

Penerapan *Solar Tracking System* Berlengan Ganda dengan Memanfaatkan Potensi Tenaga Surya

Happy Nugroho¹, Muhammad Hasbi Kemal², Fatkhul Hani Rumawan³, dan Didit Suprihanto⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 09 Kampus Gunung Kelua Samarinda, Kalimantan Timur. Kodepos 75119
e-mail: happynugroho29@gmail.com

Abstrak - Di era pesatnya kemajuan teknologi, kebutuhan tersedianya listrik di kalangan masyarakat Indonesia terus meningkat. Oleh karenanya, panel surya dapat menjadi pilihan sebagai sumber energi listrik baru terbarukan yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap pembangkit listrik tenaga fosil. Namun penggunaan panel surya yang digunakan masyarakat, pada umumnya memiliki proses instalasi peletakan panel surya yang masih diletakkan secara Statis (diam). Sehingga tujuan penelitian ini untuk merancang purwarupa *Solar Tracker* serta membandingkan Tegangan dan Arus yang dihasilkan pada panel surya yang diletakkan secara Statis (diam), dengan panel surya yang telah dilengkapi *Solar Tracking System*. Pada *Solar Tracker* tersebut dilengkapi dengan dua unit *Linear Aktuator* yang dapat menggerakkan panel surya baik dari arah Timur-Barat maupun Utara-Selatan, dengan sensor peng-inaera cahaya matahari menggunakan empat sensor *Light Dependent Resistor*. Pengujian perbandingan panel surya menggunakan dua buah panel surya yang identik dengan kapasitas 50 Watt-Peak (WP) dengan pengukuran Tegangan dan Arus menggunakan sensor INA219, dan pengambilan data menggunakan *Data Logger*. Dari hasil pengujian menunjukkan panel surya dengan *Solar Tracking System* mampu menghasilkan rerata Tegangan 14,04volt dan rerata Arus 1,73A, sedangkan panel surya dengan instalasi Statis (diam) hanya menghasilkan rerata Tegangan 14,12volt dan rerata Arus 1,25A saja, sehingga penggunaan *Solar Tracker* dapat disimpulkan cukup dalam meningkatkan potensi daya pada panel surya.

Kata kunci: *Panel Surya, Solar Tracker*

Abstract - In the current era of modernization, the need for electricity in Indonesian society continues to increase. Due to this need for electrical energy, solar panels can be an option as a new renewable source of electrical energy that can reduce dependence on fossil fuel power plants. However, the use of solar panels in general is not yet perfect, because the installation process for laying solar panels is generally carried out statically still. The aim of this research is to design and build a dual axis *Solar Tracker* and compare the power produced by statically placed solar panels with solar panels equipped with a solar tracking system. The *Solar Tracker* is built using two linear actuators that can move solar panels both east-west and north-south, with a sun light sensing sensor using four LDR sensors. Comparative testing of solar panels uses two identical solar panels with a capacity of 50 Watt-Peak (WP) with power measurements using the INA219 sensor and data collection using *Data Logger*. The test results show that solar panels with a solar tracking system produce an average voltage of 14,04volt, and an average current of 1,73A. This is much better of solar panels with Static installment that produce only an average voltage of 14,12volt and an average current of 1,25A, so that the use of *Solar Tracker* can be concluded to be quite good in increasing the power of solar panels.

Keywords: *Solar Panel, Solar Tracker*

I. PENDAHULUAN

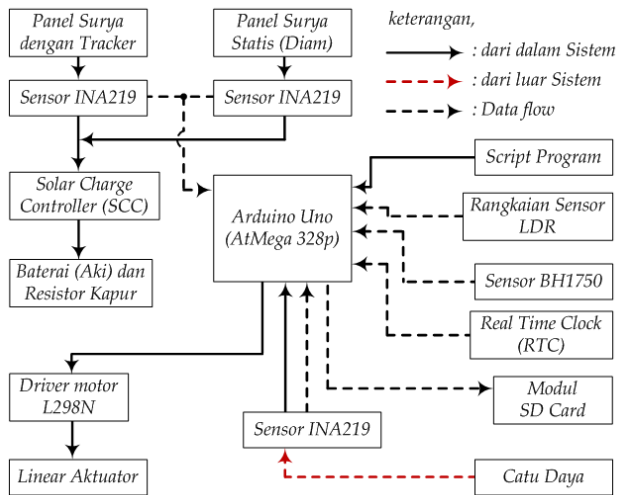
Listrik telah menjadi kebutuhan yang tidak terpisahkan dalam kehidupan masyarakat. Hampir semua aktivitas manusia, baik di sektor perkantoran, rumah tangga, maupun industri sangat bergantung pada energi listrik [1]. Karena peran penting energi listrik dalam aktivitas sehari-hari, dibutuhkan sumber energi baru terbarukan (EBT) dan tepat untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan optimal.

Untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia, penggunaan energi surya sebagai sumber EBT adalah hal yang tepat, mengingat Indonesia merupakan salah satu Negara yang terletak di wilayah garis khatulistiwa. Di Indonesia, tingkat radiasi harian yang didapat dari sinar

matahari relatif cukup tinggi, sehingga hal tersebut dapat digunakan sebagai bekal utama pembangkitan listrik menggunakan *photovoltaic* atau Panel Surya. Komponen utama dari sistem *photovoltaic* ini adalah panel surya yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik [2].

Namun pemanfaatan panel surya yang digunakan masyarakat, pada umumnya memiliki proses instalasi peletakan panel surya yang masih dilakukan secara Statis (diam). berdasarkan rotasi bumi, posisi matahari akan tidak selalu sama setiap waktunya. Selain pergerakan harian yaitu terbitnya matahari dari Timur dan terbenam ke arah Barat [3], pada waktu tertentu matahari akan condong di belahan bumi Utara, dan juga di belahan bumi bagian Selatan, maupun

berada di garis khatulistiwa [4]. Akibatnya, panel surya tidak mampu menyerap energi matahari secara maksimal karena perubahan posisi matahari di setiap waktu. Untuk itu, agar mendapatkan hasil optimal dari cahaya matahari, diperlukan untuk selalu meletakkan panel surya dalam posisi menghadap tegak lurus arah jatuhnya cahaya matahari [5].



Gambar 1. Diagram blok pelaksanaan perancangan modul Solar Tracker

Mengatasi hal tersebut di atas, maka diperlukan suatu purwarupa yang mampu mengarahkan modul panel surya agar selalu berada pada bidang jatuhnya cahaya matahari, sehingga diharapkan daya yang diterima oleh panel surya mendapatkan hasil maksimal. Purwarupa ini menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) yang berguna sebagai pelacak arah cahaya matahari [6]. *Motor driver* juga diperlukan untuk mengendalikan arah putaran *Linear Aktuator* sebagai penggerak *Solar Tracker* tersebut [7], [8]. Selanjutnya akan menganalisa dengan membandingkan Tegangan maupun Arus yang keluar dari panel surya, yakni antara keluaran panel surya dengan peletakan secara Statis (diam) dan panel surya yang dilengkapi dengan *Solar Tracking System*. Dari hasil perbandingan ini diharapkan dapat memberi rekomendasi dalam pemberdayaan dan pemanfaatan panel surya yang lebih baik.

Beberapa perancangan penelitian terkait *tracker* panel surya pun telah dilakukan sebelumnya, yakni:

- a. Perancangan alat *tracker* panel surya dengan catu daya rendah menggunakan sistem tiga posisi sudut kemiringan panel yakni di 50°, 90°, dan 125°, agar daya konsumtif dari penggunaan motor penggerak lebih kecil. Perubahan sudut kemiringan panel surya ditentukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan [1]. Kelemahan penelitian, hanya menggunakan modul relay sebagai kontrol penggerak, hanya menggunakan *Solar Tracker* berelengan tunggal (*single axis*), dan tidak menjelaskan jenis sensor Tegangan dan Arus dalam pengukuran dan pengambilan data.
- b. Perancangan *tracker* panel surya dilengkapi dengan sistem monitoring Tegangan dan Arus yang dapat diakses melalui internet. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya yang dihasilkan oleh *tracker* panel surya dan membandingkan dengan panel surya yang diletakkan dalam posisi tetap/Statis (diam). Kelemahan penelitian, hanya dilengkapi dengan motor stepper sebagai penggerak *Solar Tracker*, hanya menggunakan

sistem *Solar Tracker* berelengan tunggal (*single axis*), serta tidak mengukur Arus, Tegangan, dan Daya konsumtif yang digunakan oleh *Solar Tracker* [5].

