

Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari

Ilham Ramli
Departemen Teknik Elektro
Universitas Hasanuddin
Makassar
ramli04d@student.unhas.ac.id

Faizal Arya Samman
Departemen Teknik Elektro
Universitas Hasanuddin
Makassar
faizalas@unhas.ac.id

Sri Mawar Said
Departemen Teknik Elektro
Universitas Hasanuddin
Makassar
srimawarsaid@yahoo.com

Abstract—Panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari merupakan sebuah sistem yang mampu untuk menggerakkan panel surya untuk selalu mengikuti pergerakan dari sumber matahari secara otomatis. Pergerakan dari sistem pelacakan ini memiliki dua arah pergerakan atau sering disebut *Dual Axis*. Sistem ini dilengkapi dengan sensor sudut atau MPU6050 yang mampu mendeteksi kemiringan panel surya, RTC DS1302 sebagai pewaktu atau timer, microcontroller Arduino mega yang berfungsi sebagai kontrol dari sistem pelacakan arah sinar matahari. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pelacakan arah sinar matahari yang telah dirancang dan diimplementasikan mampu untuk menggerakkan panel surya untuk selalu tegak lurus dengan arah datangnya sumber cahaya. Sistem ini lebih efektif untuk meningkatkan hasil energi yang dihasilkan oleh panel surya dibandingkan dengan menempatkan panel surya pada sudut elevasi tertentu. Selain itu, dengan menggunakan sistem ini panel surya dapat menghasilkan daya rata-rata sebesar 186.29 Wattpeak dan total energi rata-rata sebesar 825.44Wh sedangkan untuk panel surya tanpa sistem pelacakan matahari hanya dapat menghasilkan daya rata-rata sebesar 162.13 Wattpeak dan total energi rata-rata sebesar 511.70Wh.

Keywords—*Dual Axis, MPU6050, RTC, solar tracking*

I. PENDAHULUAN

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi baru terbarukan yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik. Energi baru terbarukan (EBT) mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas, dan batu bara yang semakin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan [1].

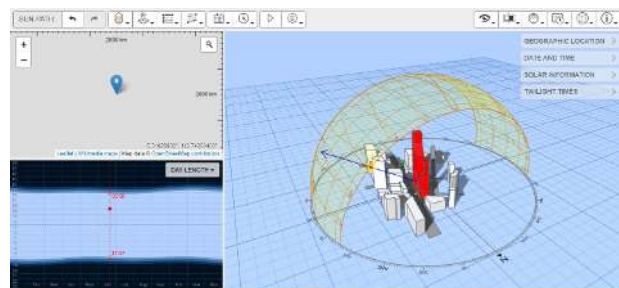
Wilayah Indonesia yang merupakan daerah khatulistiwa sangat besar potensinya untuk pembangkit bersumber dari energi matahari. Dimana sinar matahari yang diterima oleh bumi mencapai 1000W/m^2 . Teknologi energi surya photovoltaic adalah teknologi pemanfaatan energi surya dengan cara mengkonversikan energi surya menjadi arus listrik dengan piranti semikonduktor yang disebut sel surya (*solar cell*). Jumlah energi matahari yang dihasilkan perangkat sel surya ditentukan oleh posisi dan kemiringan panel terhadap arah datangnya matahari. Pemasangan panel surya secara permanen tidak akan mendapatkan cahaya matahari maksimal, sehingga energi listrik yang dihasilkan pun tidak maksimal.

Agar dapat menyerap energi matahari secara maksimal, maka diperlukan suatu alat penggerak aktif yang dapat bergerak mengikuti arah pergerakan matahari. Hal tersebut yang menjadi latar belakang penelitian ini, dimana dirancang sistem mekanik penggerak dua axis berbasis sensor sudut MPU6050 dan timer RTC DS1302.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rancangan alat dan mengetahui hasil pengujian sistem pelacakan arah sinar matahari untuk mengetahui peningkatan output panel surya. Skema pengendalian menggunakan microcontroller Arduino mega dengan dua variabel masukan yaitu output dari sensor sudut MPU6050 dan output dari sensor waktu RTC DS1302. Sedangkan keluaran sistem kendali berupa sinyal nilai PWM yang menjadi input driver motor untuk menggerakkan linear actuator.

A. Sun Path

Sun Path adalah alat visualisasi penting yang dapat digunakan untuk memodelkan dan menampilkan jalur matahari saat bergerak di langit. Seperti yang diamati dari geografis lokasi tertentu di permukaan bumi. Diagram ini menggunakan rangka astronomi untuk memberikan representasi dua atau tiga dimensi dari lintasan pergerakan matahari di langit seperti yang diamati pada lokasi tertentu [2].

