

Sistem Solar Tracker Otomatis Dua Mode dengan Penyesuaian Sudut Panel Surya Berbasis Arduino untuk Rumah Adat Tongkonan

Devani Ula Ainurofiqi^{1*}, Afriansyah Septyarno², Jibrán Ma'ruf³, Muhammad Hadia Awwala Faradisa⁴, Rudi Susanto⁵

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
¹230103096@mhs.udb.ac.id* (penulis
korespondensi)

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²230103084@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³230103105@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
⁴230103110@mhs.udb.ac.id

⁵Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Pemanfaatan energi terbarukan pada bangunan tradisional seperti rumah adat Tongkonan masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem solar tracker otomatis dua mode untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan memaksimalkan produksi energi listrik dari panel surya pada rumah Tongkonan. Sistem menggunakan Arduino dan sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari. Mode pertama menggerakkan panel surya secara otomatis mengikuti arah datangnya sinar matahari, sedangkan mode kedua memungkinkan penyesuaian sudut panel secara manual. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman Arduino, perakitan komponen, integrasi sistem, serta pengujian dan optimasi. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan dalam produksi energi listrik dibandingkan panel surya statis. Sistem solar tracker dua mode ini mampu meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan memaksimalkan produksi energi listrik, memberikan kontribusi dalam pemanfaatan energi terbarukan dan pelestarian budaya lokal dengan mengintegrasikan teknologi modern pada bangunan tradisional.

Kata kunci— sensor, microcontroller, arduino, pelacak matahari, Solar Panel.

Abstract— The utilization of renewable energy in traditional buildings such as Tongkonan traditional house is still limited. This research aims to develop a two-mode automatic solar tracker system to increase the efficiency of solar energy absorption and maximize the production of electrical energy from solar panels on Tongkonan houses. The system uses Arduino and LDR (Light Dependent Resistor) light sensor to detect sunlight intensity. The first mode moves the solar panel automatically following the direction of incoming sunlight, while the second mode allows manual adjustment of the panel angle. The methods used include hardware design, Arduino programming, component assembly, system integration, and testing and optimization. The test results showed a significant increase in electrical energy production compared to static solar panels. This two-mode solar tracker system is able to increase the efficiency of solar energy absorption and maximize electrical energy production, contributing to the utilization of renewable energy and preservation of local culture by integrating modern technology in traditional buildings.

Keywords— sensors, microcontroller, arduino, solar tracker, PV panel.

I. PENDAHULUAN

Energi terbarukan telah menjadi topik yang sangat penting dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan hidup dan mengatasi krisis energi global. Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi matahari, yang dapat dimanfaatkan melalui penggunaan panel surya. Namun, efisiensi penyerapan energi matahari oleh panel surya statis masih terbatas, terutama disebabkan oleh perubahan posisi matahari terhadap permukaan bumi.

Untuk mengatasi kendala ini maka panel surya didesain dan dikembangkan secara dinamis mengikuti arah sinar matahari. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh panel surya, maka semakin besar daya listrik yang dibangkitkan [1]. Dari panel surya tersebut dihasilkan energi yang ramah terhadap lingkungan dan dapat digunakan jangka panjang karena tidak ada polusi yang didapatkan selama proses konversi tenaga tersebut [2]. Sistem solar tracker berfungsi untuk menggerakkan panel surya secara otomatis

mengikuti arah datangnya sinar matahari, sehingga panel selalu berada pada posisi optimal untuk menyerap energi matahari secara maksimal [3].

Dalam konteks budaya dan arsitektur tradisional Indonesia, rumah adat Tongkonan di Sulawesi Selatan menjadi objek menarik untuk penerapan sistem solar tracker. Rumah adat ini memiliki desain yang unik dan khas, serta merupakan warisan budaya yang perlu dilestarikan. Dengan mengintegrasikan teknologi modern seperti sistem solar tracker pada bangunan tradisional ini, tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi energi namun juga menjaga keberlangsungan budaya lokal [4].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem solar tracker otomatis dua mode dengan penyesuaian sudut panel surya yang dikhususkan untuk rumah adat Tongkonan. Sistem ini menggunakan Arduino dan sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari [5]. Mode pertama menggerakkan panel surya secara otomatis mengikuti arah datangnya sinar matahari, sedangkan mode kedua memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan sudut panel surya secara manual.