Berangkat dari tinjauan penelitian sebelumnya tersebut di atas, maka yang membedakan dengan penelitian ini adalah dengan me-rekonstruksi *Solar Tracker* berelengan ganda (*Dual Axis*) menggunakan *Linear Aktuator* yang mampu mengarahkan modul panel surya agar selalu berada pada bidang jatuhnya cahaya matahari sehingga diharapkan daya yang diterima oleh panel surya mendapatkan hasil maksimal.

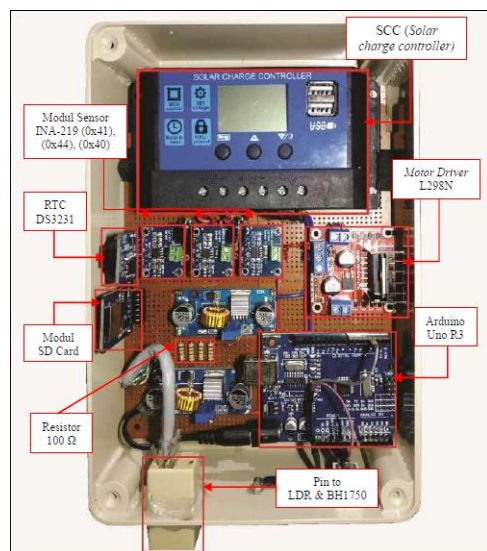
II. METODE

Tahap pelaksanaan dilakukan dengan dua tahapan, yakni perancangan sistem diagram blok serta melakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak seperti terlihat pada Gambar 1.

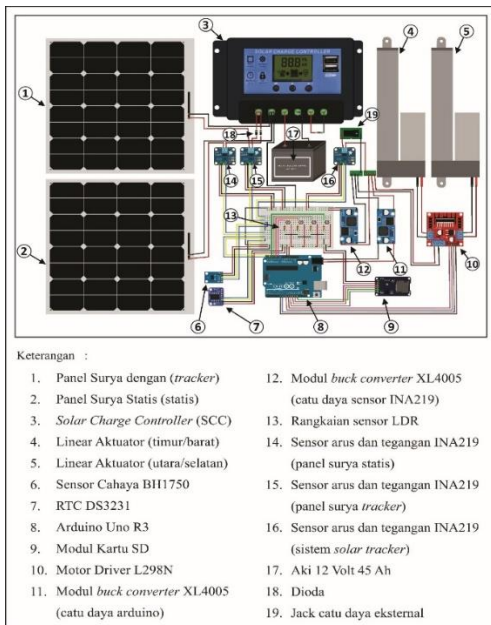
Modul *Solar Tracker* yang dibangun terdiri dari dua bagian pelaksanaan, yaitu sistem kendali *Solar Tracker* dan sistem *monitoring* Tegangan dan Arus dari panel surya. Sistem kendali *Solar Tracker* ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3, LDR, *Linear Aktuator* dan *motor driver* L298N, seperti terlihat pada Gambar 2.

Kemudian mikrokontroler dihubungkan ke sensor LDR yang terdiri dari empat bagian arah mata angin, masing-masing sensor diletakkan terpisah (Timur Laut, Tenggara, Barat Daya, dan Barat Laut) serta diberi pembatas terhadap arah jatuhnya cahaya. Selanjutnya jika pada keempat sensor LDR tersebut terjadi perbedaan hambatan karena arah jatuhnya cahaya matahari yang tidak merata, maka mikrokontroler mengirim perintah ke *motor-driver* L298N. Modul L298N ini berfungsi mengeksekusi arah rotasi dari *Linear Aktuator* untuk menggerakkan *Solar Tracker* sehingga posisi panel surya tegak lurus dengan arah jatuhnya cahaya matahari.

Sistem *Monitoring* sensor INA219 digunakan untuk mengukur Tegangan dan Arus pada panel surya Statis (diam), dan panel surya dengan *Solar Tracker* pada sistem kendali *Solar Tracker* [9]. Pada modul BH1750 digunakan untuk mengukur taraf intensitas tinggi rendahnya cahaya matahari yang diterima oleh *Solar Tracker* [10].