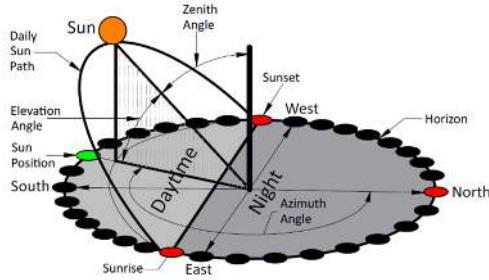


Gambar 1. Sun path [3]

B. Vektor Posisi Matahari

Setiap sistem pelacakan matahari yang andal harus dapat melacak matahari pada sudut yang tepat, bahkan selama matahari tertutup oleh awan. Berbagai jenis desain pelacakan matahari telah diusulkan untuk meningkatkan kinerja pemanfaatan energi surya. Vektor matahari atau posisi matahari dijelaskan dalam bentuk Azimuth matahari dan sudut elevasi terhadap pengamat di lokasi geografis tertentu pada permukaan bumi. Gambar 2 menunjukkan ilustrasi

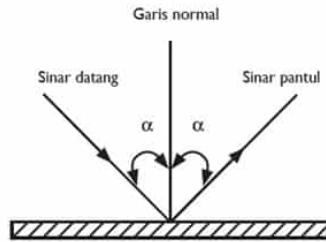
vektor matahari dan sudut matahari yang perlu dipertimbangkan ketika panel surya melacak matahari menggunakan sistem kontrol [4].



Gambar 2. Vektor posisi matahari

C. Pengaruh Sudut Datang Terhadap Radiasi Matahari yang Diterima

Besar radiasi yang di terima panel sel surya di pengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara sinar datang dengan komponen tegak lurus dengan bidang panel [5].



Gambar 3. Sudut datang dan sudut pantul

D. Latitude (Garis Lintang)

Latitude adalah sudut lokasi di sebelah utara atau selatan dari equator (khatulistiwa). Apabila sudut lokasi terletak disebelah utara khatulistiwa maka nilai sudut akan bernilai positif sedangkan sudut lokasi yang terletak disebelah selatan khatulistiwa maka nilai sudut akan bernilai negatif.

E. Sudut Jam Matahari (ω)

Sudut jam matahari adalah sudut penyimpangan matahari di sebelah timur atau barat garis bujur karena rotasi pada porosnya sebesar 15° perjam, dimana sebelum jam 12.00 nilai sudut akan bernilai negatif sedangkan setelah jam 12.00 nilai sudut akan bernilai positif.

$$\omega = (t_s - 12) * \frac{360}{24} \tag{1}$$

Dimana:

t_s = Waktu (jam)

ω = Sudut jam matahari (°)

F. Sudut Deklinasi(δ)

Sudut deklinasi adalah sudut posisi matahari terhadap bidang khatulistiwa, dimana nilai sudut akan bernilai positif apabila berada digaris lintang utara dan bernilai negatif apabila berada digaris lintang selatan. Deklinasi dapat diperoleh menggunakan persamaan.

$$\delta = 23.45^\circ \sin\left(360 * \frac{284+N}{365}\right) \tag{2}$$

Dimana:

δ = Sudut deklinasi (°)

N = Menyatakan nomor urut hari dalam satu tahun

23.45° = Besar sudut inklinasi bumi (sudut antara sumbu rotasi dengan bidang orbit matahari)

G. Solar Tracking System

Solar tracking system adalah sebuah sistem tracking yang mampu untuk menggerakkan sebuah panel surya agar dapat mengikuti pergerakan dari arah datangnya cahaya matahari.

Ada dua jenis sistem tracking yang dapat digunakan yaitu *single axis tracking system* dan *dual axis tracking system*. Perbedaan kedua sistem tersebut terletak pada jumlah sumbu yang digunakan, *single axis* hanya menggunakan satu sumbu sehingga pergerakannya hanya satu arah yaitu bolak-balik. Sedangkan *dual axis* menggunakan 2 sumbu yaitu x dan y, dimana sumbu x akan menghasilkan pergerakan perputaran secara horizontal, sedangkan sumbu y akan menghasilkan pergerakan secara vertikal [6].

II. PENELITIAN TERKAIT

Penulis sedikit banyak terinspirasi dan mereferensi dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan latar belakang masalah pada penelitian ini. Berikut penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini antara lain:

Penelitian yang dilakukan oleh Nadia Al-Rousan, 2020 “Efficient single and dual axis solar tracking system controllers based on adaptive neural fuzzy inference system” [7]. Menggunakan input tahun, bulan, dan hari untuk menentukan peramalan lokasi matahari dalam bentuk sudut azimuth dan altitude. Memberikan hasil akhir penelitian yaitu prediction rate dalam menentukan arah pergerakan panel surya sebesar 83.01%.

