

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA SOLAR TRACKING PADA PLTS BERBASIS ARDUINO

Oleh

Muhamad Hanafi¹, I Ketut Wiriayajati², Abdul Natsir³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Indonesia

E-mail: ¹muhamadhanafi865@gmail.com, ²kjatiwirya@unram.ac.id,

³natsir.amin@unram.ac.id

Article History:

Received: 20-09-2024

Revised: 05-10-2024

Accepted: 25-10-2024

Keywords:

PLTS, LDR, Daya, Arus

Abstract: Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang mengubah energi matahari (cahaya) menjadi energi listrik yang memanfaatkan cahaya sinar matahari. Pembangkitan listrik dapat dilakukan dengan menggunakan fotovoltaiik, yang terjadi saat ini adalah sel surya tidak dapat menyerap sinar matahari secara optimal, disebabkan karena solar cell hanya diam (statis) maka diperlukan sistem cerdas untuk pembangkit tenaga surya, untuk pembangkit listrik tenaga surya bekerja lebih optimal, untuk membuat sistem diperlukan untuk membaca data dari beberapa sensor. Untuk menemukan arah sinar matahari, digunakan sensor resistor bergantung cahaya (LDR). Pengolahan data intensitas cahaya, penentuan arah putaran motor dan data sensor lainnya akan dilakukan oleh mikrokontroler (arduino). Kemudian data yang berada di pembangkit listrik tenaga surya akan ditampilkan pada alat ukur dan diukur berapa jauh berbeda dalam tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Kemudian membandingkan daya keluaran pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem pelacakan dan tanpa pelacakan.

PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik nasional setiap tahunnya mengalami peningkatan yang pesat seiring dengan bertambah dalam segi pembangunan ekonomi dan bertambahnya jumlah penduduk. Dalam sepuluh tahun terakhir (2010- 2020), konsumsi energi final di Indonesia mengalami peningkatan dari 134 juta TOE menjadi 258 juta TOE atau tumbuh rata-rata sebesar 8,5% per tahun. Sejalan dengan meningkatnya konsumsi energi tersebut, maka penyediaan energi primer juga mengalami kenaikan, Dalam Rencana Usaha Penyediaan tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2019- 2028, target penambahan pembangkit listrik dari energi terbarukan adalah sebesar 16.714 MW. Ini untuk mencapai target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) minimum 23% pada tahun 2025. (PLN, 2019).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu pembangkit listrik alternative yang sedang dikembangkan di Indonesia karena pembangkit listrik dengan tenaga surya ini nyaris tidak berdampak buruk terhadap lingkungan dibandingkan pembangkit listrik berbahan bakar lainnya.¹ PLTS hanya memanfaatkan radiasi dari cahaya matahari yang dikonversi menjadi energi listrik. Indonesia merupakan negara yang berada di jalur katulistiwa dengan paparan sinar matahari yang sangat banyak, sehingga berpotensi dikembangkan pembangkit listrik tenaga surya.¹

Kebutuhan akan energi semakin lama semakin meningkat sebagaimana laju pertumbuhan pembangunan. Begitu juga dengan kebutuhan energi listriknya, Energi listrik merupakan energi yang digunakan terutama pada alat-alat elektronik yang menggunakan listrik sebagai sumber utamanya dan hampir di setiap bidang pembangunan membutuhkan energi listrik bagi proses kegiatannya.² Energi listrik merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. untuk itu harus menggunakan bahan-bahan energi listrik fosil secara hemat dan efisien. Keadaan geografis di Indonesia yang mempunyai intensitas cahaya matahari langsung, maka bisa dioptimalkan sebagai sumber energi pada alat yang biasa di kenal dengan panel surya.²

Umumnya pembangkit listrik tenaga surya diletakkan pada posisi tetap atau fixed tilt, sehingga cahaya matahari yang diterima kurang optimal. Hal ini disebabkan karena saat matahari terbit, posisi panel surya tidak tegak lurus terhadap sinar matahari. Panel surya perlu digerakkan mengikuti pergerakan matahari untuk mendapatkan sinar matahari yang optimal. Dengan melakukan optimasi berbasis metode konvensional dan cerdas.³