Gambar 2. Box kendali Solar Tracker



Gambar 3. Perancangan rangkaian elektronika

Selanjutnya Data keluaran dari sensor INA219 dan BH1750 akan disimpan ke dalam kartu memori (*memory card*) secara *realtime* menggunakan modul *SD-card* dan modul *Real Time Clock* (RTC). Adapun Arduino Uno, *Solar Charge Controller* (SCC), sensor Tegangan dan Arus INA219, RTC, *motor-driver* L298N, modul *SD-card* dan modul *DC-converter* berada di dalam kotak *Box* Kendali yang terletak pada tiang panel *Solar Tracker* dimana komponen ini berfungsi sebagai pusat kendali dan *monitoring* pada *Solar Tracker* (Gambar 3). Sensor LDR dan modul BH1750 diletakkan sejajar pada bidang panel surya dan bergerak bersamaan dengan bidang panel surya tersebut. Khusus untuk sensor LDR yang digunakan, disusun menjadi empat bagian, masing-masing terletak pada arah Timur Laut, Tenggara, Barat Daya, dan Barat Laut. Pada penggerak bidang panel surya *Solar Tracker* digunakan *Linear Aktuator* dengan masing-masing diletakkan pada sumbu Utara-Selatan dan pada sumbu Timur-Barat. Realisasi perancangan panel surya Statis maupun *Solar Tracker* terlihat pada Gambar 4.

Kemudian untuk peletakkannya yang terdiri dari dua panel surya, dimana salah satu panel surya akan diletakkan secara Statis tepat menghadap sejajar terhadap bumi, sedangkan panel surya yang kedua dilengkapi dengan *Solar Tracker* yang akan mengikuti arah pergerakan cahaya matahari.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan perangkat keras yang telah dibangun, dilakukan pengujian dan kalibrasi untuk memastikan komponen perangkat keras yang digunakan saat proses perancangan dalam kondisi yang baik dan normal sesuai standar spesifikasinya. Berikut hasil dan pengujian perangkat keras sensor INA219 yang dimaksud.



Gambar 4. Peletakan dan realisasi instalasi panel surya Statis maupun *Solar Tracker*

Sensor INA219

Pengujian modul sensor INA219 bertujuan mengetahui kemampuan modul sensor yang digunakan dalam penelitian untuk mendeteksi Tegangan, Arus, dan Daya [11].

Pada pengujian ini modul sensor INA219 akan dihitung nilai akurasi dengan alamat yaitu 0x40. Selanjutnya dibandingkan dengan alat ukur Multimeter yang bertujuan untuk menentukan apakah nilai yang terukur oleh sensor yang digunakan pada pengkajian ini dalam kondisi normal sesuai standar pabrikannya.

Untuk mengetahui tingkat akurasi dari modul sensor INA219 digunakan dua perhitungan diantaranya, menghitung *Mean Absolute Deviation* (MAD) atau rerata kesalahan mutlak menggunakan persamaan (1), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) atau rerata persentase kesalahan mutlak menggunakan persamaan (2) sebagai berikut [12].

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |X_A - X_P| \quad (1)$$

dimana, *MAD* adalah nilai rerata kesalahan mutlak, *n* adalah jumlah atau banyaknya data, X_A adalah nilai aktual, dan X_P adalah nilai pengukuran.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|X_A - X_P|}{X_A} \cdot 100\% \quad (2)$$

dimana, *MAPE* adalah nilai rerata persentase kesalahan mutlak.

Sebelum menghitung rerata kesalahan mutlak MAD dan rerata persentase kesalahan mutlak MAPE, terlebih dahulu dihitung masing-masing kesalahan mutlak dan persentasenya setiap hasil pengukuran. Adapun pengujian dilakukan sebagai berikut.

Kalibrasi sensor INA219

Pengujian modul sensor INA219 saat Tegangan terukur pada multimeter adalah 12,20 volt (Gambar 5), maka selanjutnya dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan (1) dan persamaan (2) sbb.,

Tegangan terbaca multimeter	= 12,20 volt
Tegangan terbaca INA219	= 12,16 volt
Kesalahan mutlak	= 12,20 - 12,16
	= 0,04 volt

Persentase kesalahan mutlak	= $\frac{ 12,20 - 12,16 }{12,20} \cdot 100\%$
	= 0,33%