Dengan adanya sistem solar tracker ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan memaksimalkan produksi energi listrik dari panel surya yang terpasang pada rumah adat Tongkonan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dual-axis solar tracker smart menghasilkan energi 36,26% lebih banyak dibandingkan dengan panel tetap [6]. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pelestarian budaya lokal dengan mengintegrasikan teknologi modern yang ramah lingkungan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan menguji efektivitas sistem solar tracker. Tujuan utama penelitian adalah merancang sebuah mekanisme yang dapat mengoptimalkan penyerapan energi matahari dengan cara mengikuti pergerakan matahari secara otomatis. Sebuah panel surya akan bergerak sesuai arah pergerakan matahari dan mengirimkan

informasi seperti daya, arus, tegangan dan lainnya [7]. Sebelum melakukan penelitian, persiapan komponen dan perlengkapan yang diperlukan dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan kelancaran dan akurasi dalam pengumpulan data.

1. Komponen dan Perlengkapan

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa komponen dan perlengkapan utama, antara lain:

- a. 4 Resistor 330 ohm
- b. 1 Arduino UNO
- c. 2 SG90 servo motor
- d. 4 Push Button Self Locking
- e. 4 LDR, 5 Mohm
- f. 1 Mini Solar Panel
- g. 1 Potensiometer 10k
- h. 2 Push Button Non-Locking
- i. 4 Resistor 10k ohm
- j. 1 Baterai Holder 18650
- k. 1 Modul TP4056
- l. 1 Baterai Indikator Display
- m. 1 Modul MT3608
- n. 1 Step Up DC Output USB 5V
- o. 1 Holder Solar Panel

2. Platform Pengembangan

Dalam pengembangan sistem solar tracker ini, digunakan dua platform pengembang utama, yaitu:

- a. Arduino IDE digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino UNO yang menjadi otak utama dari sistem solar tracker.
- b. PLX DAX digunakan untuk menampilkan data yang berada pada perangkat arduino ke dalam excel.

3. Metode Pembuatan

Beberapa metode sistematis diterapkan dalam pembuatan sistem solar tracker otomatis dua mode untuk mencapai hasil optimal sesuai tujuan penelitian, antara lain:

- a. Perancangan Perangkat Keras
Perancangan perangkat keras mencakup pembuatan diagram alir sistem, skematik rangkaian, tata letak PCB, desain dudukan panel surya, dan rencana pengkabelan.
- b. Perakitan Komponen
Pemrograman Arduino melibatkan pengembangan program untuk mode otomatis dan manual, integrasi kedua mode, optimasi

efisiensi, dan pembuatan fitur komunikasi serial dengan komputer.

c. Pemrograman Arduino

Perakitan komponen dilakukan dengan memasang komponen pada PCB, memasang panel surya pada dudukan, dan melakukan pengecekan setiap komponen. Teknik penyolderan yang baik dan pemasangan yang presisi menjadi prioritas

d. Integrasi dan Konfigurasi Sistem

Integrasi dan konfigurasi sistem meliputi penghubungan semua komponen sesuai skematik dan pelaksanaan pengujian awal untuk memastikan sistem berfungsi sesuai spesifikasi.