Penelitian yang dilakukan oleh Hassan Fathabadi, 2016 “High Accurate Sensorless Dual-Axis Solar Tracking System Controlled by Maximum Power Point Tracking Unit of Photovoltaic” [8]. Menggunakan output PV untuk menentukan titik optimum daya keluaran kemudian menggunakan sudut deviasi altitude dan azimuth untuk mengarahkan PV menemukan daya optimum tadi. Memberikan hasil peningkatan efisiensi panel surya sebesar 28.8-43.6%.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuwaldi Away, 2016 “Dual-axis sun tracker sensor based on tetrahedron geometry” [9]. Menggunakan 3 buah sensor cahaya Light Dependent Resistor (LDR) yang disusun pada sebuah bangun piramida atau disebut sebagai tetrahedron geometry, sensor ini mampu menggerakkan panel surya dual-axis. Adapun hasil dari penelitian ini yaitu mampu mendeteksi sumber cahaya dengan Field of View (FOV) sebesar 289.4° dengan tingkat error sebesar 1.67%

Penelitian yang dilakukan oleh Simoni Perini, 2017 “Theoretical and experimental analysis of an innovative dual-axis tracking linear Fresnel lenses concentrated solar thermal collector” [10]. Menggunakan Lensa Fresnel untuk mengkonsentrasikan sinar matahari yang jatuh ke panel surya, lensa fresnel inilah yang di gerakkan mengikuti matahari sehingga sinar matahari yang di konsentrasikan

tetap tegak lurus dengan panel surya. Adapun hasil akhir dari penelitian ini yaitu mampu menurunkan suhu panel surya sebesar 40⁰, meningkatkan efisiensi panel surya sebesar 20%

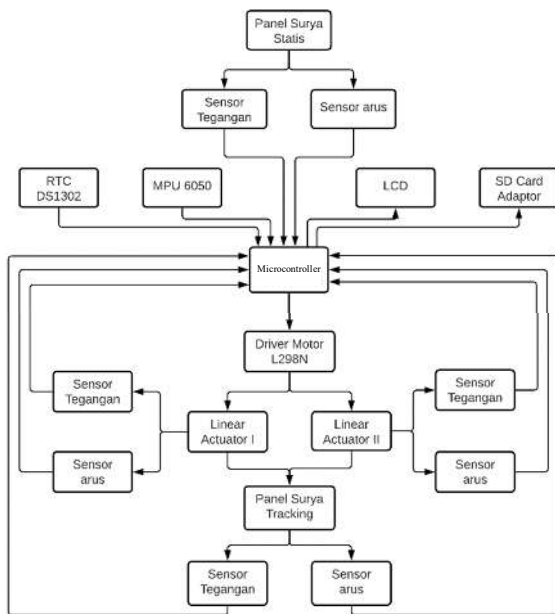
Selanjutnya penelitian yang akan dilakukan dengan judul “Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari” dengan metode Scanning for first initiation, dimana menggunakan metode scanning di awal pergerakan untuk menentukan daya maximum yang dihasilkan oleh panel surya, apabila daya maksimum sudah ditentukan maka panel surya akan menuju sudut dimana daya maksimum tadi dihasilkan. Dan selanjutnya panel akan bergerak lurus mengikuti algoritma Hours Angle yang telah ditentukan. Tetapi apabila terkendala oleh kondisi cuaca dan tidak bisa menemukan sudut yang diinginkan maka panel surya akan menggunakan data sudut sebelumnya yang telah di instal di dalam program.

III. PERANCANGAN SISTEM

Pada proses perancangan sistem terlebih dahulu dibuat dalam software easy eda untuk rangkaian elektronik yang akan dibuat nantinya, dan penggunaan software desain 3D Sketchup dalam pembuatan model alat, hal ini dilakukan peneliti untuk mempermudah dalam penentuan letak pemasangan komponen nantinya.

A. Perancangan Hardware

Diagram Hardware sistem pelacakan arah sinar matahari secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4. Diagram sistem

Pada Gambar 4 terdapat empat bagian sistem yaitu mikrokontroler, sensor, motor, dan monitoring. Pada bagian mikrokontroler terdapat Arduino Mega 2560 yang sudah di program. Arduino Mega digunakan sebagai pusat dari sistem kontrol.

Pada bagian sensor terdapat dua tipe sensor yang digunakan yaitu sensor *accelerometer* yaitu MPU6050 dan sensor timer yaitu RTC DS1302, sensor MPU6050 berfungsi

