
Optimalisasi Penyerapan Energi Matahari Menggunakan Sistem *Solar Tracking* Dua Sumbu

Aldian Dwi Putra, Ali Basrah Pulungan, Ichwan Yelfianhar
Teknik Elektro Universitas Negeri Padang
aldiandwiputra@gmail.com

Abstrak

Solar cell merupakan salah satu energi terbarukan dengan memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik. Namun *solar cell* yang telah terpasang saat sekarang ini masih bersifat statis. Untuk memaksimalkan konversi energi yang dihasilkan panel surya diperlukan actuator, yakni sebuah tuas penggerak dengan tenaga motor DC. Proses pengambilan data dilakukan di Lantai 5 Gedung Praktik bersama Universitas Negeri Padang. Terdapat dua buah panel surya dengan spesifikasi daya yang sama. Dimana salah satunya digunakan sistem *tracking* dan yang lainnya dalam keadaan tetap. Pengambilan data dilakukan tanggal 22 Januari 2020 mulai pukul 08.30 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB. Hasil dari pengujian *solar cell* rata – rata tegangan tanpa dan dengan sistem *tracking* yaitu 19,4 volt dan 21,5 volt. Rata-rata arus tanpa dan dengan sistem *tracking* yaitu 0,58 A dan 1,05 A serta tegangan maksimal tanpa dan dengan sistem *tracking* yaitu 19,6 V dan 22,1 V. Selisih energi listrik yang dihasilkan dengan sistem *tracking* dan tanpa sistem *tracking* yaitu 180,62 Wh dan 361,75 Wh. Dapat disimpulkan *solar cell* yang terpasang menggunakan *tracker* menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan *tracker*.

Abstract

A solar cell is a renewable energy by utilizing solar energy to produce electricity. However, solar cells that have been installed today are still static. To maximize the conversion of energy produced by solar panels an actuator is needed, which is a driving lever with DC motor power. The data collection process was carried out on the 5th Floor of the Practice Building together with Padang State University. There are 2 solar panels with the same power specifications. Where one of them is used a tracking system and the other is in a fixed state. Data was collected on January 22, 2020 starting at 08.30 WIB until 16.00 WIB. The results of solar cell testing average voltage without and with a tracking system are 19.4 volts and 21.5 volts. And the average current without and with a tracking system that is 0.58 A and 1.05 A and the maximum voltage without and with a tracking system that is 19.6 V and 22.1 V. The difference in electrical energy generated by tracking the system and without tracking the system is 180.62 Wh and 361.75 Wh. It can be concluded that solar cells installed using a tracker produce more power than without using a tracker.

Keywords: Solar cell, dual axis, solar tracker, increased energy conversion

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi nasional saat ini terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, dan harga energi. Pada tahun 2050 Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) memprediksi bahwa energi listrik merupakan energi kebutuhan dua terbesar yakni sebanyak 21,3%. Energi listrik sebagian besar dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang merupakan salah satu Sumber Daya Alam (SDA) yang tidak dapat

diperbaharui. Batubara masih tetap digunakan untuk pembangkit listrik sebanyak 64% atau sekitar 482 juta ton [1].

Solar cell merupakan salah satu energi terbarukan dengan memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik. Energi matahari merupakan energi potensial yang dapat dikembangkan di Indonesia, mengingat Indonesia secara geografis terletak di garis lintang khatulistiwa yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun [2] [3]. Hal tersebut dapat digunakan sebagai modal utama pembangkitan listrik dengan menggunakan *photovoltaic* yakni konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik [4][5].

Pada penelitian Wasana Saputra (2008), didapatkan hasil kurang optimal pada pengujian *solar tracker* di luar ruangan dikarenakan papan *solar tracker* tidak stabil. Namun pergerakan *solar cell* kurang dinamis terhadap penyesuaian posisi arah datangnya cahaya matahari [6]. Menurut Mostavan (2000:79) bila cahaya matahari yang menimpa modul surya berkurang maka hasilnya juga akan menurun. Bila intensitas cahaya berkurang, jumlah foton per detik yang menembus sel juga akan kurang, oleh sebab itu jumlah elektron yang dilepas juga akan berkurang. Ini menyebabkan berkurangnya arus keluaran pada semua tegangan untuk sebuah modul.