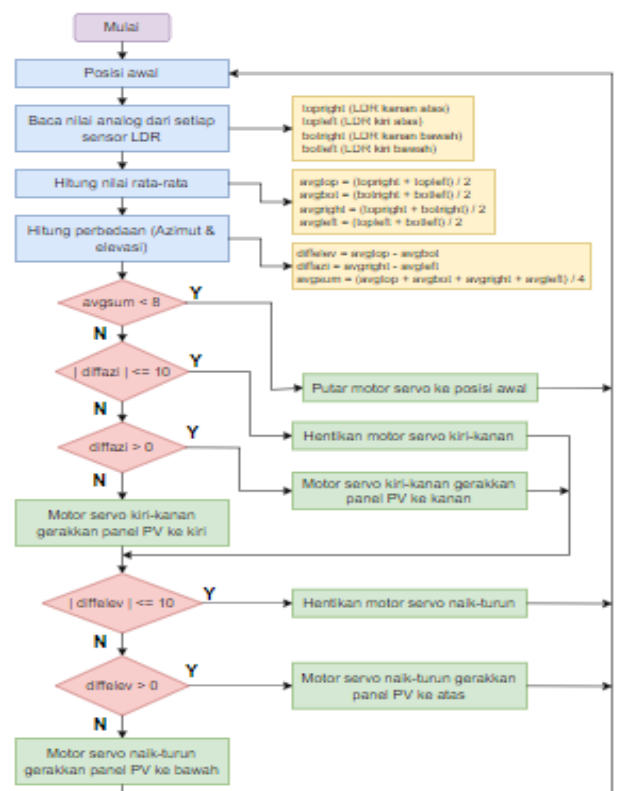
e. Pengujian dan Optimasi

Pengujian dan optimasi sistem dilakukan secara menyeluruh, diikuti dengan penyempurnaan kinerja berdasarkan hasil pengujian. Tahap ini juga mencakup perbaikan masalah yang ditemukan dan evaluasi kinerja keseluruhan sistem.

Dalam seluruh tahapan pengembangan, aspek keselamatan dan kualitas sistem menjadi prioritas utama. Koordinasi dan komunikasi intensif dengan tim peneliti dan pembimbing dilakukan secara berkala untuk memastikan pencapaian tujuan proyek secara optimal.

4. Desain Sistem

Dalam penelitian ini, desain sistem menjadi bagian penting untuk memastikan sistem solar tracker otomatis dua mode dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Desain sistem meliputi diagram blok, flowchart, desain pengkabelan, desain antarmuka, dan prototype desain.



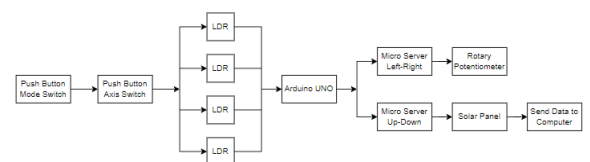
Gambar 1 Diagram blok

a. Flowchart

Gambar 1 menunjukkan flowchart sistem solar tracker otomatis dua mode. Diagram alir ini mengilustrasikan logika program, proses pengambilan keputusan, urutan operasi, dan memfasilitasi proses pemrograman sistem.

b. Flowchart

Gambar 2 menampilkan diagram blok sistem solar tracker otomatis dua mode. Diagram ini memvisualisasikan komponen utama sistem, hubungan antar komponen, dan alur kerja keseluruhan.

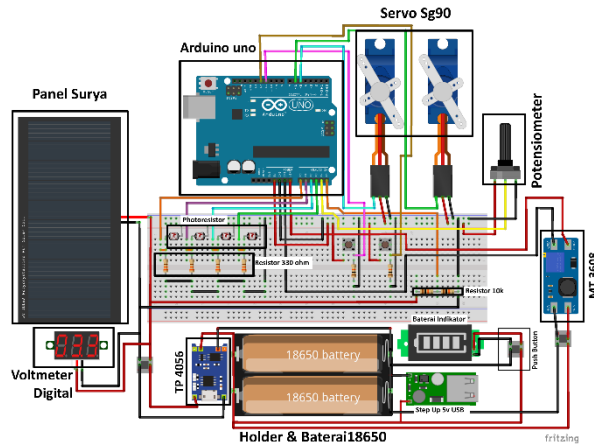


Gambar 2 Diagram Blok

c. Desain Pengkabelan

Gambar 3 menunjukkan desain pengkabelan sistem, mengilustrasikan koneksi elektronik antar komponen. Desain ini bertujuan untuk

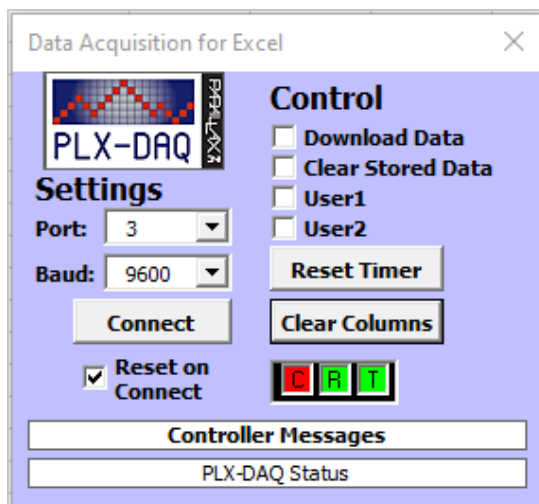
memastikan hubungan yang aman dan andal di antara komponen-komponen sistem.