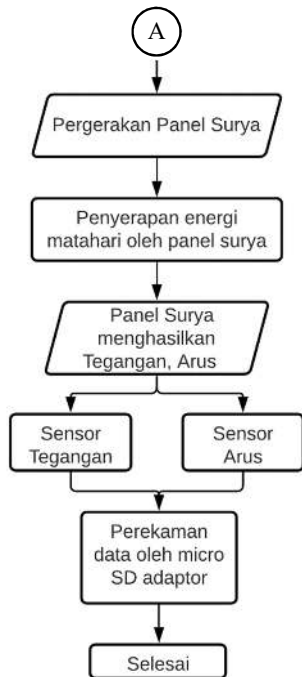
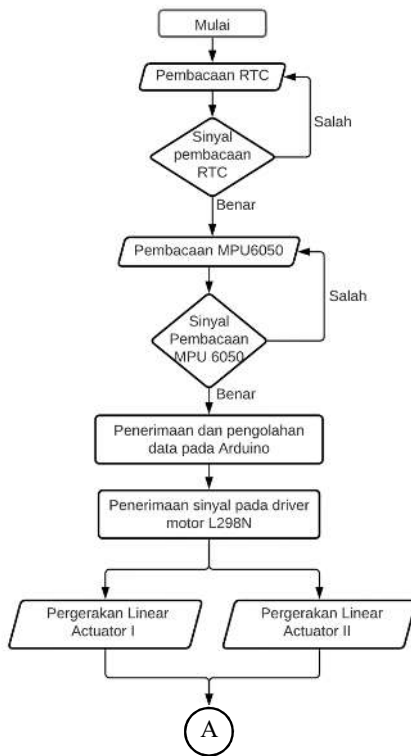
untuk mengetahui sudut dari panel surya, sensor ini bisa mengetahui tiga sudut dalam bentuk 3 dimensi yaitu, pitch, yaw, dan roll, tetapi pada penelitian ini hanya menggunakan dua sudut yaitu pitch sebagai sudut deklinasi panel surya dan yaw sebagai sudut azimuth panel surya. Adapun sensor RTC berfungsi sebagai pewaktu untuk menggerakkan panel surya setiap 15 menit.

Pada bagian motor terdapat modul L298N. modul ini berfungsi sebagai sistem yang mengontrol linear actuator. Linear actuator berfungsi untuk menggerakkan panel surya sesuai dengan nilai inputan yang masuk.

Pada bagian monitoring terdapat modul SD Card adaptor yang berfungsi merekam data tegangan, arus, daya, dan energi yang dihasilkan oleh panel surya dengan sistem pelacakan ataupun panel surya tanpa sistem pelacakan. Selain itu sistem monitoring juga merekam data konsumsi motor linear. Proses perekaman dilakukan secara real-time dan bersamaan, proses ini dilakukan setiap 15 detik.

Diagram *Flow Chart* Sistem Pelacakan arah sinar matahari.

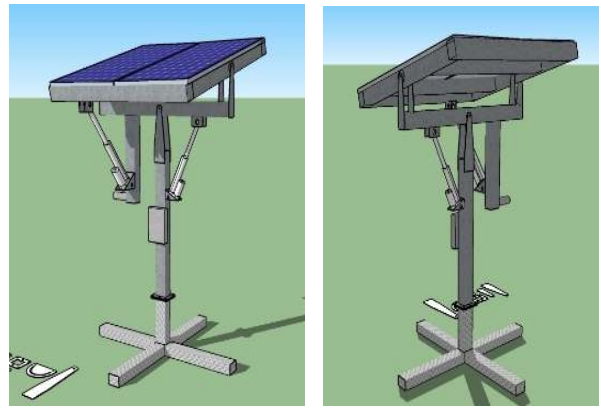
Pada sistem ini terdapat sensor RTC yang menentukan kapan waktu bergerak atau tidaknya panel surya sesuai dengan program yang dibuat. Ketika RTC menunjukkan waktu yang telah ditentukan dalam hal ini setiap 15 menit maka akan menggerakkan panel surya ke sudut yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun sensor MPU6050 untuk mengetahui sudut real time dari panel surya, apabila sudut yang dibentuk oleh panel surya < dari sudut yang telah ditentukan maka Arduino Mega mengirim sinyal ke Driver Motor untuk menggerakkan motor DC di linear actuator secara Clock Wise (CW) yang menyebabkan linear actuator bergerak memanjang, dan apabila sudut yang dibentuk panel surya > dari sudut yang telah ditentukan maka Arduino Mega mengirim sinyal ke Driver Motor untuk menggerakkan motor DC di linear actuator secara Counter Clock Wise (CCW) yang menyebabkan linear actuator bergerak memendek. Proses looping program ini dilakukan selama 1 menit hingga menemukan sudut yang tepat. Jalannya program ditunjukkan melalui diagram alir di bawah.



Gambar 5. Flow chart sistem

B. Desain Perancangan Alat

Sebelum merakit sistem pelacakan arah sinar matahari maka peneliti membuat desain perancangan alat yang akan digunakan sebagai berikut:

