

## **Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan Single Axis Tracker Pada Daerah Khatulistiwa**

**Ali Basrah Pulungan<sup>1</sup>, Qori Fajri<sup>2\*</sup>, Ichwan Yelfianhar<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*Corresponding author, e-mail: qorifajriy15@gmail.com

### **Abstrak**

Artikel ini memaparkan tentang peningkatan daya keluaran panel surya menggunakan *single axis tracker* pada daerah khatulistiwa. Sistem *tracker* ini diuji menggunakan panel surya dengan kapasitas 50 Wp yang digunakan untuk sistem panel surya *single axis tracker* dan panel surya tetap. Proses pengambilan data dilaksanakan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, mulai pukul 08.30 WIB sampai pukul 16.00 WIB. Total daya listrik yang dihasilkan sistem panel surya *single axis tracker* dan panel surya keadaan tetap sebesar 244,97 W dan 181,63 W. Selisih daya listrik yang dihasilkan panel surya *single axis tracker* dan panel surya tetap yang diperoleh sebesar 63,34 W. Persentase peningkatan daya listrik yang didapatkan antara panel surya *single axis tracker* dan panel surya tetap sebesar 34,87%. Total konsumsi daya aktuator sebesar 59,46 W atau 24,27% yang dihasilkan panel surya menggunakan *single axis tracker*. Selisih daya yang dihasilkan panel surya *single axis tracker* dan konsumsi daya aktuator sebesar 185,51 W. Hal ini menunjukkan bahwa panel surya *single axis tracker* menggunakan aktuator lebih efisien dan menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan panel surya tetap, meskipun sebagian kelebihan daya tersebut sudah digunakan untuk suplai daya aktuator.

Kata kunci: Panel surya single axis tracker, panel surya tetap, aktuator, peningkatan daya listrik

### **Abstract**

*This article describes the increase in the output power of solar panels using a single axis tracker at the equator. This tracker system is tested using solar panels with a capacity of 50 Wp which is used for single axis tracker solar panel systems and fixed solar panels. The data collection was processed at the Faculty of Engineering, Padang State University, starts from 08.30 WIB until 16.00 WIB. The total electrical power generated by the single axis tracker solar panel system and the fixed state solar panel is 244.97 W and 181.63 W. The difference in electrical power generated by the single axis tracker solar panel and fixed solar panel is 63.34 W. The percentage of power output increase between single axis tracker solar panels and fixed solar panels is 34.87%. The total actuator power consumption is 59.46 W or 24.27% is produced by solar panels using a single axis tracker. The difference in power generated by single axis tracker solar panels and actuator power consumption is 185.51 W. Thus, this result shows that single axis tracker solar panels using actuators is more efficient and produce more power than fixed solar panels, even though the excess power has been used to supply the actuator in this study.*

**Keywords:** *Single axis tracker solar panels, fixed solar panels, actuators, increased electrical power*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan daerah khatulistiwa yang dilintasi oleh garis edar matahari. Oleh karena itu, Energi matahari dapat dimanfaatkan. Karena energi matahari merupakan sumber energi alternatif yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Untuk memaksimalkan konversi energi listrik yang dihasilkan panel surya, bidang panel surya harus selalu tegak lurus terhadap arah datang cahaya matahari. Sehingga panel surya dapat mengikuti arah pergerakan matahari, Untuk itu digunakanlah sebuah aktuator sebagai penggerak dengan tenaga motor DC [1][2][3][4][5][6][7]. Tujuan penggunaan aktuator untuk menggerakkan panel surya agar dapat mengikuti arah pergerakan matahari agar energi listrik yang dihasilkan meningkat dibandingkan panel surya dalam keadaan diam [8][9].

Pada penelitian sebelumnya, didapatkan hasil yang kurang optimal pada pengujian panel surya dikarenakan kesalahan letak posisi LDR. Pengaruh cahaya matahari yang menimpa modul surya akan mempengaruhi daya yang dihasilkan panel surya yang disebabkan jumlah foton per detik yang menembus sel berubah sesuai intensitas cahaya [10].

