalam Penulisan proposal proyek akhir ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi penulis:
 1. Proyek akhir ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah di dapat selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya di Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.
 2. Dengan proyek akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan tentang sistem *Solar Panel Dual Axis* Berbasis *Arduino Uno* Dengan Sensor Cahaya.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali
 1. Dapat digunakan sebagai materi praktek bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya di program studi D3 Teknik pendingin Dan Tata Udara
 2. Menjadi refrensi akademik dan teknis bagi mahasiswa dalam bidang energi terbarukan.

3. Adanya Pengembangan peralatan praktek di laboratorium program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
-
3. Bagi Masyarakat
 1. Hasil proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.
 2. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait dengan penelitian kami yaitu *Solar Panel Dual Axis* Berbasis *Arduino Uno* Dengan Sensor Cahaya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa pengaruh penggunaan sistem *dual axis* efektif di dindingkan statis sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem panel surya *dual axis* berbasis *Arduino Uno* dengan sensor cahaya (LDR) terbukti lebih efektif dibandingkan dengan panel surya statis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *dual axis* mampu menghasilkan tegangan sebesar 14,12 V, arus sebesar 2,63 A, dan daya keluaran sebesar 37,1 W, sedangkan sistem statis hanya menghasilkan tegangan 13,95 V, arus 2,31 A, daya 32,2 W. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *dual axis* mampu menghasilkan rata-rata tegangan sebesar 13,95, arus 2,16 dan daya 29,59. Sementara itu, sistem statis hanya menghasilkan rata-rata tegangan sebesar 13,88, arus 1,71 dan daya 23,68. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa sistem *dual axis* memberikan peningkatan kinerja yang signifikan karena mampu mengikuti pergerakan matahari baik secara *horizontal* (timur–barat) maupun *vertikal* (atas–bawah), sehingga panel surya selalu berada pada posisi optimal dalam menangkap intensitas cahaya matahari sepanjang hari. Dengan demikian, penggunaan sistem *dual axis* tidak hanya meningkatkan efisiensi penyerapan energi surya, tetapi juga berpotensi menjadi solusi yang lebih baik untuk pemanfaatan energi terbarukan.

5.2 Saran

Dalam pengujian ini penulis memiliki beberapa saran yang diharapkan dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Melakukan pengaturan dan penyesuaian sensor cahaya (LDR) secara berkala guna meningkatkan presisi pergerakan motor *servo* dalam mengikuti posisi matahari.
2. Rangka penyangga panel sebaiknya dibuat dari material yang tahan korosi atau dilapisi pelindung, agar sistem dapat bertahan lebih lama meskipun terpapar panas dan hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusli, R., Tullah, R., Karisma, N., 2021. Alat Ukur Tinggi Dan Berat Badan Berbasis Arduino Uno.
- Alamsyah, T., Hiendro, A., Abidin, Z., 2019. Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya. *Jurnal Teknik Elektronika* 10.
- Alfan, Ramadhan, 2022. Prototype Detektor Gas dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno 9.
- Ardiyanto, A., Ariman, A., Supriyadi, E., 2021. Alat Pengukur Suhu Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Inframerah Dan Alarm Pendeteksi Suhu Tubuh Diatas Normal. *Sinusoida* 23, 11–21. <https://doi.org/10.37277/s.v23i1.1016>
- Arwanda, 2021. Analisis Efesiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri* 5 No. 2, 79–87.
- Burlian, A., Bella, C., 2022. Rancang Bangun Penjadwalan Otomatis Pemberian Air Pada Akuaponik Berbasis Arduino Uno R3. *Portaldata* 2, 1–12.
- Endriatno, N., Safarun, M., Kaimuddin, J.S., 2024. Rekayasa Prototype Keran Elektronik Berbasis Sensor Infrared Untuk Penghematan Air. *Seminar Nasional Teknik Elektro* 1, 9–13.
- Fathulrohman, I., Saepuloh, A., 2018. *Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika* Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno. *Jumantaka* 02, 1.
- Hakim, D., 2022. Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 10, 1–23.
- Harahap, P., 2020. Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya.

- Hilal, Y.N., Muliandhi, P., Ardina, E.N., 2023. Analisa Balancing Bms (Battery Management System) Pada Pengisian Baterai Lithium-Ion Tipe Inr 18650 Dengan Metode Cut Off. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer* 14, 367–374.
- Irfansyah, Saragih, 2020. Implementasi Motor Servo SG 90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (Electronics Ingtegration Helmet Wiper).
- Khoirul, Mahendra, 2022. Analysis of Resistor Color Differences Against Resistance Values. *Journal of Educational Engineering and Environment* 1, 31–33.
- Mubarak 'aafi, A., Jamaaluddin, J., Anshory, I., 2022. Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Pada Instalasi Panel Surya dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet dan Smartphone. *Snestik Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika* 191.
- Muchamad, Edy Kurniawan, Jawwad Sulthon H, 2021. Sistem Monitoring Instrument Air Compressor (IAC) berbasis Scada dengan Komunikasi Modbus RTU RS-485. *J-Eltrik* 2, 117.
- Nugroho, Prakasa, Rudjiono, 2023. Pengembangan Alat Bantu Pengeditan Video Dan Multimedia Berbasis Arduino Usb Midi. *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Multimedia* 2, 23–33.
- Pandria, T.M.A., Mawardi, E., Tripoli, B., Zakia, Z., 2021. Sosialisasi Keamanan Instalasi Listrik Pada Rumah Tinggal Sederhana. *Jurnal Pengabdian Agro and Marine Industry* 1, 33.
- Randa, H., Meliala, S., 2022. Perancangan Sistem Charging Control Photovoltaic Dengan Sistem Mppt Menggunakan Metode Incremental Conductance. *Jurnal Energi Elektrik* 11, 6.

- Saodah, S., Utami, S., 2019. Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 7, 339.
- Saputra, D., Rafiq, M., Setyoningrum, N.R., Setiawan, H., 2024. Prototipe Smart Solar Tracker System dengan Memanfaatkan Internet Of Things dan Monitoring Berbasis Android. *Digital Transformation Technology* 4, 540–549.
- Satria, B., 2022. IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266. *sudo Jurnal Teknik Informatika* 1, 136–144.
- Setiawan, A., Sungkar, S., 2018. Simulasi Mikrokontroler Pengukur Jarak Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa Politeknik Harapan Bersama. *Jurnal Polektro: Jurnal Power Elektronik* 7.
- Setiyo Adi Nugroho, Andik Prakasa Hadi, Rudjiono Rudjiono, 2023. Pengembangan Alat Bantu Pengeditan Video Dan Multimedia Berbasis Arduino Usb Midi. *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Multimedia* 2, 23–33.
- Syhari, A., Bintoro, A., 2023. Monitoring dan Controlling Daya Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor PZEM-004T. *Jurnal Energi Elektrik* 12, 43.
- Tantowi, D., Kurnia, Y., 2020. Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino, *Jurnal Algor.*
- Widjonarko, Laagu, Muh.A., Fauzi, A.N., 2024. Desain Dan Implementasi Sistem Tracking Dual Axis Panel Surya.
- Yasin, M., Apriaskar, E., Djuniadi, D., 2023. Simulasi Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Panel Surya. *Emitor: Journalk Elektro Tekni* 22, 87–92.