Oleh karena itu, untuk mendapatkan efisiensi maksimum dari cahaya matahari, maka panel surya harus selalu dalam posisi menghadap arah cahaya matahari. Dengan pengetahuan rotasi bumi, maka letak matahari tidak selalu sama setiap waktu. Pada waktu tertentu, matahari berada di belahan bumi utara, terkadang pula berada di belahan bumi selatan ataupun di garis khatulistiwa. Sehingga mengakibatkan sel surya tidak mampu menyerap energi matahari secara maksimal karena perubahan posisi matahari di 2 setiap waktunya. Untuk mendapatkan efisiensi maksimum, maka panel surya harus mengikuti pergerakan matahari. Posisi sel surya terhadap matahari harus dikendalikan secara otomatis berdasarkan arah matahari dengan menggunakan penggerak modul sel surya menggunakan teknologi sistem instrumentasi mikrokontroler.

Berdasarkan paparan diatas, pada penelitian ini akan melakukan rancang bangun sistem tracking panel surya menggunakan perangkat keras arduino. Sistem tracking ini berfungsi menggerakkan panel surya mengikuti pergerakan matahari menggunakan sensor, panel surya digerakkan oleh motor servo. RTC (Real Time Clock) berfungsi untuk memberikan input waktu pada sistem tracking. Sistem tracking ini bersifat mandiri karena suplai tegangan diperoleh dari baterai, sehingga tidak bergantung pada catu daya dan dilengkapi juga dengan sistem charging yang berfungsi mengisi baterai dengan panel surya.

LANDASAN TEORI

Solar tracking yang dirancang menggunakan sebuah sistem minimum Arduino uno dan mikrokontroler ATmega 328 sebagai pusat kendali. Terdapat 5 titik sensor LDR dengan outputnya berupa pergerakan motor servo. Dari 5 titik LDR yang digunakan 4 titik diantaranya diletakkan pada kondisi keempat penjuru mata angin dan 1 titik ditempatkan

ditengah-tengahnya sebagai pembanding dari masing-masing fokus yang diterima oleh LDR terkuat. Hasil perancangan menemukan kepekaan paling kuat dari LDR akan diikuti oleh pergerakan panel surya. Nilai kepekaan yang sama antara salah satu LDR yang diikuti tersebut dengan LDR yang ditengah sebagai pembandingnya. Dengan kondisi ini maka panel surya akan selalu mendapatkan sinar matahari secara optimal.[4]

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) 100 Wp dengan menggunakan inverter 1000 watt, sedangkan penelitiannya menggunakan metode Research and Development, dengan tahapan meliputi Analisis sistem, Perancangan, Implementasi dan Pengujian. Pembuatan PLTS dilakukan dengan cara identifikasi komponen-komponen seperti panel surya, wattmeter DC, SCC (Solar Charge Controller), baterai, MCB 1 Fasa, dan Wattmeter AC. Dapat disimpulkan untuk mendapatkan energi listrik, kondisi cuaca sangat mempengaruhi sistem kerja panel surya.[5]

Sistem tracking panel surya ini akan mendeteksi setting waktu yang diinput oleh RTC (Real Time Clock). Pembuatan sistem ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pertama adalah perancangan perangkat keras (hardware) yang terdiri dari perancangan perangkat elektronika dan perancangan perangkat mekanik. Kedua adalah perancangan perangkat lunak (software). Pemrograman sistem tracking menggunakan software arduino. Panel surya digerakkan dengan menggunakan motor servo yang bergerak sesuai input waktu yang diberikan oleh RTC.[6]