Perancangan sistem perlu memperhatikan sudut kemiringan panel surya agar penyerapan intensitas cahaya matahari dapat dimaksimalkan [11][12]. Untuk memaksimumkannya diperlukan aktuator sebagai penggerak panel surya dalam mengikuti arah pergerakan matahari agar energi listrik yang dihasilkan meningkat [13]. Penelitian ini menggunakan dua buah LDR (*Light Dependent Resistor*) yang di posisikan pada salah satu sisi panel dan satu aktuator linear sebagai penggerak panelnya. Sehingga jika sinar matahari pada posisi tegak lurus maka output masing-masing sensor memiliki keluaran yang sama pada masing-masing tracker. Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengontrol proses kinerja aktuator dan LDR [10]. Penelitian ini menghasilkan daya keluaran yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya tetap.

#### Aktuator Linear

Aktuator linear merupakan aktuator yang menghasilkan tenaga gerak lurus [3]. Aktuator linear dapat dilihat pada gambar 1.

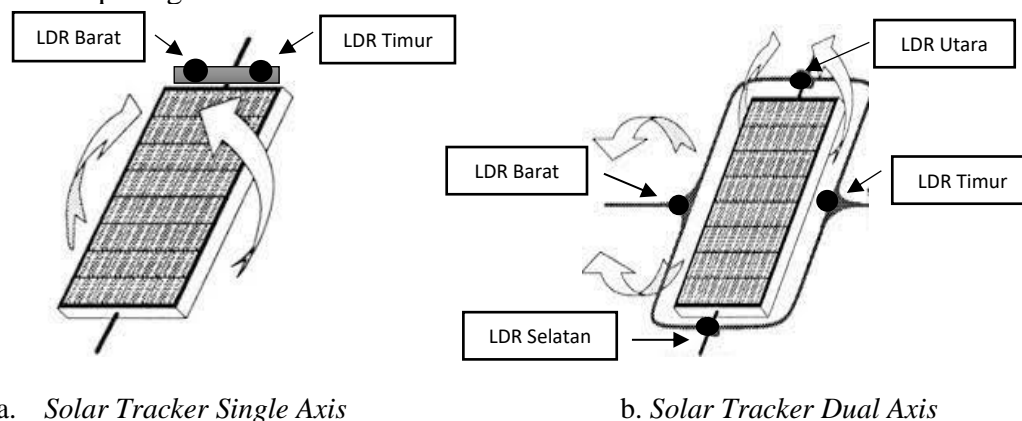


Gambar 1. Aktuator linear

Pada perancangan ini, digunakan aktuator linear untuk menggerakkan panel surya dalam mengikuti arah cahaya matahari. Aktuator linear terdiri dari motor DC, sejumlah *gear*, satu tabung yang berfungsi sebagai lengan penggerak naik turun.

#### Solar Tracker

*Solar tracker* atau Pelacak Matahari adalah sebuah alat yang dapat mendeteksi arah cahaya matahari dan bergerak mengikuti arah datangnya cahaya matahari sehingga diharapkan dengan alat ini dapat mengoptimalkan penyerapan matahari oleh panel surya [11]. *Solar tracker* dapat kita lihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem Solar Tracker Single Axis Tracker dan Dual Axis