Pengujian modul sensor INA219 saat Arus terukur pada multimeter 0,173 A (Gambar 6), maka selanjutnya dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan (1) dan persamaan (2) sbb.,

$$\begin{aligned} \text{Arus terbaca multimeter} &= \mathbf{0,173 \text{ A}} \\ \text{Arus terbaca INA219} &= \mathbf{0,180 \text{ A}} \\ \text{Kesalahan mutlak} &= |0,173 - 0,180| \\ &= \mathbf{0,007 \text{ A}} \\ \text{Persentase kesalahan mutlak} &= \frac{|0,173 - 0,180|}{0,173} \cdot 100\% \\ &= \mathbf{4,05\%} \end{aligned}$$

Selanjutnya pengujian ini dilakukan sebanyak Sepuluh Kali dengan perhitungan yang sama pada pengujian berikutnya, sehingga didapatkan nilai MAD dan MAPE seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengujian nilai terukur multimeter terhadap sensor INA219

No.	Multimeter		INA2019	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	12,20	0,173	12,16	0,180
2	12,15	0,332	12,08	0,345
3	12,08	0,607	11,98	0,632
4	12,01	0,867	11,88	0,903
5	11,93	1,108	11,78	1,157
6	24,08	0,190	24,00	0,185
7	24,07	0,256	23,98	0,248
8	23,98	0,401	23,88	0,394
9	23,94	0,562	23,82	0,549
10	23,79	0,698	23,67	0,686

Dari Tabel 1 di atas, maka diperoleh nilai MAD dan MAPE seperti terlihat pada Tabel 2 berikut,

Tabel 2. Pengujian MAD dan MAPE

No.	Kesalahan Mutlak (MAD)		Persentase Kesalahan Mutlak (MAPE)	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (%)	Arus (%)
1	0,04	0,007	0,33	4,05
2	0,07	0,013	0,58	3,92
3	0,10	0,025	0,83	4,12
4	0,13	0,036	1,08	4,15
5	0,15	0,049	1,26	4,42
6	0,08	0,005	0,33	2,63
7	0,09	0,008	0,37	3,13
8	0,10	0,007	0,42	1,75
9	0,12	0,013	0,50	2,31
10	0,12	0,012	0,50	1,72

Dari Tabel 2 di atas dapat dihitung nilai rerata MAD dan MAPE dengan perhitungan adalah sbb.,

Perhitungan rerata MAD dan rerata MAPE dari Tegangan terukur oleh sensor INA219

$$\begin{aligned} MAD &= \frac{1}{n} \sum |X_A - X_P| \\ &= \frac{1}{10} \sum (0,04 + 0,07 + 0,10 + 0,13 + \\ &\quad 0,15 + 0,08 + 0,09 + 0,10 + 0,12 + \\ &\quad 0,12)\text{volt} \\ &= \mathbf{0,1 \text{ volt}} \\ MAPE &= \frac{1}{n} \sum \frac{|X_A - X_P|}{X_A} \cdot 100\% \\ &= \frac{1}{10} \sum (0,33 + 0,58 + 0,83 + 1,08 + \\ &\quad 1,26 + 0,33 + 0,37 + 0,42 + 0,50 + \\ &\quad 0,50)\% \\ &= \mathbf{0,62\%} \end{aligned}$$

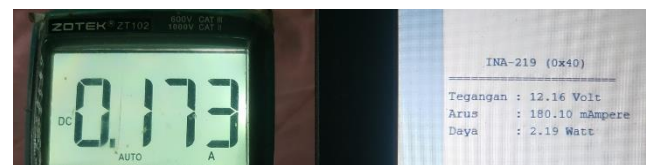
Perhitungan rerata MAD dan rerata MAPE dari Arus terukur oleh sensor INA219