Perancang sistem perlu memperhatikan sudut kemiringan *solar cell* untuk menghadap sinar datang matahari agar penyerapan intensitas cahaya matahari dapat memaksimalkan konversi energi listrik yang dihasilkan panel surya [4]. Untuk memaksimalkan konversi energi yang dihasilkan panel surya diperlukan actuator, yakni sebuah tuas penggerak dengan tenaga motor DC [7]. Actuator digunakan untuk menggerakkan panel surya (*solar tracker*) menghadap matahari agar energi listrik yang dihasilkan meningkat dibandingkan *solar cell* dalam keadaan statis [8][9]. Penelitian ini menggunakan empat buah LDR (*Light Dependent Resistor*) yang di posisikan pada masing-masing sudut *solar cell* sehingga jika sinar matahari pada posisi tegak lurus maka output masing-masing sensor memiliki keluaran yang sama. Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengontrol proses kinerja actuator dan LDR [10]. Peneliti berharap selisih daya yang dihasilkan oleh *solar tracker dual axis* lebih besar dan optimal dibandingkan *solar cell* dengan posisi statis.

A. *Photovoltaic*

Photovoltaic adalah teknologi yang menghasilkan tenaga listrik DC (*direct current*) dari bahan semikonduktor ketika terpapar oleh foton. Selama cahaya menyinari *solar cell* (nama untuk individual elemen *photovoltaic*), maka akan menghasilkan tenaga listrik. Ketika tidak ada cahaya, energi listrik juga berhenti dihasilkan.

Solar cell pada perancangan *solar tracker dual axis* ini menggunakan panel dengan output 50 WP (*wattpeak*) berbahan *monocrystaline*.



Gambar 1. *Solar Cell*

Tabel 1. Spesifikasi *Solar Cell 50 Wp*

Spesifikasi	Keterangan
Max. Power Voltage (Pmax)	50 Watt
Max. Power Voltage (Vmp)	17,5 V
Max. Power Current (Imp)	2,86 A
Open Circuit Voltage (Voc)	21 V
Short Circuit Current (Isc)	3,09 A
Nominal Operating Cell Temp	47±2°C
Max. System Voltage	1000 VDC

B. Arduino Mega 2560

Arduino Mega umumnya dibuat menggunakan jenis mikrokontroler ATmega 2560. Sesuai dengan namanya, Arduino ini dibekali dengan prosesor ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART, 2x3 pin ICSP (untuk memprogram Arduino dengan software lain), dan kabel USB komputer yang sekaligus digunakan sebagai sumber tegangan.



Gambar 2. Arduino Mega 2560

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasional	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input(limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (15 PWM)
Pin Analog Input	16
DC per Pin I/O	20mA
Arus DC untuk Pin 3,3 V	50mA

C. Linear Actuator

Pada tugas akhir ini digunakan Linear actuator parabola sebagai penggerak posisi modul *solar cell*. Linear actuator ini terdiri dari motor DC, sejumlah *gear*, dua tabung yang berfungsi sebagai lengan penggerak naik-turun.

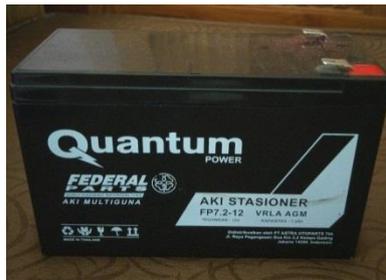


Gambar 3. Linear Actuator

D. Battery

Aki bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat di dalamnya. Pada saat aki dipakai, maka terjadi pengosongan, dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal sulfat. Hal ini disebabkan kedua elektrode bereaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut elektode timbal melepaskan banyak elektron, akibatnya terjadi aliran listrik dari timbal dioksidanya.

Pada tugas akhir ini digunakan *battery* atau aki kering dengan tipe Quantum dengan output 12 V/7,2 Ah.