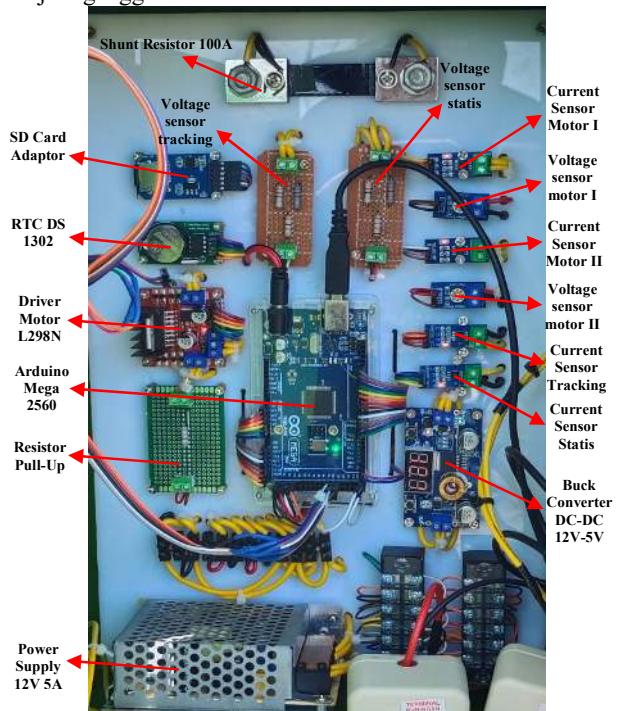


Gambar 6. Desain 3D perancangan alat

Desain perancangan alat berguna untuk memudahkan peneliti dalam merakit alat dan menentukan penempatan komponen yang akan digunakan. Pada desain ini, penempatan MPU6050 diletakkan di sisi bawah panel surya serta controller di letakkan dalam box yang melekat pada tiang alat.

C. Bentuk Fisik Komponen Controller

Komponen controller dan monitoring diletakkan dalam 1 box yang sama untuk mempermudah maintenance apabila terjadi gangguan di kemudian hari

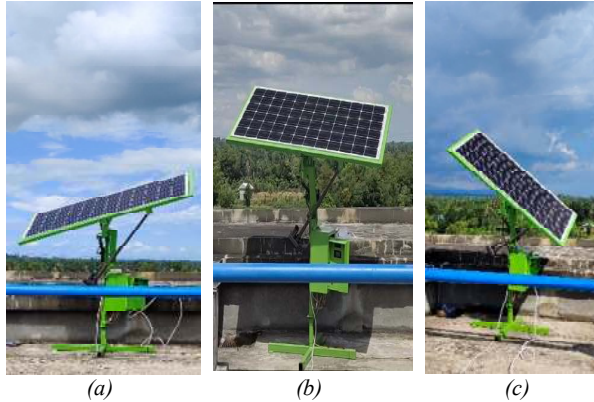


Gambar 7. Bentuk fisik rangkaian controller

Pada Gambar 7 terlihat bentuk fisik dari controller panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari, Sensor tegangan yang digunakan ada dua jenis yaitu 0-25V dan 0-50V. Untuk komponen sensor arus menggunakan jenis ACS712 5A. adapun tempat melekatnya komponen menggunakan papan jenis *Acrylic*.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini merupakan pengujian keseluruhan alat untuk mengetahui hasil kerja dari sistem pelacakan arah sinar matahari, apakah sistem ini mengikuti gerak dari sumber cahaya atau tidak. Pengujian dilakukan diluar ruangan yaitu di rooftop gedung elektro fakultas teknik universitas Hasanuddin Gowa. Adapun waktu pelaksanaan pengujian dilakukan pada pukul 10.00-14.00 dengan asumsi mendapatkan sinar matahari secara optimal, karena berdasarkan data BMKG waktu tersebut merupakan waktu optimal penyinaran matahari. Adapun posisi panel surya pada pagi hari jam 8.00 -10.00 dapat dilihat pada Gambar 8(a).



Gambar 8 Posisi PV tracker jam 8.00-17.00

Pada siang hari jam 12.00, posisi panel surya berada pada sudut azimuth 90° dan deklinasi 23° . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8(b).

Pada sore hari jam 15.00 – 17.00, posisi panel surya berada pada kemiringan -30° untuk sudut azimuth, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8(c).

IV. HASIL PEGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pada proses pengukuran digunakan dua metode, yaitu pengukuran pada panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari dan pengukuran pada panel surya tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari. Proses monitoring dilakukan secara real time dan dilakukan pencatatan secara otomatis ke dalam micro SD, proses pencatatan dilakukan setiap 15 detik. Adapun beban atau load dari panel surya yaitu beban resistif dengan spesifikasi 300Watt/10Ω. Variabel yang dibandingkan antara lain tegangan output, arus output, daya output, dan energi output

Dari seluruh pengujian sistem yang dirancang dan diimplementasikan dengan tujuan untuk mengetahui hasil keluaran dari panel surya yang menggunakan sistem pelacakan arah sinar matahari dengan panel surya tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari selama 2 minggu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Overview perbandingan output PV tracker dan PV statis