$$\begin{aligned} MAD &= \frac{1}{n} \sum |X_A - X_P| \\ &= \frac{1}{10} \sum (0,007 + 0,013 + 0,025 + 0,036 + \\ &\quad 0,049 + 0,005 + 0,008 + 0,007 + 0,12 + \\ &\quad 0,013 + 0,012)\text{A} \\ &= \mathbf{0,02 \text{ A}} \\ MAPE &= \frac{1}{n} \sum \frac{|X_A - X_P|}{X_A} \cdot 100\% \\ &= \frac{1}{10} \sum (4,05 + 3,92 + 4,12 + 4,15 + \\ &\quad 4,42 + 2,63 + 3,13 + 1,75 + 2,31 + \\ &\quad 1,72)\% \\ &= \mathbf{3,22\%} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan rerata MAD dan rerata MAPE di atas, maka didapat Data dengan rerata kesalahan mutlak (MAD) pada Tegangan sebesar **0,1volt**, dan pada Arus sebesar **0,02A**. Dimana hasil ini jika dibandingkan dengan data nilai akurasi *datasheet* spesifikasi sensor INA219 terhadap nilai pengukuran Tegangan dan Arus sensor INA219 memiliki toleransi sebesar 0,5% [9], maka dapat disimpulkan kalibrasi sensor tersebut dalam kondisi baik dan normal. Hal ini diperkuat dengan hasil pengujian memiliki nilai rerata persentase kesalahan mutlak (MAPE) pada Tegangan sebesar **0,62%** dan Arus sebesar **3,22%** yang masuk kategori sangat baik sesuai tabel klasifikasi MAPE yang tampak pada Tabel 3.



Gambar 5. Tegangan terukur dengan Multimeter dan Sensor INA219



Gambar 6. Arus terukur dengan Multimeter dan Sensor INA219

Tabel 3. Klasifikasi MAPE [13]

Nilai MAPE	Klasifikasi
$MAPE < 10\%$	Sangat Baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Layak
$MAPE \geq 50\%$	Buruk

Pengujian dan Pengukuran Panel Surya

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan Tegangan dan Arus yang dihasilkan pada panel surya *Solar Tracker* dan panel surya Statis (diam). Dalam pengujian ini proses pengambilan Data dilakukan secara bersamaan (*real-*

time) dan dilakukan selama Sembilan jam pengujian dari pukul 07.30 s.d. 16.30 WITA dan di-rerata-kan setiap 30 menit pengujian.

Selanjutnya, pengujian tersebut akan menganalisa perbandingan Tegangan dan Arus yang dihasilkan dari keluaran panel surya *Solar Tracker* maupun panel surya Statis (diam).

Pengujian perbandingan panel surya dilaksanakan pada tanggal 21 September 2023 yang berlokasi di Desa Purwajaya, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Pada pengujian di lokasi tersebut, kondisi cuaca saat pengujian dalam kondisi cerah dengan dibarengi sedikit berawan. Berikut ini adalah hasil pengujian perbandingan panel surya seperti terlihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengujian perbandingan panel surya

No.	Waktu (WITA)	Intensitas Cahaya (Lux)	Panel Surya (Statis)		Panel Surya (Tracker)	
			V (volt)	I (A)	V (volt)	I (A)
1	07.30 - 08.00	44.799	12,90	0,56	12,70	0,90
2	08.00 - 08.30	80.603	13,11	0,57	13,08	1,65
3	08.30 - 09.00	103.630	13,16	0,95	13,09	2,39
4	09.00 - 09.30	100.556	14,15	1,66	14,04	2,44
5	09.30 - 10.00	99.035	14,51	1,68	14,40	2,20
6	10.00 - 10.30	91.413	14,85	1,64	14,77	1,96
7	10.30 - 11.00	79.650	14,72	1,64	14,67	1,88
8	11.00 - 11.30	69.038	14,37	1,43	14,31	1,60
9	11.30 - 12.00	76.887	14,76	1,64	14,67	1,87
10	12.00 - 12.30	72.584	14,55	1,59	14,48	1,75
11	12.30 - 13.00	75.681	14,67	1,51	14,63	1,73
12	13.00 - 13.30	76.746	14,62	1,47	14,57	1,78
13	13.30 - 14.00	68.847	14,29	1,31	14,22	1,59
14	14.00 - 14.30	75.893	14,56	1,37	14,48	1,78
15	14.30 - 15.00	53.338	13,57	0,82	13,54	1,17
16	15.00 - 15.30	51.627	13,12	0,74	13,00	1,03
17	15.30 - 16.00	65.886	13,58	0,91	13,42	1,46
18	16.00 - 16.30	95.306	14,67	0,93	14,62	2,00

Intensitas Cahaya matahari terbaca pada Tabel 4 (kolom 3), telah diukur dengan menggunakan alat ukur *standard UT-383 Mini Lightmeter* dengan satuan yang digunakan yakni *lux* [14].

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh Data berupa Tegangan dan Arus yang dihasilkan oleh panel surya baik yang menggunakan *Solar Tracker* maupun yang diletakkan secara Statis (diam). Data tersebut diperoleh dalam kondisi intensitas cahaya matahari yang berawan pada siang hingga sore hari.