Panel surya memiliki dua jenis sistem pelacakan yaitu *single axis* dan *dual axis*. *Solar tracker single axis* adalah sistem pelacakan yang hanya dapat melacak arah cahaya matahari dengan satu

sumbu putaran, yaitu secara vertikal (timur ke barat dan barat ke timur), horizontal (utara ke selatan dan selatan ke utara) atau miring (barat laut ke tenggara dan tenggara ke barat laut). Sistem panel surya *single axis tracker* terdiri dari dua sensor cahaya yang ditempatkan pada salah satu sisi panel dan satu motor sebagai penggerak panelnya. Sedangkan panel surya *dual axis tracker* adalah sistem pelacakan yang dapat melacak arah cahaya matahari dan menggerakkan posisi panel surya dengan dua sumbu putaran, yaitu secara vertikal dan horizontal. Sistem panel surya *dual axis tracker* terdiri dari empat sensor cahaya yang diletakkan pada bagian timur, barat, selatan dan utara dan dua motor sebagai penggerak yang di pasang setiap sumbu. Berdasarkan orientasi ini, kita dapat mengimplementasikan sistem *Solar Tracker* kedalam dua bagian, yaitu; orientasi panel sel surya yang didasarkan pada lintasan matahari yang telah dihitung sebelumnya dan orientasi *on-line* yang bereaksi terhadap cahaya matahari secara langsung.[15]

### Arduino Mega 2560

Arduino Mega adalah suatu papan *chip* mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Modul ini mempunyai 54 pin input/output digital dari pin-pin tersebut terdapat 15 pin yang dapat menjadi PWM output dan 16 pin digunakan sebagai analog input, 4 pin sebagai UART, 16MHz *oscillator*, kabel USB komputer, *power jack*, *header ICSP*, dan tombol *reset* [10][14]. Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Arduino Mega 2560

Arduino yang digunakan memiliki keterangan dan spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Mega 2560

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan Operasional	5V
2.	Tegangan Rekomendasi	7-12V
3.	Batas Tegangan	6-20V
4.	Pin Input/Output Digital	54 (15 PWM)
5.	Pin Input Analog	16
6.	Arus Untuk Pin Digital	20mA
7.	Arus Untuk Pin 3,3 V	50Ma
8.	Memori Flash	256 KB
9.	SRAM	8 KB
10.	EEPROM	4 KB
11.	Clock Speed	16 Hz

### LDR (Light Dependent Resistor)

LDR (Light Dependent Resistor) atau kadang dinamakan fotoresistor adalah komponen yang hambatannya berubah-ubah tergantung cahaya yang diterima dipermukaannya. Bila LDR menerima intensitas cahaya yang besar maka nilai hambatannya menurun, dan sebaliknya bila LDR menerima

intensitas cahaya yang kecil maka nilai hambatannya semakin membesar [3]. Sensor LDR dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Sensor LDR

LDR ini akan menghantarkan arus listrik bila menerima intensitas cahaya dalam kondisi terang dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap. LDR digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.

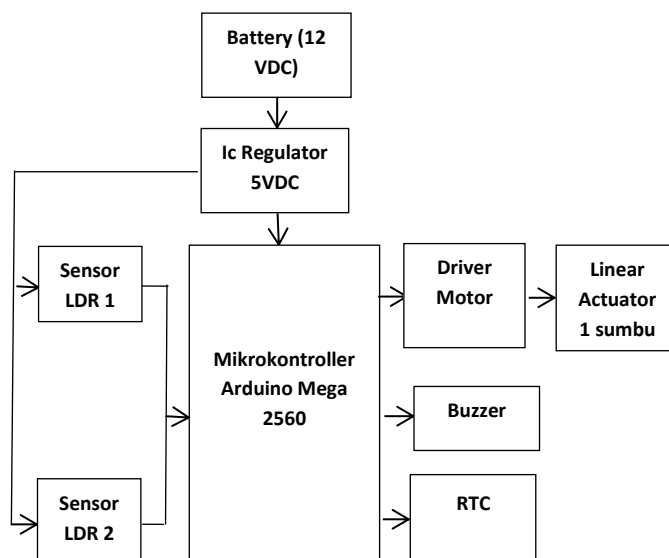
## METODE

Proses pengambilan data dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Menggunakan 2 buah panel surya dengan spesifikasi yang sama, masing-masing digunakan untuk sistem panel surya *single axis tracker* dan sistem panel surya tetap. Pengambilan data dilakukan dari pukul 08.30 WIB sampai pukul 16.00 WIB.