No.	Hari/Tanggal	Total Energi (Wh)		Rata-Rata Tegangan (V)		Rata-Rata Arus (A)		Metode	Selisih(Wh)	Percentage
		PV Tracker	PV Statis	PV Tracker	PV Statis	PV Tracker	PV Statis			
1	28/06/2021	615.30	457.29	20.83	16.06	2.61	1.46	5 Derajat	158.02	35%
2	29/06/2021	241.66	181.22	14.43	11.64	1.80	1.77		60.45	33%
3	30/06/2021	281.89	201.14	17.16	13.27	2.05	1.94		80.75	40%
4	1/7/2021	825.44	511.70	28.66	20.12	3.46	2.94		313.74	61%
5	2/7/2021	438.45	312.93	22.45	17.57	2.51	2.42		125.52	40%
6	3/7/2021	664.30	490.54	25.84	23.21	3.25	3.16		173.76	35%
7	4/7/2021	975.22	635.74	31.48	22.61	3.96	3.45		339.48	53%
Rata-Rata		577.47	398.65	22.98	17.78	2.81	2.45		178.82	45%
8	5/7/2021	694.65	570.99	29.29	23.86	2.91	2.86	23 Derajat	123.66	22%
9	6/7/2021	274.37	228.86	17.40	17.14	1.56	1.33		45.51	20%
10	7/7/2021	751.26	565.96	28.52	25.10	2.94	2.37		185.29	33%
11	8/7/2021	320.55	246.63	17.67	15.33	2.45	1.93		73.91	30%
12	9/7/2021	395.24	308.93	22.22	19.56	2.89	2.50		86.31	28%
13	10/7/2021	695.19	537.14	33.31	31.74	3.14	2.53		158.05	29%
14	11/7/2021	577.37	440.62	33.62	29.17	2.45	1.93		136.75	31%
Rata-Rata		529.80	414.16	26.01	23.13	2.62	2.21		115.64	28%

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat dua metode pengambilan data yaitu metode 5° dan metode 23° dimana kedua metode ini di aplikasikan terhadap panel surya tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari, adapun tujuannya untuk mengetahui perbandingan output panel surya yang menggunakan sistem pelacakan arah sinar matahari dengan panel surya tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari yang di pasang pada sudut elevasi tertentu. Sudut 5° mewakili sudut elevasi apabila panel surya statis di pasang tegak lurus dengan permukaan bumi dapat dilihat bahwa energi rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari sebesar 398.65Wh dengan tegangan rata-rata

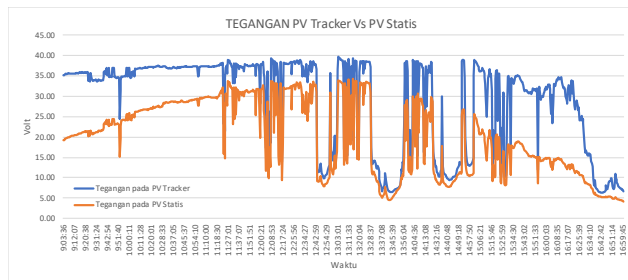
sebesar 17.78V dan arus rata-rata sebesar 2.45A. Adapun energi rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari sebesar 577.47Wh dengan tegangan rata-rata 22.98V dan arus rata-rata 2.81A. Pada metode ini terdapat peningkatan energi total rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari sebesar 178.82Wh atau meningkat 45%.

Metode 23° mewakili sudut deklinasi matahari pada bulan juni tujuan dari metode ini yaitu mengetahui efektifitas dari pergerakan azimuth solar panel dengan sistem pelacakan arah sinar matahari. Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa solar panel dengan sistem pelacakan arah sinar matahari menghasilkan energi rata-rata sebesar 529.80Wh dengan

tegangan rata-rata 26.01V dan arus rata-rata sebesar 2.62A sedangkan untuk solar panel tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari menghasilkan energi rata-rata sebesar 414.16Wh dengan tegangan sebesar 26.01V dan arus rata-rata 2.21A. Pada metode ini peningkatan energi rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan sistem pelacakan arah sinar matahari dengan panel surya tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari yaitu sebesar 115.64Wh atau sekitar 28%.

A. Perbandingan Tegangan pada Sistem Tracker dan Sistem Statis

Grafik Perbandingan tegangan PV tracker dan PV statis pada tanggal 1 Juli 2021.

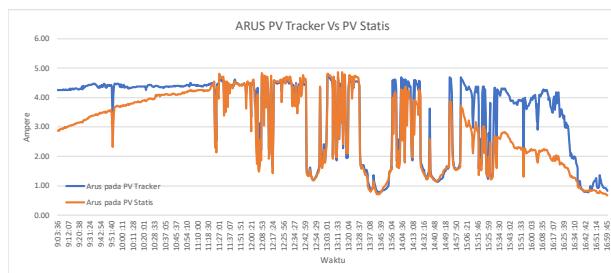


Gambar 11. Grafik perbandingan tegangan

Pada Gambar 11 menunjukkan grafik perbandingan tegangan PV dengan sistem tracker dan PV dengan sistem statis, grafik yang dihasilkan merupakan grafik fluktuatif yang selalu berubah-ubah tiap waktu, adanya perubahan ini disebabkan karena kondisi cuaca pada saat pengambilan data, adanya awan yang menyebabkan penerimaan intensitas matahari oleh panel surya tiap waktu tidak selalu sama. Grafik ini merupakan grafik tegangan yang di rekam pada tanggal 1 juli 2021. Puncak tegangan yang dihasilkan oleh PV sistem tracker yaitu sebesar 39.03V peak pada jam 13:04:01WITA sedangkan untuk PV dengan sistem statis menghasilkan tegangan puncak sebesar 33.67V peak pada jam 13:05:16WITA.