Gambar 3. Desain Pengkabelan

d. Desain Antarmuka

Gambar 4 menampilkan desain antarmuka pengguna sistem solar tracker otomatis dua mode yang dikembangkan menggunakan PLX DAX. Antarmuka ini dirancang untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time dengan cara yang interaktif dan mudah digunakan.

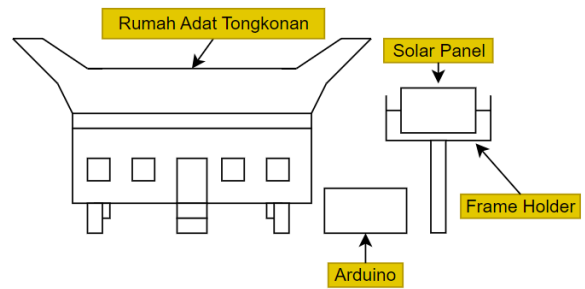


Gambar 4. Tampilan PLX-DAQ

e. Prototype Desain

Gambar 5 menunjukkan prototype desain sistem solar tracker otomatis dua mode. Prototype ini merupakan representasi fisik awal sistem, memvisualisasikan bentuk dan

tata letak komponen, serta memfasilitasi proses perakitan dan pengujian awal sebelum finalisasi sistem.



Gambar 5. Konsep Implementasi

Seluruh desain yang telah dirancang dan dikembangkan ini menjadi pedoman penting dalam proses pembuatan dan implementasi sistem solar tracker otomatis dua mode. Desain yang baik dan terperinci memastikan proses pengembangan sistem berjalan lancar dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

5. Rencana Pengujian

Pengujian sistem solar tracker otomatis dua mode ini akan dilakukan dalam beberapa tahap untuk memastikan kinerja yang optimal. Berikut rencana pengujian yang akan dilakukan:

a. Pengujian Komponen

Menguji fungsi setiap komponen untuk memastikan kehandalan kinerja.

b. Pengujian Sistem Mode Otomatis

Menguji kinerja sistem dalam menggerakkan panel surya secara otomatis mengikuti arah datangnya sinar matahari.

c. Pengujian Sistem Mode Manual

Menguji kemampuan pengguna dalam menyesuaikan sudut panel surya secara manual menggunakan pushbutton dan rotary potentiometer.

d. Pengujian Monitoring Kinerja

Mengukur produksi energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam berbagai kondisi intensitas cahaya matahari, baik dalam mode otomatis maupun manual.

e. Pengujian Antarmuka Pengguna

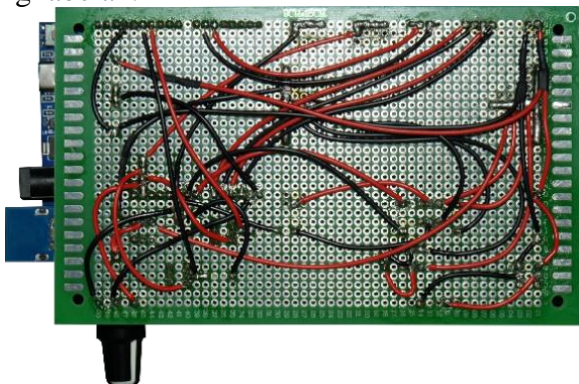
Menguji pengiriman data dari Arduino ke komputer.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dan pembahasan penelitian, meliputi implementasi hardware, implementasi software, dan pengujian sistem solar tracker otomatis dua mode untuk rumah adat Tongkonan. Metodologi pengembangan berfokus pada integrasi komponen dan evaluasi kinerja sistem. Analisis dilakukan untuk menilai efektivitas sistem dalam mengoptimalkan penyerapan energi matahari pada struktur arsitektur tradisional. Sebagai bagian dari proses evaluasi, data pengukuran daya keluaran direkam secara real-time di Excel [6], memungkinkan analisis yang akurat dan komprehensif terhadap kinerja sistem. Besarnya daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh beberapa kondisi lingkungan di mana panel surya ditempatkan seperti suhu, intensitas cahaya matahari, arah cahaya matahari dan spektrum cahaya matahari [8].

a. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras sistem solar tracker otomatis dua mode untuk rumah adat Tongkonan melibatkan integrasi berbagai komponen elektronik. Komponen utama meliputi Arduino Uno R3, modul power management, sensor, dan aktuator [9]. Perakitan dimulai dengan penyusunan komponen pada PCB dot matrix, termasuk step-up USB, push button, potensiometer, indikator baterai, dan komponen pendukung lainnya. Koneksi antar komponen dilakukan dengan solder untuk memastikan keandalan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 yang memperlihatkan implementasi pengkabelan.