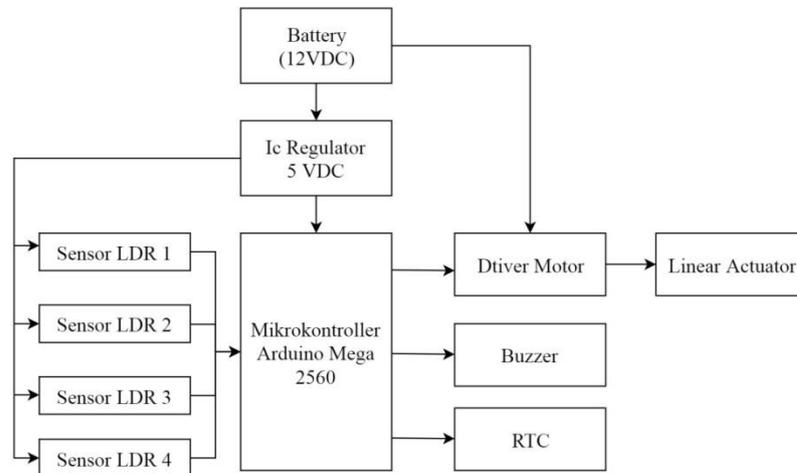
Gambar 4. Accumulator

METODE PENELITIAN

Proses pengambilan data dilakukan di Lantai 5 Gedung Praktek bersama Universitas Negeri Padang. Terdapat dua buah panel surya dengan spesifikasi daya yang sama. Dimana salah satunya digunakan sistem *tracking* dan yang lainnya dalam keadaan tetap. Pengambilan data dilakukan tanggal 22 Januari 2020 mulai pukul 08.30 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB.

Data yang dihasilkan berupa V (Tegangan) dan I (arus) dari kedua panel surya yang dibandingkan. Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan energi yang dihasilkan serta dilakukan perbandingan tingkat efisiensinya.

A. Blok Diagram



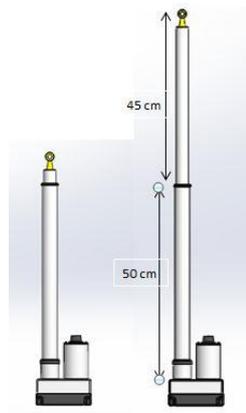
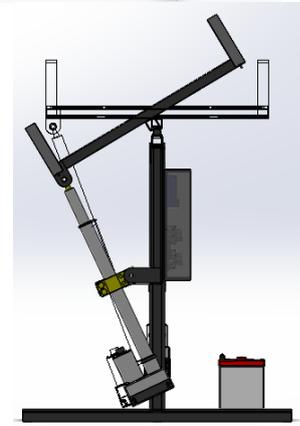
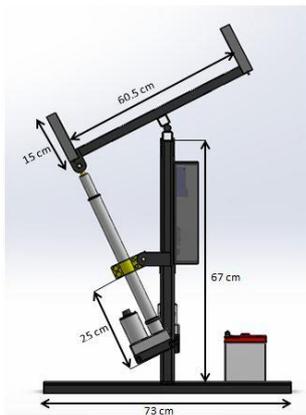
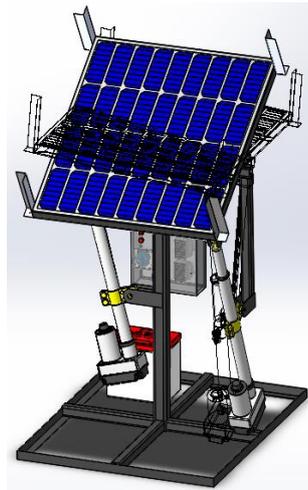
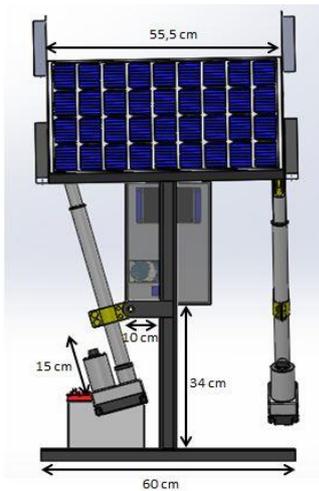
Gambar 5. Blok diagram sistem *tracker dual axis*

Berdasarkan blok diagram pada gambar di atas, sistem diawali dengan pengaktifan alat dengan melakukan penekanan tombol ON/OFF. Dengan aktifnya sistem maka secara otomatis *mikrokontroler* akan mendeteksi waktu melalui sensor RTC. Setelah terdeteksi *buzzer* akan berbunyi sesuai dengan waktu saat diaktifkannya alat. Setelah terdeteksinya waktu maka linear actuator akan bergerak sesuai arah yang telah ditentukan dibantu dengan sensor kemiringan.