Data yang didapatkan dari kedua panel surya berupa nilai tegangan dan arus. Data tersebut akan dibandingkan, kemudian dilakukan perhitungan daya, selisih daya dan persentase peningkatan daya listrik yang dihasilkan.

## Blok Diagram

Proses kinerja sistem panel surya *single axis tracker* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem *Single Axis Tracker*

Sistem diawali dengan menekan tombol ON/OFF untuk mengaktifkan alat. Dengan aktifnya sistem maka secara otomatis Arduino mega 2560 akan mendeteksi waktu melalui sensor RTC.

Setelah terdeteksi buzzer akan berbunyi sesuai dengan waktu saat alat diaktifkan. Setelah terdeteksinya waktu maka aktuator linear akan bergerak sesuai arah yang telah ditentukan.

Kemudian sensor LDR akan mendeteksi tegangan puncak dari keluaran LDR. Cahaya matahari yang mengenai sensor LDR membuat hambatannya berubah sehingga mempengaruhi nilai tegangan yang akan diinformasikan ke Arduino mega 2560. Arduino mega 2560 akan mengolah informasi yang diterima dari sensor LDR dan memerintahkan aktuator linear untuk menggerakkan posisi permukaan modul *solar cell* dengan satu sumbu. Pergerakan aktuator linear bertujuan dalam menentukan arah dan posisi horizontal panel surya. Setelah posisi solar cell sesuai dengan posisi maksimal tegangan maksimal maka *solar cell* akan mengalirkan arus ke baterai untuk dilakukan pengecasan.

### Alat dan Bahan

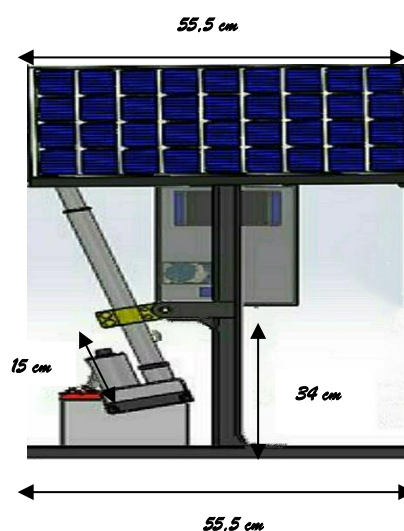
Spesifikasi alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Keterangan
1.	Panel Surya	50 Wp	2
2.	Sensor LDR	1 K $\omega$	2
3.	Aktuator Linear	12 V	1
4.	Arduino	Mega 2560	1
5.	Baterai	12 V/10 Ah	2
6.	Ic Regulator	5 VDC	1
7.	Driver Motor	IC L293D	1

### Perancangan Mekanik Alat

Rancangan mekanik alat dibuat untuk menggerakkan panel surya dalam mengikuti arah datang cahaya matahari. Rancangan alat menggunakan sistem panel surya *single axis tracker* yang dapat dilihat pada gambar 6.