Selanjutnya berdasarkan Tabel 4, yakni dengan menghitung dan membandingkan nilai rerata Tegangan dan

rerata Arus yang dihasilkan oleh panel surya yang terpasang Statis, maupun dengan *Solar Tracker*, adalah sbb.,

Perhitungan rerata Tegangan dan rerata Arus pada panel surya Statis (diam)

$$V_{rerata} = \frac{\sum_{i=1}^{18} V_i}{n} = \frac{254,16}{18} = 14,12\text{volt}$$

$$I_{rerata} = \frac{\sum_{i=1}^{18} I_i}{n} = \frac{22,42}{18} = 1,25\text{A}$$

Perhitungan rerata Tegangan dan rerata Arus pada panel surya *Solar Tracker*

$$V_{rerata} = \frac{\sum_{i=1}^{18} V_i}{n} = \frac{252,69}{18} = 14,04\text{volt}$$

$$I_{rerata} = \frac{\sum_{i=1}^{18} I_i}{n} = \frac{31,18}{18} = 1,73\text{A}$$

Untuk mengetahui besarnya potensi Daya yang dihasilkan oleh panel surya baik yang dipasang Statis maupun dengan *Solar Tracker*, dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 berikut [15],

$$P = V \cdot I \tag{3}$$

dimana, *P* adalah Daya yang dihasilkan, *V* adalah Tegangan, dan *I* adalah Arus yang keluar dari panel surya.

Dari perhitungan rerata Tegangan dan Arus di atas, maka dapat dicari besarnya potensi rerata Daya yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan persamaan (3) adalah sbb.,

Perhitungan potensi rerata Daya pada panel surya Statis (diam)

$$P_{rerata} = V_{rerata} \cdot I_{rerata} = 14,12\text{volt} \cdot 1,25\text{A} = 17,65\text{Watt}$$

Perhitungan potensi rerata Daya pada panel *Solar Tracker*

$$P_{rerata} = V_{rerata} \cdot I_{rerata} = 14,04\text{volt} \cdot 1,73\text{A} = 24,29\text{Watt}$$

Dari beberapa perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, terlihat bahwa rerata Tegangan dan rerata Arus yang dihasilkan panel surya baik secara Statis maupun dengan *Solar Tracker*, diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih baik lagi dalam upaya pemberdayaan dan pemanfaatan panel surya.

Demikian halnya ini, disebabkan oleh rerata potensi Daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dilengkapi *Solar Tracker* adalah sebesar **24,29Watt**, sedangkan rerata Daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan instalasi Statis (diam) hanya sebesar **17,65Watt** saja.

IV. KESIMPULAN

Solar Tracker yang dirancang termasuk dalam *Two Axis Tracking* karena memiliki kemampuan mengikuti lintasan matahari dari Timur ke Barat serta orientasi Utara-Selatan secara otomatis.

Selain itu, dalam kondisi cuaca cerah dengan intensitas cahaya matahari yang berawan pada pagi hingga sore hari (pukul 07.30 s.d. 16.30 WITA), maka panel surya yang dilengkapi *Solar Tracker* memiliki kemampuan dalam menghasilkan rerata Tegangan sebesar **14,04volt** dan rerata Arus hingga **1,73A**, sedangkan panel surya dengan instalasi Statis (diam) hanya menghasilkan rerata Tegangan **14,12volt** dan rerata Arus **1,25A** saja.

Pemilihan sensor yang tepat yang mampu mengukur nilai Daya (*real-time*) dapat meningkatkan kemampuan dalam menghitung potensi Daya yang dihasilkan oleh *Solar Tracker* lebih akurat. Oleh karenanya, maka untuk keperluan pengembangan penelitian lebih lanjut, dapat dilakukan analisa perbandingan nilai Optimasi Daya, baik dengan peletakan instalasi Statis maupun dengan menggunakan *Solar Tracking System*.