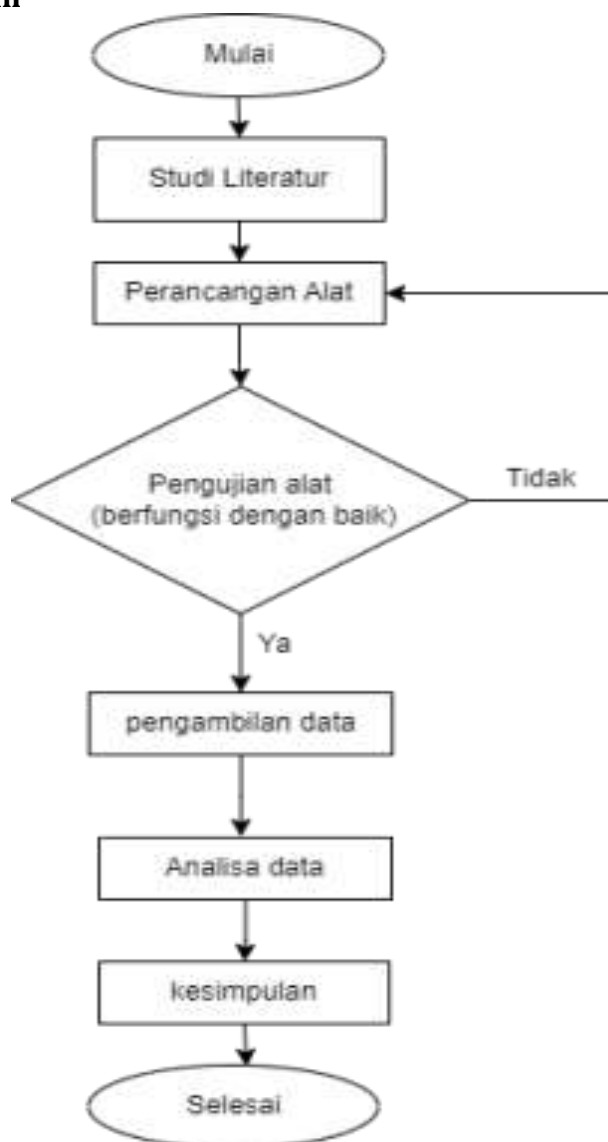
Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan metode yang dapat menggerakkan posisi sel surya agar selalu mengikuti arah pergerakan matahari yaitu metode solar tracker dual axis yang dimana dengan menggunakan metode ini dalam penyerapan energi matahari lebih optimal. Solar tracker dual axis dimanfaatkan sebagai optimalisasi dari penerimaan energi matahari oleh panel surya, terdapat 4 buah sensor cahaya yang bekerja pada sistem ini yang fungsinya membaca pergeseran matahari yang ditempatkan dengan sudut berbeda pada sel surya.[7]

Gerak semu tahunan matahari adalah pergerakan semu matahari yang seolah-olah bergerak dari selatan ke utara dan kembali ke selatan setiap tahunnya. Hal ini terjadi karena Bumi mengelilingi matahari (revolusi) dengan poros yang miring sehingga yang condong ke matahari kadang kutub utara dan kadang kutub selatan Bumi.[8] Fenomena ini menyebabkan matahari tidak terbit dan terbenam di posisi yang sama sepanjang tahun (bergeser dari utara ke selatan atau sebaliknya dari hari ke hari) serta pergantian musim di belahan Bumi utara dan selatan. [9]

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini dibahas tentang perencanaan penelitian solar tracker untuk pembangkit listrik tenaga surya skala kecil. Langkah-langkah yang dijelaskan meliputi tahapan penelitian, pemilihan bahan dan komponen, dan algoritma. Selain itu dilakukan perincian dalam pemilihan jenis solar cell yang digunakan, komponen seperti motor DC sebagai penggerak, serta dalam penentuan jumlah sensor LDR yang diperlukan untuk melacak cahaya dan selanjutnya dikirim ke mikrokontroler.

Tahapan Penelitian



Gambar 1 Tahap penelitian

Analisis data menggunakan metode komparatif, dimana mengetahui perbedaan hasil daya yang didapatkan oleh panel surya statis dan solar tracker menggunakan multimeter untuk mengukur tegangan (V) dan tang ampere untuk mengukur arus (I). Hasil pengukuran nilai tegangan dan arus kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan daya listrik, dilanjutkan perhitungan prensentase peningkatan arus dan daya listrik pada panel surya statis maupun menggunakan solar tracker. Dilakukan analisis perbandingan untuk melihat efisiensi alat, pengolahan data analisis menggunakan software Microsoft Exel. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

Pembangkit Tenaga Listrik (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem yang digunakan untuk menghasilkan

listrik dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk panel surya fotovoltaik (PV), inverter, dan komponen pendukung lainnya

Penelitian ini memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya skala kecil. Konsep ini dirancang untuk menghasilkan listrik dari energi matahari dalam kapasitas yang relatif kecil, biasanya untuk penggunaan rumah tangga atau aplikasi terlokalisasi. Selain menjadi sumber listrik yang bersih dan ramah lingkungan, pembangkit listrik surya skala kecil juga cocok untuk aplikasi terlokalisasi seperti pencahayaan taman, pompa air, atau sistem pemantauan jarak jauh. Pemeliharaannya biasanya minimal, dengan perluasan pembersihan panel surya dan pemeriksaan rutin sebagai tindakan utama.