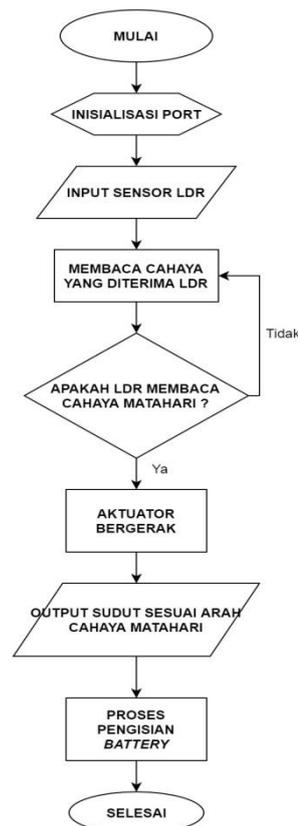
Kemudian sensor LDR akan mendeteksi tegangan puncak dari keluaran LDR. Cahaya matahari yang mengenai sensor LDR membuat resistansinya berubah sehingga mempengaruhi nilai tegangan yang akan diinformasikan ke *analog input mikrokontroler*. *Mikrokontroler* mengolah informasi yang diterima dari sensor LDR dan memberi perintah untuk menggerakkan linear actuator yang mana akan menggerakkan posisi permukaan modul *solar cell* dengan dua sumbu. Pergerakan linear actuator 1 bertujuan dalam menentukan arah dan posisi *horizontal solar tracker* dan linear actuator 2 berfungsi untuk menentukan arah dan posisi *vertical solar tracker*. Setelah posisi *solar cell* sesuai dengan posisi maksimal tegangan maksimal maka *solar cell* akan mengalirkan arus ke *battery* untuk dilakukan pengisian.

Jika pada kondisi malam hari *solar cell* akan tetap mengarah dimana posisi terakhirnya *solar cell* dengan posisi *switch OFF*.

B. Perancangan Mekanik Alat



C. Flowchart Sistem



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian ini dimaksudkan untuk membandingkan antara tegangan dan arus pada posisi statis dan dinamis. Hal ini untuk mengetahui lebih efektif manakah untuk diaplikasikan untuk penerangan rumah.

A. Pengujian *Solar Cell* Terhadap Sinar Matahari

1. Pengujian tanpa *tracker* (statis)

Tabel 3. Hasil pengujian alat tanpa *tracker* (flat)

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	8:30	18,9	0,3
2	9:00	19,4	0,3
3	9:30	19,4	0,3
4	10:00	19,4	0,5
5	10:30	19,5	0,5
6	11:00	19,5	0,6
7	11:30	19,5	0,6
8	12:00	19,6	0,7
9	12:30	19,6	0,7
10	13:00	19,6	0,9
11	13:30	19,5	0,9
12	14:00	19,3	1,1
13	14:30	19,3	0,6

14	15:00	19,3	0,6
15	15:30	19,2	0,4
16	16:00	19,2	0,3
Rata - rata		19,4	0,58

2. Pengujian dengan tracker (*dual axis*)

Tabel 4. Hasil pengujian alat dengan tracker

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	8:30	21,1	0,8
2	9:00	21,2	0,8
3	9:30	21,2	0,85
4	10:00	21,4	0,8
5	10:30	21,5	0,85
6	11:00	21,7	0,95
7	11:30	21,7	1
8	12:00	21,8	1,3
9	12:30	21,8	1,5
10	13:00	21,9	2
11	13:30	22	1,4
12	14:00	22,1	1,1
13	14:30	21,4	1
14	15:00	21,4	0,9
15	15:30	21,1	0,7
16	16:00	21	0,8
Rata - rata		21,5 V	1,05 A