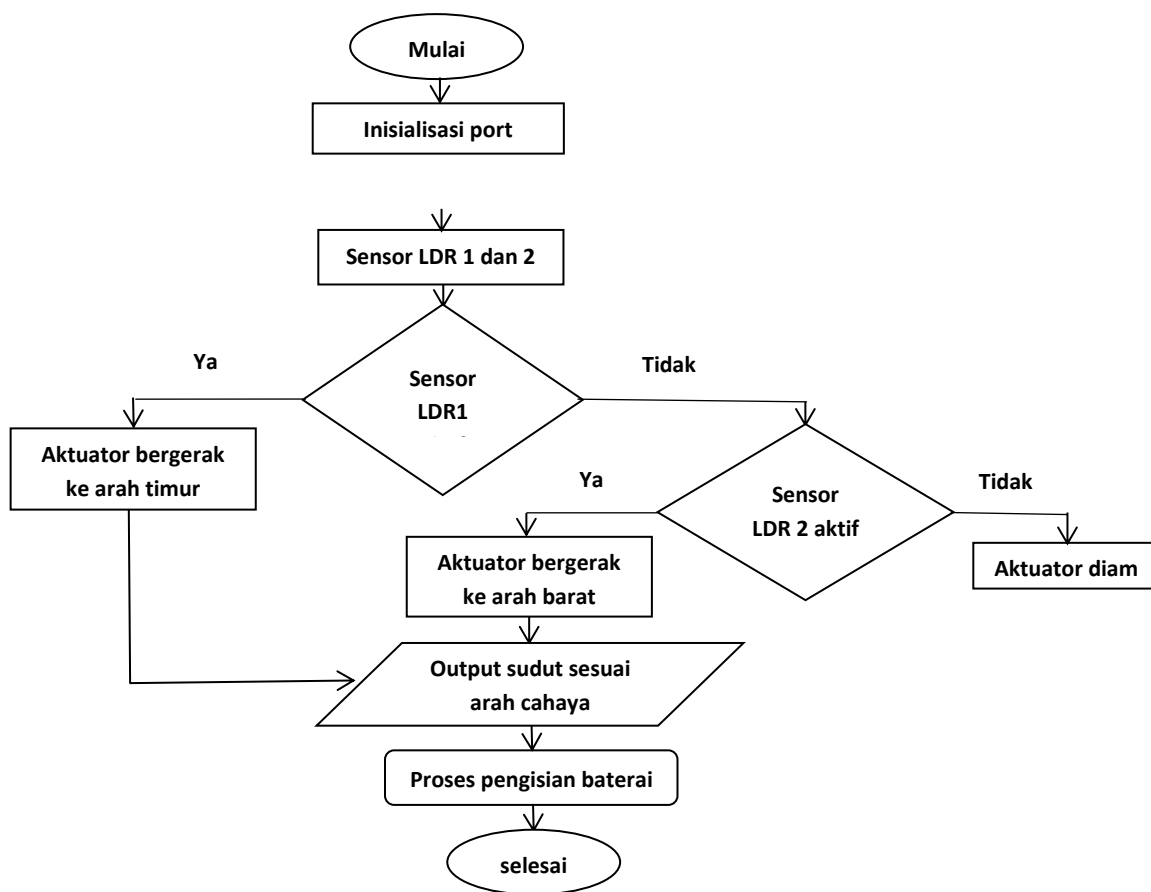


Gambar 6. Rancangan Mekanik Single Axis Tracker

Pada rancangan alat ini terdapat aktuator untuk menggerakkan panel surya sesuai dengan arah datang cahaya matahari.

### Flowchart Sistem

Flowchart sistem dibuat untuk memudahkan dalam membaca dan menganalisa alur kerja dari suatu rancangan alat. Flowchart sistem dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Sistem *Single Axis Tracker*

Cara kerja sistem ini dimulai dengan diaktifkannya Arduino. Ketika sistem sudah aktif maka sistem bekerja melalui Arduino. Pada saat mulai melalui inisialisasi (sensor LDR dan linear aktuator) sensor LDR mendeteksi cahaya matahari sekitar dan aktuator bergerak sesuai perintah. Pada saat sensor 1 mendapat cahaya maka aktuator akan bergerak ke arah timur. Sedangkan pada saat kondisi 1 tidak mendapat cahaya dan sensor 2 mendapat cahaya maka aktuator akan bergerak ke arah barat, dan jika sensor 1 dan 2 tidak mendapat cahaya aktuator diam.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