Panel Surya

Panel surya banyak digunakan sebagai sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik. Mereka dapat dipasang di berbagai lokasi, termasuk atap bangunan, lahan terbuka, dan aplikasi portabel seperti pengisian perangkat elektronik. Keuntungan utama dari panel surya adalah sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan, serta mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Energi matahari tersedia dalam jumlah besar di Indonesia [10], menjadikannya sumber daya yang sangat potensial. Dalam penelitian ini, digunakan panel surya 10 Wp untuk menyerap daya matahari, seperti yang terlihat pada Gambar 2



Gambar 2 panel surya

Solar Traker

Solar tracker adalah sistem yang dirancang untuk mengikuti pergerakan matahari sepanjang satu sumbu tertentu. Tujuan utama dari sistem ini adalah meningkatkan efisiensi penangkapan energi surya dengan menggerakkan panel surya atau modul fotovoltaik agar selalu menghadap langsung ke matahari sepanjang hari. Dengan metode ini, panel surya dapat menangkap lebih banyak cahaya matahari sesuai dengan pergerakan matahari, sehingga meningkatkan produksi energi.

3564

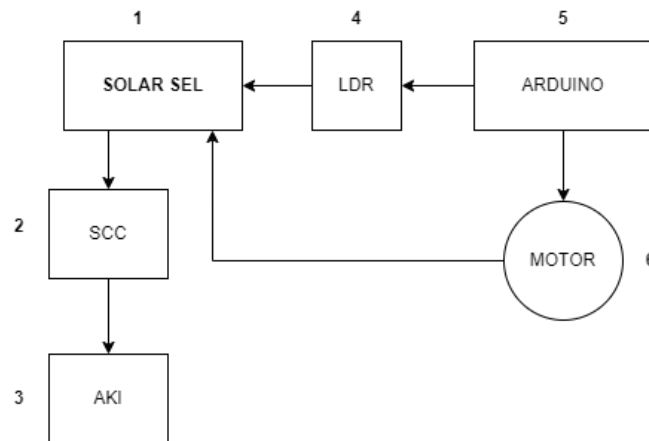
JIRK

Journal of Innovation Research and Knowledge

Vol.4, No.6, Nopember 2024



Blok Diagram

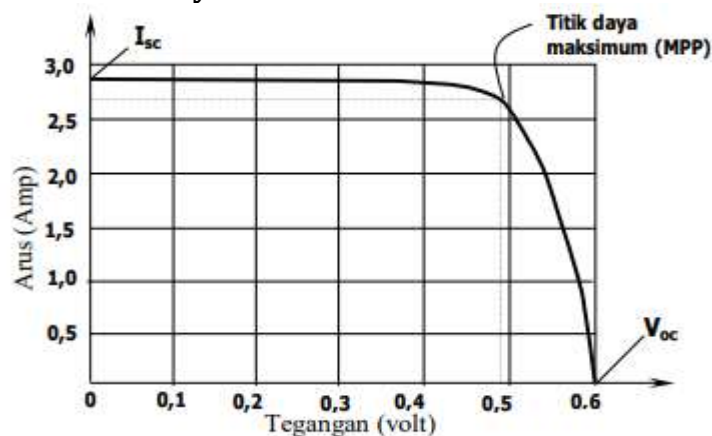


Gambar 2 Diagram Blok *System Solar Tracker*

1. **SOLAR SEL:** Sebagai media utama yang digunakan untuk penerima sinar matahari yang berfungsi sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik (DC)
2. **SCC:** sebagai pengatur tegangan yang akan disalurkan ke aki
3. **AKI:** Digunakan untuk penyimpanan energi yang diterima oleh solar sel
4. **LDR:** Sebagai pendeteksi intensitas sinar matahari yang paling tinggi untuk mengarahkan Photovoltaic (PV) ke arah sensor LDR tersebut.
5. **ARDUINO:** Sebagai mikrokontroler dari sensor cahaya (LDR) untuk mengoperasikan Motor
6. **MOTOR:** Penggerak solar sel secara horizontal sesuai dengan intensitas cahaya yang dibaca oleh sensor LDR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik karakteristik I-V sel surya