3. Perbandingan Hasil Pengujian

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengujian

Jam	Pengujian Solar Cell Tanpa Tracker			Pengujian Solar Cell Dengan Tracker (<i>Dual Axis</i>)		
	V	I	P	V	I	P
8:30	18,9	0,3	5,67	21,1	0,8	16,88
9:00	19,4	0,3	5,82	21,2	0,8	16,96
9:30	19,4	0,3	5,82	21,2	0,85	18,02
10:00	19,4	0,5	9,7	21,4	0,8	17,12
10:30	19,5	0,5	9,75	21,5	0,85	18,275
11:00	19,5	0,6	11,7	21,7	0,95	20,615
11:30	19,5	0,6	11,7	21,7	1	21,7
12:00	19,6	0,7	13,72	21,8	1,3	28,34

12:30	19,6	0,7	13,72	21,8	1,5	32,7
13:00	19,6	0,9	17,64	21,9	2	43,8
13:30	19,5	0,9	17,55	22	1,4	30,8
14:00	19,3	1,1	21,23	22,1	1,1	24,31
14:30	19,3	0,6	11,58	21,4	1	21,4
15:00	19,3	0,6	11,58	21,4	0,9	19,26
15:30	19,2	0,4	7,68	21,1	0,7	14,77
16:00	19,2	0,3	5,76	21	0,8	16,8
Total Energi Listrik			180,62 Wh	Total Energi Listrik		361,75 Wh

B. Perhitungan

Dengan didapatkannya data dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan daya serta persentase peningkatan arus dan daya listrik yang dihasilkan antara panel surya dinamis dan panel surya statis.

Untuk mencari daya yang dihasilkan yaitu :

- *Solar cell* dengan menggunakan *tracker* (dinamis)

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 21,5 \times 1,05 \\ &= 22,57 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- *Solar cell* tanpa *tracker* (statis)

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 19,4 \times 0,58 \\ &= 11,25 \text{ Watt} \end{aligned}$$

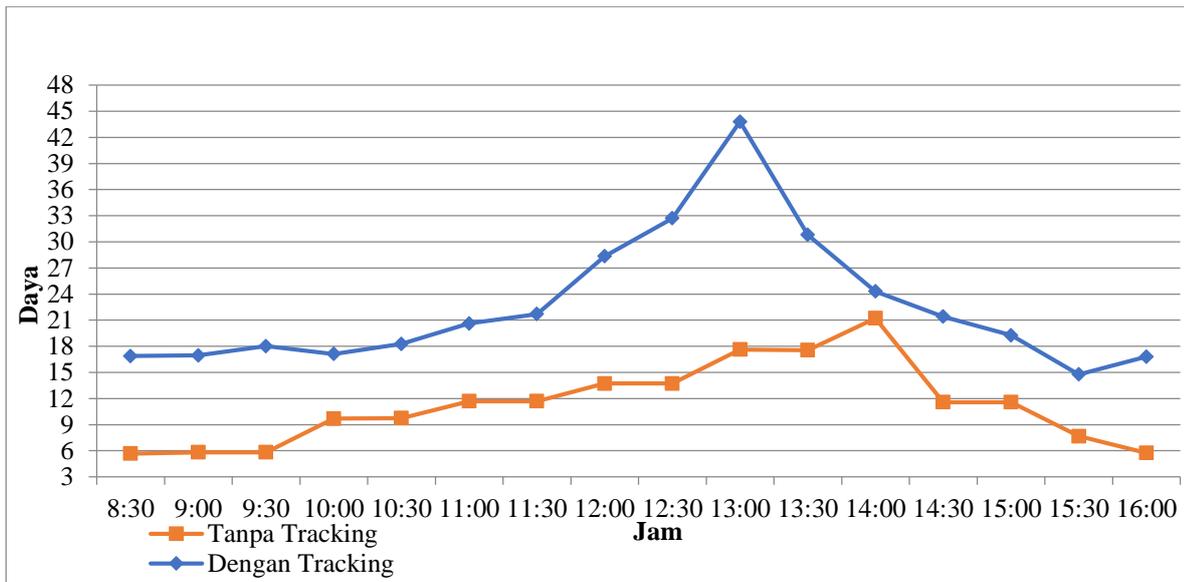
Untuk mencari persentase arus dan daya listrik :