B. Perbandinga Arus pada Sistem Tracker dan Sistem Statis

Grafik Perbandingan arus PV tracker dan PV statis pada tanggal 1 Juli 2021.



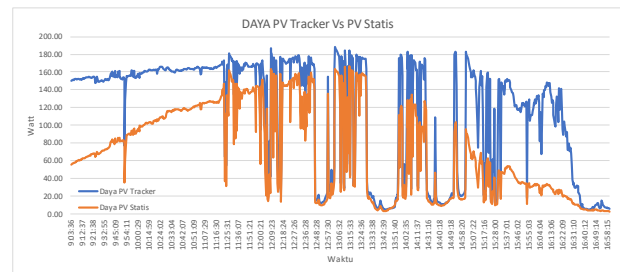
Gambar 12. Grafik perbandingan arus

Pada Gambar 12 perbandingan arus yang dihasilkan oleh PV dengan sistem tracker dan PV dengan sistem statis terlihat bahwa arus yang dihasilkan oleh PV dengan sistem tracker cenderung lebih tinggi hal ini disebabkan karena sudut dari PV tracker selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Hal ini di buktikan dengan keadaan di pagi hari dan

sore hari, dapat dilihat di grafik perbedaan range antara grafik PV tracker dan PV statis lebih besar. Arus peak yang dihasilkan oleh PV tracker yaitu sebesar 4.86A peak pada jam 13:11:33 WITA dan arus peak yang dihasilkan oleh PV statis yaitu sebesar 4.81A peak pada jam 13:04:11 WITA.

C. Perbandingan Daya pada PV Sistem Tracker dan PV Sistem Statis

Grafik Perbandingan daya PV tracker dan PV statis pada tanggal 1 Juli 2021.

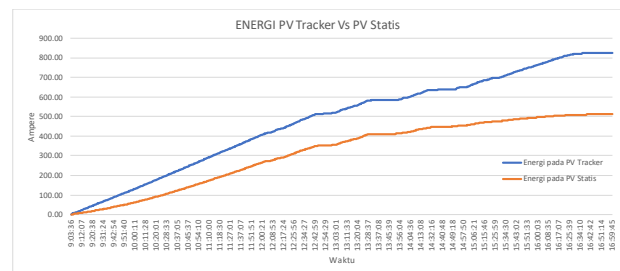


Gambar 13. Grafik perbandingan daya

Pada Gambar 13 dapat dilihat perbandingan Daya PV tracker dan PV statis dapat terlihat bahwa daya PV tracker jauh lebih tinggi di kondisi pagi dan sore hari. Pada pagi hari PV tracker menghasilkan daya rata-rata sebesar 162.29Wh pada jam 10:18:00WITA dan PV statis menghasilkan daya rata-rata sebesar 104.67Wh pada jam 10:21:01WITA dan pada sore hari PV tracker menghasilkan daya rata-rata sebesar 148.04Wh pada jam 15:39:31WITA sedangkan PV statis menghasilkan daya rata-rata sebesar 50.90Wh pada jam 15:40:01WITA. Hal ini disebabkan karena pada pagi dan sore hari posisi sudut dari PV tracker tetap menghadap ke matahari.

D. Perbandingan Energi PV Sistem Tracker dan PV Sistem Statis

Grafik Perbandingan energi PV tracker dan PV statis pada tanggal 1 Juli 2021.

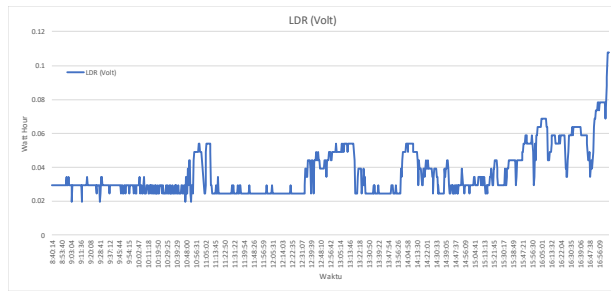


Gambar 14. Grafik perbandingan energi

Pada Gambar 14 terlihat perbandingan Energi PV sistem tracker dan PV sistem statis dimana terjadi peningkatan energi yang meningkat secara linear tetapi adanya perbedaan dari jumlah energi yang dihasilkan, pada PV sistem tracker menghasilkan energi sebesar 825.44Wh dan PV sistem statis menghasilkan energi sebesar 511.70Wh waktu total yang digunakan yaitu dimulai dari jam 09:03:36WITA hingga jam 17:00:15 WITA atau sekitar 8 jam. Perbedaan Energi yang dihasilkan dari kedua sistem yaitu sebesar 313.74Wh atau sekitar 61%.

E. Hasil Simulasi Sensor Cahaya

Grafik LDR untuk pembacaan cuaca pada tanggal 7 Juli 2021.