Gambar 3 Grafik Karakteristik I-V Sel Surya

Dari gambar 3.1 dapat dilihat karakteristik sel surya, yaitu semakin besar nilai tegangan maka arus yang mengalir semakin kecil. Karakteristik tersebut berbeda dengan sumber tegangan (*voltage source*) maupun sumber arus (*current source*). Sumber tegangan

yang ideal akan memberikan tegangan yang konstan ketika diberikan beban yang bervariasi dan sumber arus yang ideal akan memberikan arus yang konstan ketika diberikan beban yang bervariasi. Dengan demikian sel surya tidak bisa disebut sebagai sumber tegangan maupun sumber arus.

Pengukuran Tegangan dan Arus Panel Surya

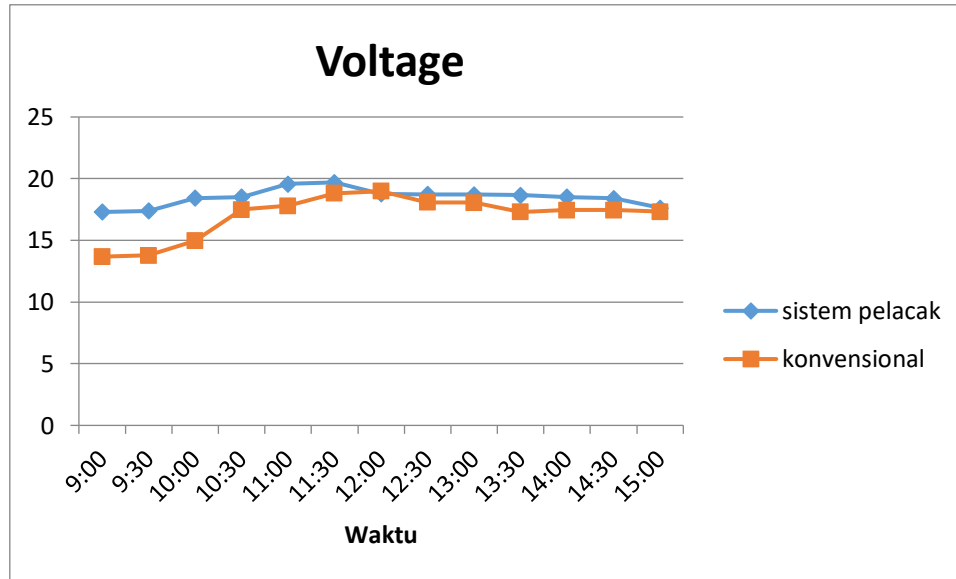
Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan proses penyerapan pada solar tracker dengan posisi tetap atau tracker pada jam 09.00 sampai 15.00 kemudian mengumpulkan data terkait daya yang dihasilkan oleh sistem, tegangan dan arus yang terukur selama penerapan alat. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja sistem. Data-data yang dikumpulkan selama pengujian ini dianalisis efisiensi dan produktivitas sistem dalam menghasilkan energi listrik dari panel surya. Data hasil dari pengujian yang telah dilakukan tersedia pada Tabel 2

Tabel 1 Hasil pengukuran solar panel

Waktu	Sistem pelacak			konvensional		
	Tegangan (Volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)	Tegangan (Volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
09:00	17,3	0,3	5,19	13,68	0,28	3,8
09:30	17,39	0,39	6,77	13,78	0,3	4,2
10:00	18,43	0,43	7,91	14,97	0,31	4,6
10:30	18,52	0,52	9,63	17,49	0,38	6,6
11:00	19,58	0,58	11,3	17,81	0,5	8,9
11:30	19,7	0,7	13,8	18,81	0,58	10,1
12:00	18,78	0,78	14,7	18,98	0,71	13,5
12:30	18,73	0,73	13,7	18,09	0,68	12,3
13:00	18,7	0,7	13,1	18,07	0,52	9,4
13:30	18,67	0,67	12,6	17,31	0,4	6,9
14:00	18,52	0,57	10,7	17,46	0,4	6,99
14:30	18,41	0,41	7,6	17,46	0,38	6,63
15:00	17,62	0,37	6,6	17,32	0,35	6,06