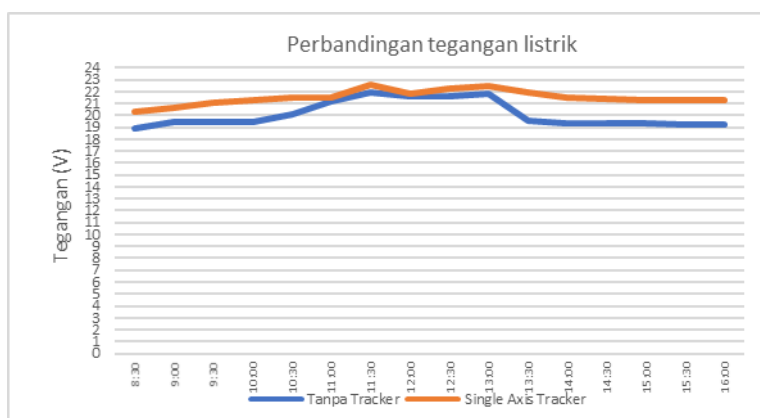
Data yang diperoleh pada saat pengukuran ditampilkan pada tabel 3 dan 4 serta gambar 1,2 dan 3. Daya output yang dihasilkan dapat dihitung :

$$P = V \cdot I \tag{1}$$

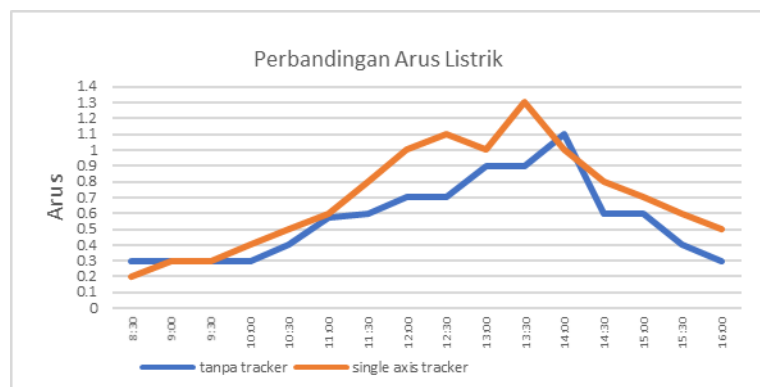
dengan: P = Daya (Watt)  
V = Tegangan (Volt)  
I = Arus (Ampere)

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya listrik**

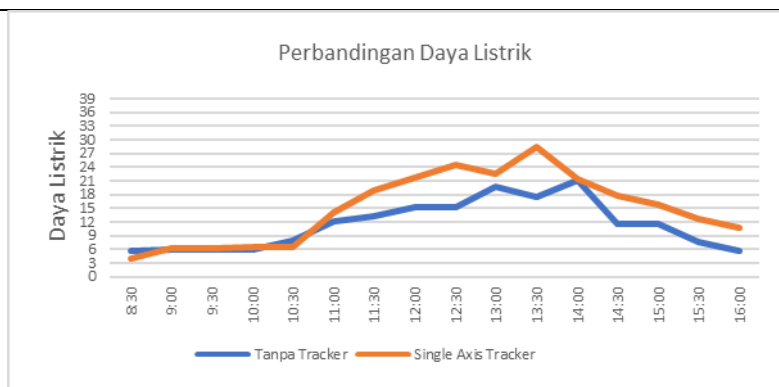
Waktu (WIB)	Single Axis Tracker			Panel Surya Tetap		
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
8:30	20,3	0,20	4,06	18,90	0,30	5,67
9:00	20,6	0,30	6,18	19,40	0,30	5,82
9:30	21,1	0,30	6,33	19,40	0,30	5,82
10:00	21,3	0,40	8,52	19,40	0,30	5,82
10:30	21,5	0,50	10,75	20,10	0,40	8,04
11:00	21,5	0,67	14,40	21,20	0,57	12,08
11:30	22,6	0,84	18,98	21,90	0,60	13,14
12:00	21,8	1,00	21,80	21,60	0,70	15,12
12:30	22,3	1,10	24,53	21,60	0,70	15,12
13:00	22,5	1,00	22,50	21,80	0,90	19,62
13:30	21,9	1,30	28,47	19,50	0,90	17,55
14:00	21,5	1,00	21,50	19,30	1,10	21,23
14:30	21,4	0,83	17,76	19,30	0,60	11,58
15:00	21,3	0,74	15,76	19,30	0,60	11,58
15:30	21,3	0,60	12,78	19,20	0,40	7,68
16:00	21,3	0,50	10,65	19,20	0,30	5,76