Gambar 6. Implementasi Pengkabelan

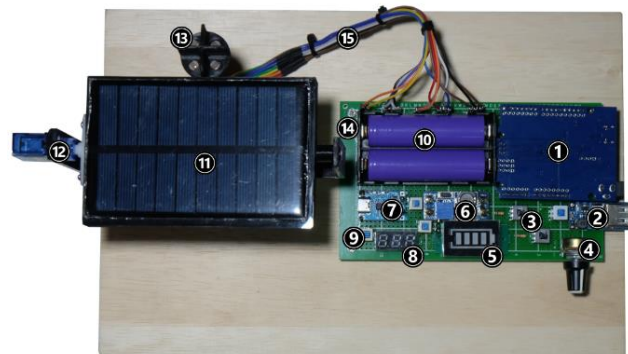
Tahap berikutnya fokus pada perakitan mekanik, melibatkan integrasi fototresistor,

resistor 330ohm, servo SG90, dan panel surya ke dalam bingkai dan penyangga. Proses ini memerlukan presisi tinggi untuk memastikan fungsionalitas optimal sistem tracking. Hasil perakitan komponen mekanik ini dapat dilihat pada Gambar 7, yang menampilkan frame holder panel surya beserta komponen-komponennya.



Gambar 7. Frame holder solar panel

Integrasi final dilakukan dengan menyatukan seluruh komponen yang telah dirakit sebelumnya pada sebuah papan kayu berukuran 20 x 30 cm. Papan ini berfungsi sebagai basis struktural, memberikan dukungan dan stabilitas bagi keseluruhan sistem. Proses ini melibatkan penempatan komponen secara strategis untuk mengoptimalkan kinerja dan menjamin keamanan sistem, termasuk memastikan semua koneksi listrik aman dari risiko korsleting.



- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Arduino Uno R3 | 9. Push Button On/Off |
| 2. Step Up USB | 10. Holder Baterai 18650 |
| 3. Push Button Mode | 11. Panel Surya |
| 4. Potensiometer | 12. Servo SG90 |
| 5. Baterai Indikator | 13. Photoresistor LDR |
| 6. Modul MT3608 | 14. PCB Dot Matrix |
| 7. Modul TP4056 | 15. Kabel Jumper |
| 8. Voltmeter Digital | |

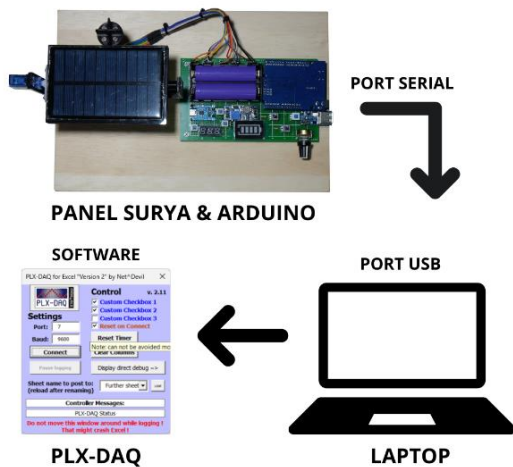
Gambar 8. Hasil perakitan

Metodologi perakitan ini dirancang untuk menghasilkan sistem yang efisien dan efektif, dengan setiap komponen berkontribusi pada

fungsi keseluruhan. Hasil akhir perakitan, yang ditunjukkan pada Gambar 8, mendemonstrasikan integrasi sukses antara teknologi modern dan desain tradisional. Sistem ini menciptakan solusi energi terbarukan yang sesuai untuk aplikasi pada rumah adat Tongkonan, menggabungkan fungsionalitas modern dengan nilai-nilai pelestarian budaya.