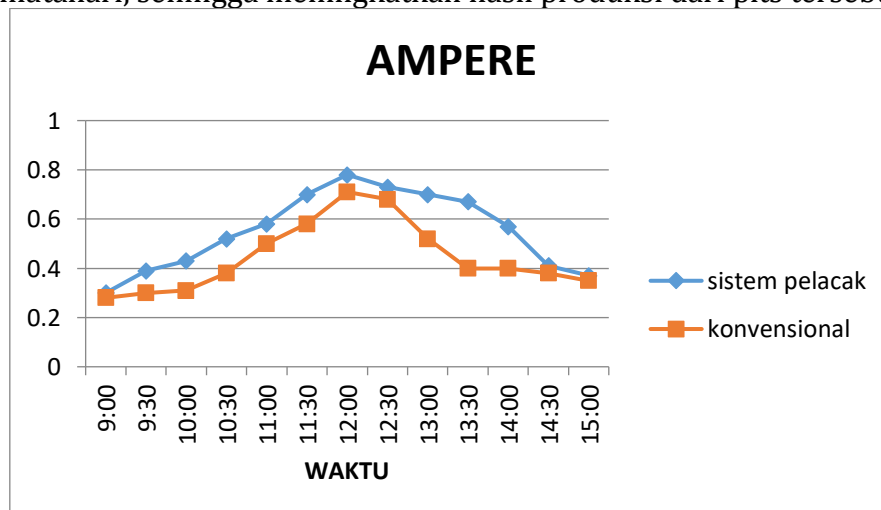
Tabel 1 menyajikan data waktu, tegangan (*voltage*), arus (*ampere*), dan daya (*watt*), yang berguna untuk menampilkan hasil pengujian secara terstruktur. Tabel ini menunjukkan nilai rata-rata atau average dari hasil akhir pengujian.

Data-data tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memberikan gambaran yang lebih jelas dan informatif. Hasil data dari panel surya yang divisualisasikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6, yang menampilkan variasi tegangan, arus, dan daya sepanjang waktu pengujian, sehingga memberikan wawasan mendalam tentang efisiensi dan efektivitas panel surya dalam kondisi pengujian yang dilakukan.



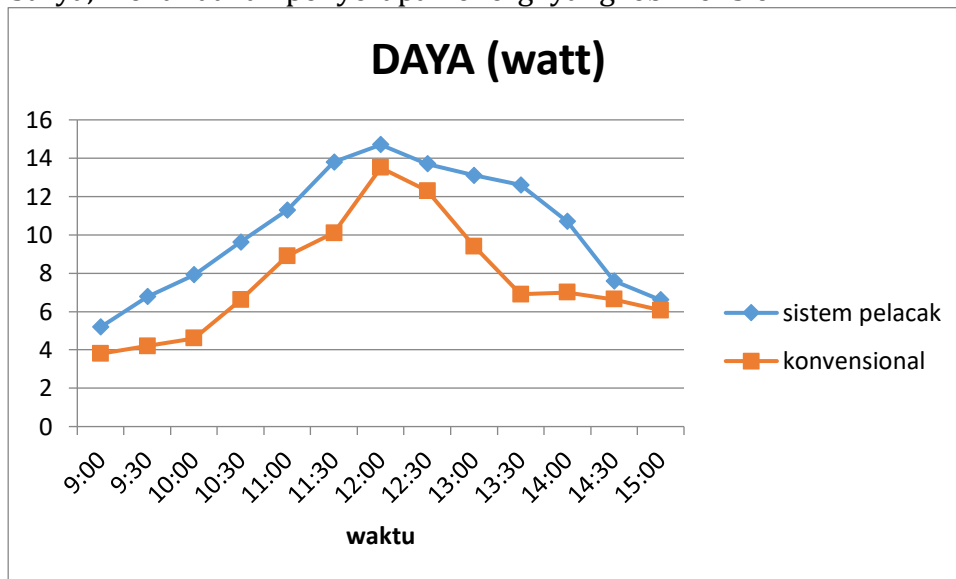
Gambar 4 grafik tegangan (Voltage)

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dalam hal tegangan (voltage), sistem solar tracker mendapatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi tetap (konvensional). Didapatkan rata-rata nilai tegangan yang diukur pada solar tracker adalah sebesar 18.49 volt, sedangkan pada posisi tetap hanya sebesar 17.01 volt. Dari angka tersebut menunjukkan bahwa solar tracker mampu mendapatkan penyerapan energi yang optimal dari matahari, sehingga meningkatkan hasil produksi dari plts tersebut.



