

Sistem Tracking Cahaya Matahari pada *Photovoltaic*

Dwiprima Elvanny Myori^{1*}, Riki Mukhaiyar¹, Erna Fitri¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

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

Abstrak— Umumnya solar cell yang dipasang hanya menghadap satu arah tertentu saja. Gerak semu harian matahari menyebabkan perubahan posisi matahari dari timur ke barat setiap harinya. Perubahan posisi matahari tersebut membuat modul solar cell tidak selalu mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal sepanjang hari. Salah satu cara yang dapat dilakukan supaya solar cell mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal sepanjang hari adalah dengan menempatkan modul solar cell tegak lurus mengikuti cahaya matahari. Hal tersebut yang melatarbelakangi pembuatan alat tracking cahaya matahari menggunakan komponen Light Dependent Resistor (LDR) sebagai sensor dan motor linear aktuator parabola sebagai penggerak posisi modul solar cell. 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 aktuator yang mana akan menggerakkan posisi permukaan modul solar cell dengan dua arah yaitu mengikuti orientasi gerak semu harian matahari dari arah timur ke arah barat. Pada arah timur dan barat masing-masing terdapat sebuah limit switch. Ketika malam hari modul solar cell ini akan kembali bergerak menghadap ke arah Timur dan akan berhenti ketika limit switch Timur aktif. Alat tracking cahaya matahari ini telah dilakukan uji coba. Alat ini telah dapat mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat dengan daya keluaran solar cell dari 8,71 watt mampu ditingkatkan menjadi 12,46 watt dengan konsumsi daya motor sebesar 2,08 watt.

Kata kunci: Solar Cell, Light Dependent Resistor, Tracking

Abstract— Generally the solar cell are installed on one direction only. The daily pseudo motion of the sun causes changes of the sun position from east to west everyday. It makes solar cell modules do not always get the maximum intensity of sunlight. One of the solution for this problem is set the position of solar cell module always perpendicular to the sunlight. This problem is the background of solar tracking device manufacture using the Light Dependent Resistor (LDR) components as a sensor and parabolic actuator linear motor as the solar cell module position driver. The sunlight that hits the LDR sensor makes the resistance change so that it affects the voltage that will be informed to the analog input of the microcontroller. The microcontroller processes the information from the LDR sensor and gives the command to move the linear actuator which will move the solar cell module's position in two directions, following the orientation of the sun's daily pseudo motion. In the east and west directions each has a limit switch. The solar cell module will return to facing east at night and will stop when the east limit switch is active. This solar tracking device has been tested. This device has been able to follow the movement of the sun from east to west with 8.71 watts output of solar cell can be increased to 12.46 watts with 2.08 watts motor power consumption.

Keywords : Solar Cell, Light Dependent Resistor, Tracking



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License

I. PENDAHULUAN

Listrik menjadi komponen utama untuk memenuhi kebutuhan manusia di era globalisasi sekarang. Dapat dikatakan bahwa energi listrik adalah bagian yang sangat penting untuk manusia saat ini. Hampir semua peralatan yang digunakan

untuk mempermudah pekerjaan manusia membutuhkan energi listrik, mulai lampu, peralatan rumah tangga, peralatan dalam dunia kesehatan, peralatan produksi, penerbangan hingga militer yang semuanya membutuhkan energi listrik.

Sumber daya alam tak terbarukan seperti bahan

bakar fosil digunakan untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan energi listrik di Indonesia. Penggunaan bahan bakar fosil ini dapat menimbulkan polusi dan tidak ramah lingkungan. Agar kelestarian lingkungan tetap terjaga dan menghemat persediaan sumber daya alam tak terbarukan, maka kita perlu memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tidak menimbulkan polusi sebagai sumber energi listrik alternatif.

Negara Indonesia adalah negara tropis yang dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. Dengan kondisi geografis ini kita dapat memanfaatkan energi matahari tersebut sebagai sumber energi listrik alternatif yang potensial dan ramah lingkungan. Untuk membangkitkan tenaga listrik dari energi matahari ini dibutuhkan suatu komponen semikonduktor yaitu sel surya (*solar cell*). Pemanfaatan energi matahari dengan mengaplikasikan sel surya sebagai penghasil energi listrik ini disebut dengan teknologi *photovoltaic* (PV).

Sekarang ini sudah banyak pemanfaatan *photovoltaic* dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik yang dihasilkan tergantung pada beberapa faktor yaitu bahan pembuat, intensitas cahaya matahari, temperatur dan posisi sel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari. Umumnya penampang modul *solar cell* dipasang menghadap satu arah tertentu. Gerak semu harian matahari menyebabkan matahari mengalami perubahan posisi setiap harinya. Matahari terlihat terbit dari Timur dan tenggelam di Barat, membuat modul *solar cell* tidak selalu mendapatkan intensitas cahaya yang maksimal sehingga listrik yang dihasilkan juga kurang optimal. Menurut Mostavan [1], “Bila cahaya 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”.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan penyerapan energi surya pada *photovoltaic* adalah dengan memposisikan bidang modul *solar cell* selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari sehingga intensitas cahaya yang diterima lebih besar. Maka perlu dibuat suatu alat *tracking* cahaya matahari dengan penampang yang dapat mengikuti arah datangnya cahaya, sehingga jika ditempatkan modul *solar cell* di atasnya, energi listrik yang dihasilkan lebih

optimal dibandingkan dengan modul *solar cell* yang menghadap satu arah tertentu saja. Mengamati hal ini, penelitian ini mencoba untuk membuat sistem *tracking* yang dapat bergerak memposisikan bidang penampangnya mendekati tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari.