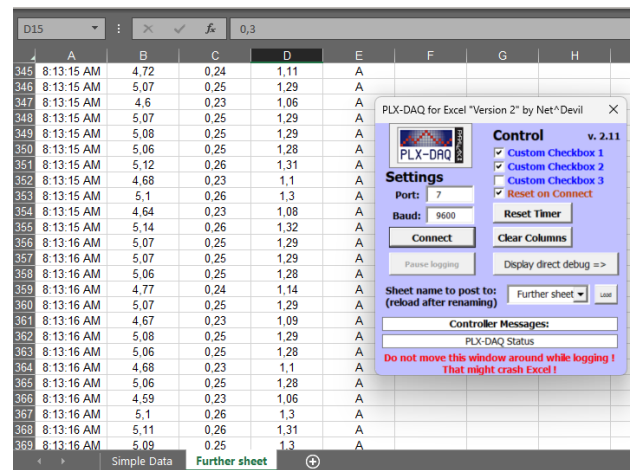
b. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak sistem solar tracker otomatis dua mode melibatkan integrasi antara panel surya, Arduino, dan antarmuka pengguna. Skema rangkaian pada Gambar 9 mengilustrasikan konektivitas antara komponen-komponen utama. Panel surya berfungsi sebagai sumber daya listrik untuk Arduino dan sistem secara keseluruhan. Komunikasi data antara Arduino dan komputer dilakukan melalui port serial USB, memungkinkan transmisi data real-time untuk pemantauan dan analisis.



Gambar 9. Skema Interface

Parallax Data Acquisition tool (PLX-DAQ) digunakan untuk mengembangkan antarmuka pengguna yang komprehensif. Antarmuka ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10, menyediakan visualisasi data dan kontrol sistem yang intuitif, memungkinkan pemantauan efisiensi sistem secara real-time.



Gambar 10. Pengujian excel PLX-DAQ

Antarmuka juga menampilkan grafik pergerakan sudut panel surya, memberikan gambaran visual tentang kinerja sistem baik dalam mode otomatis maupun manual. Indikator produksi energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya terintegrasi dalam antarmuka.

Integrasi antara hardware dan software menciptakan sistem yang responsif dan mudah dioperasikan, sesuai dengan tujuan pengembangan sistem energi terbarukan yang efisien untuk aplikasi pada rumah adat Tongkonan.

c. Pengujian

Fokus utama pengujian solar tracker adalah membandingkan kinerja sistem dalam mode operasi manual dan otomatis. Data yang dikumpulkan mencakup parameter kunci seperti tegangan, arus, dan daya keluaran, yang direkam secara real-time menggunakan perangkat lunak akuisisi data. Tabel 1 adalah mode manual dan tabel 2 model otomatis.

Table 1 Pengujian Mode Manual

Time	Voltage	Current	Power	Mode
4:39:14 PM	3,56	0,18	0,63	M
4:39:19 PM	4,24	0,21	0,9	M
4:39:24 PM	4,14	0,21	0,86	M
4:39:29 PM	3,99	0,2	0,8	M
4:39:34 PM	3,94	0,2	0,78	M
4:39:39 PM	3,92	0,2	0,77	M
4:39:44 PM	3,89	0,19	0,76	M
4:39:49 PM	3,89	0,19	0,76	M
4:39:54 PM	3,9	0,2	0,76	M
4:39:59 PM	3,9	0,2	0,76	M

4:40:04 PM	3,91	0,2	0,76	M
4:40:09 PM	3,92	0,2	0,77	M
4:40:14 PM	3,86	0,19	0,75	M
4:40:20 PM	3,94	0,2	0,78	M
4:40:25 PM	4,06	0,2	0,82	M
4:40:30 PM	4,05	0,2	0,82	M
4:40:35 PM	4,01	0,2	0,8	M
4:40:40 PM	4,02	0,2	0,81	M
4:40:45 PM	4,06	0,2	0,82	M
4:40:50 PM	3,97	0,2	0,79	M
4:40:55 PM	3,87	0,19	0,75	M
4:41:00 PM	3,8	0,19	0,72	M
4:41:05 PM	3,69	0,18	0,68	M
4:41:10 PM	3,9	0,2	0,76	M
4:41:15 PM	4,13	0,21	0,85	M