Gambar 5 grafik Arus (Ampere)

Untuk nilai arus (ampere), hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa sistem solar tracker menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi tetap (*konvensional*). Didapatkan rata-rata nilai arus yang diukur pada solar tracker adalah sebesar 0.56 ampere, sedangkan pada posisi tetap hanya sebesar 0.44 ampere. Hal ini menunjukkan bahwa solar *tracker* tidak hanya meningkatkan tegangan tetapi juga arus yang dihasilkan oleh panel surya, menandakan penyerapan energi yang lebih efisien



Gambar 6 grafik Daya (Watt)

Selain itu, dalam hal daya (watt), sistem solar tracker kembali menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan posisi tetap. Didapatkan rata-rata nilai daya yang diukur pada solar tracker adalah sebesar 10.3 watt, sedangkan pada posisi tetap hanya sebesar 7,7 watt. Hasil nilai ini menunjukkan bahwa solar *tracker* secara keseluruhan meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan menghasilkan lebih banyak daya dari panel surya.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan cahaya matahari yang dikonversikan melalui panel surya menjadi energi listrik umumnya hanya dalam posisi tetap dan dinilai kurang optimal.
2. Penyerapan energi matahari lebih maksimal jika menggunakan solar tracker karena posisi panel surya akan selalu mengikuti pergerakan matahari melalui sensor cahaya (LDR).
3. Dari perhitungan total energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dengan solar tracker lebih besar 10,3Watt dibandingkan dengan panel surya tanpa solar tracker (statis) 7,7 Watt.
4. Penggunaan sistem solar tracker panel surya lebih efisien dan dapat membantu penyerapan cahaya matahari dengan maksimal ke panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Swamardika, I. B. A., Wijaya, I. W. A., & W, I. M. B. P. (2015). Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino. E-Journal SPEKTRUM, 2(2), 115–120
- [2] Sukisno, Wuni Frantika Winda. "Analisa Perancangan Sistem Informasi Tracking Acuan Quality Departemen Brushing Berbasis web" 2017. JUTIS Journal of Informatics Engineering Vol.5 No.1.
- [3] Jeneiro Rezkyanzah, Lasman P, Purba, Chrystia Aji Putra, "Perancangan Solar Tracker Berbasis Arduino Sebagai Penunjang Sistem Kerja Solar Cell Dalam Penyerapan Energi Matahari" Juni 2016. ejournal UPN Veteran, SCAN Vol. XI Nomor 2.
- [4] Mardjun, I., Abdussamad, S., & Abdullah, R. K. (2018). Rancang Bangun Solar Tracking Berbasis Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro, 1(2), 19–24.
- [5] Liestyowati, D., Rachman, I., Firmansyah, E., & Mujiburrohman, M. (2022). Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLts) Berkapasitas 100 Wp Dengan Inverter 1000 Watt. INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi, 1(5), 623– 643. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.1027>
- [6] Nanda, L., Daguspta, A., & Rout, U.K.(2017). Smart solar tracking system for optimal power generation. 3rd IEEE internasional conference on <https://doi.org/10.1109/CIACT.2017.7977340>
- [7] Hidayati, Q., Yanti, N., & Jamal, N. (2020). Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Solar Tracker Dual Axis Dual Axis Solar Tracking System for Power Generation. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan, 68–75.
- [8] Cahya Fajar Budi Hartanto, M.Mar., M.Si; Agus Pamungkas, A.Md. Ilmu Pelayaran Astronomi untuk ANT-III dan IV. Penerbit LeutikaPrio. hlm. 13–14. ISBN 978-602-371-252-6. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2023-08-01. Diakses tanggal 2019-12-26
- [9] Raharto, Moedji; Surya, Dede Jaenal Arifin (2011). "Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-Bayang Gnomon oleh Matahari". *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*. Universitas Indonesia. **11** (1): 23–29. ISSN 0854-3046. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2023-03-26. Diakses tanggal 2019-12-26
- [10] Balisranislam, P. Harahap, & S. Lubis, Perancangan Alat Inverter Energi Listrik Menggunakan Simulink Matlab, Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur, dan Energi, Vol. 4, No. 2, pp. 91–98, 2021.