- Arus

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{arus dinamis} - \text{arus statis}}{\text{arus dinamis}} \times 100\% \\ &= \frac{1,05 - 0,58}{1,05} \times 100\% \\ &= 49,76\% \end{aligned}$$

- Daya

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{daya dinamis} - \text{daya statis}}{\text{daya dinamis}} \times 100\% \\ &= \frac{22,57 - 11,25}{22,57} \times 100\% \\ &= 50,15\% \end{aligned}$$



Grafik 1. Selisih daya *solar cell* statis dan menggunakan *tracker*

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil dari pengujian *solar cell* rata – rata tegangan tanpa dan dengan sistem *tracking* yaitu 19,4 volt dan 21,5 volt. Dan rata-rata arus tanpa dan dengan sistem *tracking* yaitu 0,58 A dan 1,05 A serta tegangan maksimal tanpa dan dengan sistem *tracking* yaitu 19,6 V dan 22,1 V. Jadi dengan ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Perbedaan keluaran energi listrik yang sangat signifikan, dari hasil rata rata perhitungan energi listrik didapat selisih perbedaannya hingga mencapai 50,15% per hari dengan pengujian selama 7 jam 30menit.
2. Selisih energi listrik yang dihasilkan dengan sistem *tracking* dan tanpa sistem *tracking* yaitu 180,62 Wh dan 361,75 Wh selama 7jam 30menit dengan 16 kali pengujian dan mendapat daya perharinya 22,57 watt dengan sistem *tracking* dan 11,25 watt tanpa sistem *tracking*.
3. Dengan menggunakan sistem *tracking* pada *solar cell* akan dapat membatu *solar cell* melakukan penyerapan sinar matahari secara maksimal dan lebih efisien.

B. Saran

Karena *solar tracker dual axis* ini saya buat dengan menggunakan *solar cell* 50 Wp, maka kurang bermanfaat untuk lingkungan masyarakat sebab tegangan yang dihasilkan masih terbilang kecil jika seandainya digunakan di instalasi rumah tinggal, namun apabila digunakan untuk penerangan jalan atau fasilitas umum lainnya maka ini sangat tepat dan praktis. Oleh sebab itu, penulis menyarankan agar menggunakan *solar cell* dengan kapasitas lebih dari 50 Wp agar nantinya dapat berguna untuk instalasi rumah tinggal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). (2018) . Energi Berkelanjutan untuk Transportasi Darat. ISBN 978-602-1328-05-7
- [2] Yandi, W., & Pulungan, A. B. (2017). *Tracker Tiga Posisi Panel Surya Untuk Peningkatan Konversi Energi Dengan Catu Daya Rendah*. 6(3), 159-167.

-
- [3] Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan*, 10, 169–180.
- [4] Pangestuningtyas, D. L., Hermawan, & Karnoto. (2013). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap. *Transient*, 2, 0–7.
- [5] Samsurizal, S., Makkulau, A., & Christiono, C. (2019). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic Dengan Menggunakan Regretion Quadratic Method. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 137–144.
- [6] Saputra, W. (2008). *Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok
- [7] Miswardi. (2015). *Rancang Bangun Motor Penggerak Aktuator Pada Antena Parabola. 1*.
- [8] Budi, S. H. (2015). *Pengembangan Solar Tracker Single Axis Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Perolehan*. (38)
- [9] Yohana, E. (2012). Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Modul Surya 50 Watt Peak dengan Posisi Mengikuti Pergerakan Arah Matahari. *Mekanika*, 11(September), 25–30.
- [10] Benny, I. M. P. W., Bgs, I., Swamardika, A., & Wijaya, I. W. A. (2015). *Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino. 2(2)*, 115–120.

Biodata penulis

Aldian Dwi Putra, dilahirkan di Padang, 11 September 1996. Menyelesaikan DIV Teknik Elektro Industri pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Ali Basrah Pulungan, dilahirkan di Hutanaingkan, 12 Desember 1974. 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.

Ichwan Yelfianhar, lahir di Painan, 27 Oktober 1978. Sekarang menjadi staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.