Table 2 Pengujian Mode Otomatis

Time	Voltage	Current	Power	Mode
4:36:48 PM	4,5	0,22	1,01	A
4:36:54 PM	4,51	0,23	1,02	A
4:36:59 PM	4,53	0,23	1,02	A
4:37:04 PM	4,52	0,23	1,02	A
4:37:09 PM	4,44	0,22	0,98	A
4:37:14 PM	3,25	0,16	0,53	A
4:37:19 PM	4,49	0,22	1,01	A
4:37:24 PM	3,39	0,17	0,58	A
4:37:29 PM	4,51	0,23	1,02	A
4:37:34 PM	4,51	0,23	1,02	A
4:37:39 PM	4,54	0,23	1,03	A
4:37:44 PM	4,51	0,23	1,02	A
4:37:49 PM	4,38	0,22	0,96	A
4:37:54 PM	4,44	0,22	0,98	A
4:37:59 PM	4,48	0,22	1	A
4:38:04 PM	4,52	0,23	1,02	A
4:38:09 PM	3,27	0,16	0,54	A
4:38:14 PM	3,26	0,16	0,53	A
4:38:19 PM	4,48	0,22	1	A
4:38:24 PM	4,44	0,22	0,98	A
4:38:29 PM	4,47	0,22	1	A
4:38:34 PM	4,45	0,22	0,99	A
4:38:39 PM	4,41	0,22	0,97	A
4:38:44 PM	4,32	0,22	0,93	A
4:38:49 PM	4,3	0,22	0,92	A

Pengujian dilakukan dalam dua mode operasi manual dan otomatis. Data dikumpulkan selama periode 2 menit untuk setiap mode, dengan interval pengukuran sekitar 5 detik. Parameter yang diukur meliputi tegangan (V), arus (A), dan daya (W).

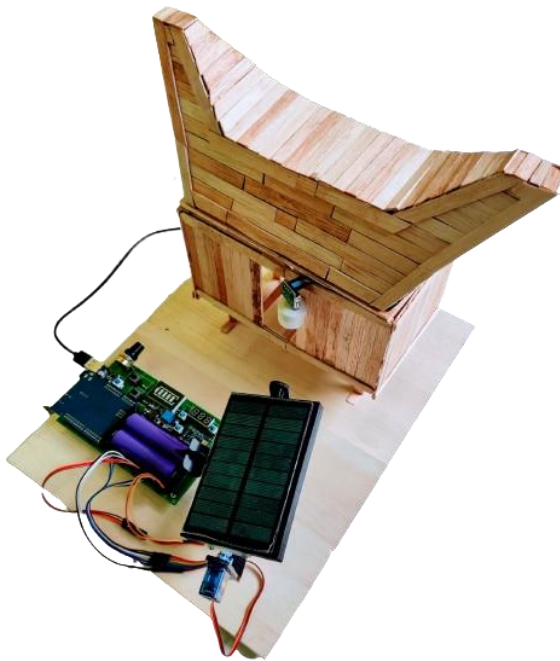
Mode manual menunjukkan tegangan rata-rata 3,95 V, arus rata-rata 0,20 A, dan daya rata-rata adalah 0,78 W.

Sedangkan mode otomatis, menunjukkan tegangan rata-rata 4,26 V, arus rata-rata 0,21 A, dan daya rata-rata adalah 0,92 W.

Perbandingan antara mode otomatis dan manual mengalami peningkatan tegangan 7,58%, peningkatan arus 5,00%, dan peningkatan daya 17,95%.

Berdasarkan data yang diperoleh, sistem solar tracker dalam mode otomatis mendemonstrasikan peningkatan yang signifikan dibandingkan mode manual. Peningkatan daya sebesar 17,95% mengindikasikan bahwa sistem otomatis efektif dalam mengoptimalkan posisi panel surya terhadap sinar matahari.

Mode otomatis secara konsisten menghasilkan output yang lebih tinggi dibandingkan mode manual, menegaskan keunggulan sistem tracking dalam memaksimalkan produksi energi listrik dari panel surya. Peningkatan efisiensi ini sangat penting mengingat energi radiasi matahari yang sampai ke bumi dipengaruhi oleh berbagai faktor cuaca seperti temperatur, kecepatan angin, curah hujan, dan kelembaban relatif [10].