REFERENSI

- [1] W. Yandi, Syafii, and A. B. Pulungan, "Tracker Tiga Posisi Panel Surya untuk Peningkatan Konversi Energi dengan Catu Daya Rendah", *Jurnal Nasional Teknik Elektro JNTE*, vol. 6, no. 3, November 2017, pp. 159-167.
DOI : 10.20449/jnte.v6i3.468
- [2] J. S. Siregar, H. Eteruddin, and Monice, "Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning", *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri SainETIn*, vol. 6, no. 2, Juni 2022, pp. 90-98.
DOI: 10.31849/sainetin.v6i2.9624
- [3] N. M. H. Y. Tanaya, *Rancang Bangun Solar Tracker Dual Axis Guna Optimalisasi Panel Surya untuk Penerangan pada Kapal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
Available: <https://repository.its.ac.id/72643/>
- [4] I. Ramli, F. A. Samman, and S. M. Said, "Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari", *Jurnal EKSITASI*, vol. 1, no. 1, 2022, pp. 34-40. Available:
<https://journal.unhas.ac.id/index.php/eksitasi/article/view/20648>
- [5] A. S. Syahab, H. C. Romadhon, and M. L. Hakim, "Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis pada Pengisian Energi Panel Surya Berbasis Internet Of Things", *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, vol. 6, no. 2, Juli 2019, pp. 21-29. Available:
<https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/jmkg/article/view/120>
- [6] Desmira, D. Ariwibowo, G. Priyogi, and S. Islam, "Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk Efisiensi pada Lampu Penerangan Jalan Umum", *Jurnal PROSISKO*, vol. 9, no. 1, Maret 2022, pp. 21-29.
DOI: <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i1.4465>.
Available:
<https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/4465>
- [7] M. Amin, R. Ananda, and J. Eska, "Analisis Penggunaan Driver Mini Victor L298N terhadap Mobil Robot Dengan Dua Perintah Android dan Arduino Nano", *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi JURTEKSI*, vol. VI, no. 1, Desember 2019, pp. 51-58.
DOI: <https://doi.org/10.33330/jurteksiv6i1.396>
- [8] H. D. Ariessanti, Martono, J. Widiarto, "Sistem Pembuangan Sampah Otomatis Berbasis IOT Menggunakan Mikrokontroler pada SMAN 14 Kab. Tangerang", *Jurnal Creative Communication and Innovative Technology CCIT*, vol. 12, no. 2, Agustus 2019, pp. 229-240
DOI: <https://doi.org/10.33050/ccit.v12i2.694>
- [9] I. Fauzi, and N. S. Widodo, "Monitoring Penggunaan Daya pada Robot Humanoid Secara Wireless Menggunakan Sensor INA219", *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, 2021, pp.82-92.
DOI: 10.12928/biste.v3i1.3334
- [10] A. Khuriati, "Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien dengan Sensor BH1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano", *Berkala Fisika*, vol. 25, no. 13, Juli 2022,, pp. 105-110. Available:
https://ejournal.undip.ac.id/index.php/berkala_fisika/article/view/50740
- [11] M. G. A. Prakoso, *Rancang Bangun Kontrol PID pada Speed Observer Generator DC Berbasis Arduino Uno R3*. Kab. Jember: Universitas Jember, 2016. Available:
https://repository.unej.ac.id/jspui/bitstream/123456789/79511/1/Mochamad%20Galih%20Adi%20Prakoso%20-%2020121910201083_.pdf
- [12] M. A. Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ", *Jurnal Sistem dan Informatika*, vol. 13, no. 2, Mei 2019, pp. 36-45. Available:
<https://www.jsi.stikom-bali.ac.id/index.php/jsi/article/view/193>
- [13] A. H. Hutasuht, W. Anggraeni, and R. Tyasnurita, "Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode Arima (Autoregressive Integrated Moving Average) di CV. Asia", *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 3, no. 2, 2014, pp. A.169-A.174.
DOI: 10.12962/j23373539.v3i2.8114.
Available:
<https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/8114>
- [14] D. Suprihanto, H. Nugroho, A. E. Burhandenny, A. Harjanto, and M. Akbar, "Prototipe Sistem Monitoring dan Keamanan Gedung Burung Walet Berbasis Internet Of Things", *Jurnal Teknik Informatika JUTIF*, vol. 4, no. 1, Februari 2023, pp. 131-141.
DOI: <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2023.4.1.858>.
- [15] I. Muttaqin, G. Irhamni, and W. Agani, "Analisa Rancangan Sel Surya dengan Kapasitas 50 Watt untuk Penerangan Parkiran UNISKA", *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, vol. 01, no. 02, 2016, pp. 33-39.
DOI: <http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v1i1.465>.
Available:
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/article/view/465/0>