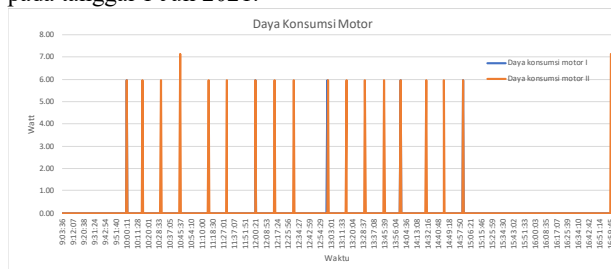


Gambar 15. Grafik output tegangan sensor LDR

Pada Gambar 15 dapat dilihat bahwa sensor cahaya menampilkan grafik tegangan dimana prinsip kerja sensor ini yaitu menghambat arus, apabila intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR semakin besar maka nilai hambatan dari sensor LDR semakin besar sehingga arus yang dilewatkan semakin kecil sehingga tegangan yang terbaca juga semakin kecil. Dari grafik dapat terlihat bahwa apabila kondisi.

F. Konsumsi Daya Motor

Grafik konsumsi Daya Motor untuk motor I dan motor II pada tanggal 1 Juli 2021.



Gambar 16. Grafik konsumsi daya motor I dan II

Pada Gambar 16 terlihat bahwa motor aktif pada waktu tertentu saja, dimana untuk motor I aktif dalam rentang jam 10.00 – 15.00 dengan periode setiap jam. Sedangkan untuk motor II aktif dalam rentang waktu yang sama tetapi dengan periode yang berbeda yaitu setiap 15 menit. Dan pada jam 17.00 motor II aktif untuk mengembalikan panel surya ke arah timur.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian terhadap PV yang menggunakan sistem pelacakan arah sinar matahari dengan metode scanning for first initiation dan PV tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- 1) PV yang menggunakan sistem pelacakan arah sinar matahari (Tracker) lebih optimal dibandingkan dengan PV tanpa sistem pelacakan arah sinar matahari (Statis). Energi rata-rata yang diserap oleh PV tracker adalah 577.47Wh dengan metode 5⁰ dan 529.80Wh dengan metode 23⁰, sedangkan untuk PV statis menghasilkan

energi rata-rata sebesar 398.65Wh dengan metode 5⁰ dan 414.16Wh dengan metode 23⁰.

- 2) Dari hasil pengujian didapatkan bahwa PV dengan sistem pelacakan arah sinar matahari dapat meningkatkan efisiensi panel surya paling sedikit 20% pada tanggal 6 juli 2021 dan paling tinggi pada tanggal 1 juli 2021 yaitu sebesar 61%.
- 3) Pada hasil pengujian PV tracker lebih optimal pada pagi dan sore hari. Dimana pada pagi hari selisih daya rata-rata panel sebesar 57.62Wh pada jam 10 pagi dan selisih daya rata-rata panel pada sore hari sebesar 97.14Wh pada jam 15.30
- 4) Konsumsi energi motor untuk penggerak panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari cukup rendah yaitu sebesar 0.25Wh untuk konsumsi motor I dan 0.91Wh untuk motor II, atau sekitar 0.1% dan 0.3% dari total energi yang dihasilkan oleh panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari.

Referensi

- [1] L. A and H. S, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, West Sussex: John Wiley & Sons, 2003.
- [2] G. Prinsloo and R. Dobson, Solar Tracking (Sun Position, Sun Tracking, Sun Following), South Africa: Stellenbosch University, 2015.
- [3] D. A. Marsh, "AndrewMarsh.com," [Online]. Available: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>. [Accessed 1 Agustus 2021].
- [4] M. J. Blanco, K. Milidonis and A. M. Bananos, "Updating the PSA Sun Position algorithm," *Solar Energy*, vol. 212, pp. 339-341, 2020.
- [5] Syafaruddin, R. Fauzan, A. S. Amir and H. Miyauchi, "Microcontroller ATmega8535 Based Solar Tracker Design for PV System Applications in Equator Region," *International Journal of Control and Automation*, vol. 7, pp. 217-234, 2014.
- [6] D. K, D. Aravind, N. H and B. Reddy, "Solar tracking system," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 6, pp. 2229-5518, 2015.
- [7] N. Al-Rousan, N. A. Isa and M. K. M. Desa, "Efficient single and dual axis solar tracking system controllers based on adaptive neural fuzzy inference system," *Journal of King Saud University*, vol. 32, pp. 459-469, 2020.
- [8] H. Fathabadi, "High Accurate Sensorless Dual-Axis Solar Tracking System Controlled by Maximum Power Point Tracking Unit of Photovoltaic System," *Applied Energy*, vol. 173, pp. 448-459, 2016.
- [9] Y. Away and M. Ikhsan, "Dual-axis sun tracker sensor based on tetrahedron geometry," *Automation in Construction*, vol. 9, pp. xxx-xxx, 2016.