Gambar 11 Hasil Implementasi

Gambar 11 menunjukkan implementasi sistem solar tracker otomatis dua mode yang telah diintegrasikan dengan model rumah adat Tongkonan. Terlihat komponen utama sistem yaitu panel surya dan Arduino yang terpasang pada struktur miniatur rumah adat. Integrasi ini mendemonstrasikan penerapan teknologi modern pada konteks budaya tradisional.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sebuah sistem solar tracker otomatis dua mode dengan penyesuaian sudut panel surya untuk rumah adat Tongkonan. Sistem menggunakan Arduino UNO dan sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari. Mode pertama memungkinkan panel surya bergerak otomatis mengikuti arah matahari menggunakan servo motor, sedangkan mode kedua memungkinkan penyesuaian sudut panel secara manual dengan pushbutton dan rotary potentiometer.

Proses perancangan meliputi pembuatan diagram alir, skematik rangkaian, tata letak PCB, desain dudukan panel, dan pengkabelan. Pada sisi perangkat lunak, dilakukan pemrograman Arduino untuk mengimplementasikan algoritma pelacakan matahari otomatis, serta integrasi kedua mode operasi. Serangkaian pengujian telah dilakukan, dan

hasil menunjukkan sistem bekerja dengan baik sesuai tujuan penelitian.

Sistem solar tracker otomatis dua mode ini meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan memaksimalkan produksi energi listrik dari panel surya pada rumah Tongkonan. Penelitian ini berkontribusi dalam pemanfaatan energi terbarukan dan pelestarian budaya lokal dengan mengintegrasikan teknologi modern pada bangunan tradisional

Kesimpulan ditulis dalam bentuk paragraf uraian. Hindari penggunaan *bulleted list*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan kelompok atas kerja sama dan kontribusinya dalam menyelesaikan proyek ini. Kami juga menyampaikan penghargaan yang tulus kepada dosen pembimbing kami, Bapak Rudi Susanto, atas bimbingan dan dukungannya yang berharga. Terakhir, kami berterima kasih kepada Universitas Duta Bangsa yang telah menyediakan fasilitas dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- A. H. Tamari and A. Amirullah, "Kombinasi Sistem Solar Tracker Dua Sumbu dan Automatic Transfer Switch (ATS) untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Pembangkit Photovoltaic (PV) Menggunakan Sensor Photodiode dan Arduino Nano," *Rekayasa*, vol. 15, no. 2, pp. 164–174, Aug. 2022, doi: 10.21107/rekayasa.v15i2.14444.
- J. Asmi and O. Candra, "JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL)," [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>
- S. Aryza, A. D. Tarigan, S. Anisah, and S. Pengajar Fakultas Sains dan Teknologi, "RANCANG BANGUN TRACKER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN EMPAT TITIK BERBASIS MIKROKONTROLER."
- A. C. Pamungkas *et al.*, "IMPLEMENTASI RANGKAIAN LISTRIK SERI DAN PARALEL BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL RUMAH ADAT JAWA."
- M. Nurdiansyah, E. Chomper Sinurat, M. Bakri, I. Ahmad, and A. Bagus Prasetyo, "SISTEM KENDALI ROTASI MATAHARI PADA PANEL SURYA BERBASIS ARDUINO UNO," 2020.
- A. El Hammoumi, S. Motahhir, A. El Ghzizal, A. Chalh, and A. Derouich, "A simple and low-cost active dual-axis solar tracker," *Energy Sci Eng*, vol. 6, no. 5, pp. 607–620, Oct. 2018, doi: 10.1002/ese3.236.
- Z. Syahtuta and M. Haryanti, "RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER DUAL AXIS BERBASIS IOT (INTERNET OF THING)."
- R. Susato, W. Lestari, H. Hasanah, U. Duta, and B. Surakarta, "PERFORMANCE ANALYSIS OF SOLAR PANELS IN TROPICAL REGION: A STUDY CASE IN SURAKARTA INDONESIA." 2022.
- P. Pangaribuan, E. Susanto, and R. A. Pratama, "Perancangan Sistem Panel Surya Terkendali Dalam Dua Sumbu Untuk Peningkatan Efisiensi Pembangkitan Energi Listrik," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 15, no. 1, Apr. 2019, doi: 10.17529/jre.v15i1.12232.
- W. Lestari, R. Susanto, H. Hasanah, N. Nuryani, and B. Purnama, "Prediction of solar energy radiation using adaptive neuro fuzzy inference system in the tropical region," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Dec. 2019. doi: 10.1063/1.5141706.