**Grafik 8. Perbandingan Nilai Tegangan**



**Grafik 9. Perbandingan Arus Listrik**



**Grafik 10. Perbandingan Daya Listrik**

Berdasarkan data pengukuran tegangan dan arus pada panel surya diatas didapatkan total daya panel surya single axis tracker 244,97 W dan panel surya tetap 181,63 W. Sehingga selisih daya dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \text{Selisih } P_{\text{total}} &= P_{\text{total}} \text{ Single Axis Tracker} - P_{\text{total}} \text{ Panel Surya Tetap} & (2) \\ &= 244,97 - 181,63 \\ &= 63,34 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan } P &= (\text{Selisih } P_{\text{total}} / P_{\text{total}} \text{ Tetap}) \times 100 \\ &= (63,34 / 181,63) \times 100 \\ &= 34,87 \% \end{aligned}$$

Persentase peningkatan daya panel surya single axis tracker dan panel surya tetap adalah 34,87 %, akan tetapi panel surya single axis tracker memiliki aktuator sebagai penggerak yang membutuhkan konsumsi daya. Daya pada aktuator dihitung menggunakan persamaan (1), berdasarkan hasil perhitungan diperoleh besarnya daya listrik yang dikonsumsi pada single axis tracker seperti ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4. Data Tracker (Aktuator)**

Waktu (WIB)	Aktuator		
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
8:30	10,54	0,30	3,16
9:00	10,52	0,30	3,15
9:30	10,52	0,30	3,15
10:00	10,14	0,40	4,05
10:30	10,14	0,40	4,05
11:00	10,54	0,30	3,16
11:30	10,14	0,40	4,05
12:00	10,15	0,40	4,06
12:30	10,15	0,40	4,06
13:00	10,14	0,40	4,05
13:30	10,14	0,40	4,05
14:00	10,52	0,30	3,15
14:30	10,15	0,40	4,06
15:00	10,15	0,40	4,06
15:30	10,52	0,30	3,15
16:00	10,14	0,40	4,05



Total konsumsi daya aktuator setelah beroperasi adalah 59,46 W atau 24,27% yang dihasilkan panel surya menggunakan *single axis tracker*. Jika konsumsi daya aktuator ini disuplay dari daya yang di hasilkan oleh panel surya *single axis tracker*, maka nilai daya akhir yang dapat dimanfaatkan untuk beban lain adalah:

$$\begin{aligned}\text{Selisih } P_{\text{total}} &= P_{\text{total}} \text{ Single Axis Tracker} - P_{\text{total}} \text{ Aktuator} \\ &= 244,97 - 59,46 \\ &= 185,51 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Selisih daya yang dihasilkan panel surya *single axis tracker* dan konsumsi daya aktuator yaitu 185,51W. Hal ini menunjukkan daya yang dihasilkan panel surya *single axis tracker* menggunakan aktuator tetap lebih besar dibandingkan daya panel surya tetap.

## PENUTUP

Total daya listrik yang dihasilkan sistem panel surya *single axis tracker* dan panel surya tetap sebesar 244,97 W dan 181,63 W. Jadi diperoleh selisih daya listrik yang dihasilkan panel surya *single axis tracker* dan panel surya tetap sebesar 63,34 W. Persentase peningkatan daya listrik antara panel surya *single axis tracker* dan panel surya tetap sebesar 34,87%. Total konsumsi daya aktuator sebesar 59,46 W atau 24,27% yang dihasilkan panel surya menggunakan *single axis tracker*. Daya konsumsi aktuator relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan selisih daya panel surya tetap. selisih daya panel surya *single axis tracker* dan aktuator sebesar 185,51 W. Jadi panel surya *single axis tracker* menggunakan aktuator menghasilkan daya yang lebih besar jika dibandingkan dengan panel surya tetap. Untuk itu maka panel surya *single axis tracker* menggunakan aktuator lebih efektif digunakan dibandingkan dengan panel surya tetap

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yandi, W., & Pulungan, A. B. Tracker Tiga Posisi Panel Surya Untuk Peningkatan Konversi Energi Dengan Catu Daya Rendah. 6(3), 159-167. 2017.
- [2] Y. Triaffandy, A.B. Pulungan, Hamdani. Kendali Solar Tracker Menggunakan Selenoid Valve Sebagai Pengendali Aliran Fluida. 1(2), 174-175. 2020.
- [3] Gutu, B.A., & Yusuf, I.N. Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. 1-3. 2019.
- [4] Wendryanto, G. Widayana, W. Sutaya. Pengembangan Penggerak Solar Panel Dua Sumbu Untuk Meningkatkan Daya Pada Solar Panel Tipe Polikristal. 5(3), 62-65. 2017.
- [5] P. Pangaribuan, E. Susanto, R. A. Pratama. Perancangan Sistem Panel Surya Terkendali Dalam Dua Sumbu Untuk Peningkatan Efisiensi Pembangkit Energi Listrik. 15(1), 68-74. 2019.
- [6] M. A. Saputra, A. Gunawan, R. D. Ramayani. Solar Cell Sebagai Sensor Tracking Berdasarkan Pergerakan Matahari. 6(2). 2017.
- [7] H. Situngkir, M. F. Siregar. Panel Surya Berjalan dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari. 3(3), 128-131
- [8] A. B. Pulungan, L. Son, S. Syafii (2018). A Riview of Solar Tracking Control Strategies. 2018.
- [9] Y. Prasetyo, B. Triyono, H. Kusbandono. Penerapan Smart Relay Untuk Penentuan Posisi Sudut Panel Surya Dengan Metode Astronomi. 5(2), 39-41, 2020.
- [10] A. D. Putra, A. B. Pulungan, I. Yelfianhar. Optimalisasi Penyerapan Energi Matahari Menggunakan Sistem Solar Tracking Dua Sumbu. 6(2), 187-189. 2020.
- [11] D.E. Myori, R. Mukhaiyar, E. Fitri. Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic. 19(1), 9-12. 2019.
- [12] S. Tamimi, W. Indrasari, B. H. Iswanto. Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif. 5, 53-56. 2016.
- [13] M. Nurdiansya, E. C. Sinurat, M. Bakri, I. Ahmad. Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino Uno. 1(2), 40-45. 2020.
- [14] Oktariawan, Imran, et al. Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser menggunakan Mikrokontroler arduino mega 2560. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), 18-24. 2013.
- [15] Sutaya, I. Wayan, Ariawan, K. Udy. Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit ATmega8535. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*. 5(1), 674-682. 2016.

## **Biodata Penulis**

**Ali Basrah Pulungan**, Menyelesaikan Studi S1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara (USU). Pendidikan S2 Bidang Teknik Tenaga Listrik di Universitas Gajah Mada (UGM) tahun 2007. Sekarang menjadi staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.

**Qori Fajri**, Menyelesaikan Studi DIV di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.

**Ichwan Yelfianhar**, Menyelesaikan Studi S1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas (UNAND) . Pendidikan S2 Electrical Engineering Curtin University of Technology tahun 2006. Sekarang staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.