Pada sistem *tracking* cahaya matahari yang dibuat pada penelitian ini menggunakan linear aktuator sebagai penggerak penampang agar mengikuti arah cahaya akibat gerak semu harian matahari yaitu dari Timur ke Barat. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang dikirimkan ke mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler arduino memproses data yang diterima, kemudian memerintahkan linear aktuator untuk menggerakkan posisi penampang modul *solar cell* agar mendapatkan intensitas cahaya yang maksimal.

II. STUDI PUSTAKA

A. Photovoltaic

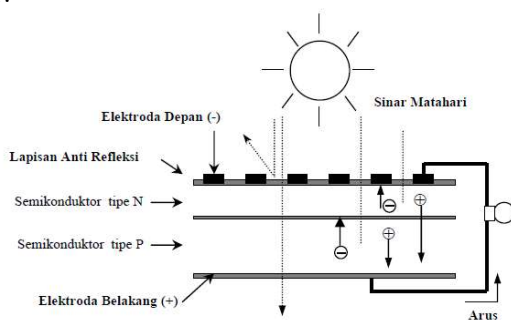
Kata *photovoltaic* terdiri dari dua kata yaitu *photo* dan *volta*. *Photo* berarti cahaya (dari bahasa Yunani yaitu *phos*, *photos*: cahaya) dan *volta* (berasal dari nama Alessandro Volta seorang fisikawan italia yang hidup antara tahun 1745-1827) yang berarti unit tegangan listrik. Kata *photovoltaic* biasa disingkat dengan PV. *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.

Sinar matahari memancarkan gelombang dengan panjang gelombang berbeda-beda dari 250 nm sampai dengan 2500 nm berupa *ultraviolet*, *infrared* sampai cahaya tampak. Tidak semua sinar langsung cahaya matahari pada atmosfer sampai ke permukaan bumi. Atmosfer melemahkan banyak bagian spektrum cahaya. Misalnya x-ray hampir semuanya diserap sebelum mencapai tanah. Beberapa persen radiasi ultraviolet juga disaring oleh atmosfer, beberapa dipantulkan kembali ke angkasa dan beberapa bagian lagi tersebar di atmosfer yang membuat langit terlihat biru.

Intensitas cahaya matahari yang sampai ke tanah melemah karena sinar matahari mendekati horizon dan terdapat lebih banyak atmosfer atau massa udara yang akan ditembus. Atmosfer adalah penyerap yang kuat yang dapat mengurangi energi yang sampai ke bumi sebesar 50% atau lebih.

Intensitas puncak sinar matahari di permukaan bumi Sekitar 1 kW/m^2 . Namun, tidak semua bagian bumi Mendapatkan jumlah sinar matahari rata-rata yang sama sepanjang tahun. Ketika sinar matahari yang terdiri atas foton jatuh pada permukaan solar cell, maka foton tersebut akan diserap, dipantulkan dan dilewatkan begitu saja dan hanya foton dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalir arus listrik. Untuk membebaskan elektron dari ikatan kovalennya, energi foton harus sedikit lebih besar atau di atas band gap. Jika foton terlalu besar dari band gap, maka sisa energi tersebut akan diubah dalam bentuk panas pada *solar cell*.

Secara sederhana cara kerja *solar cell* dimodelkan dengan konsep *pn junction* yang terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*pn junction* semikonduktor) yang apabila terkena sinar matahari akan terjadi aliran elektron. Struktur lapisan *solar cell* ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Struktur lapisan *solar cell* [2]

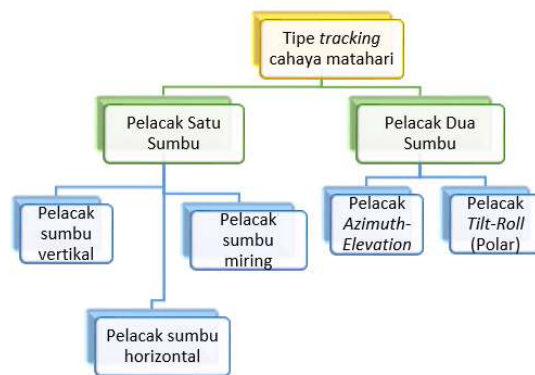
Solar cell terbuat dari material semikonduktor yang memiliki ikatan elektron lemah yang menempati pita energi yang disebut valence band. Ketika energi melebihi ambang batas yang dinamakan band gap energy diaplikasikan ke elektron valensi, ikatan akan rusak dan beberapa elektron bebas untuk bergerak dalam ikatan energi baru yang dinamakan *conduction band* yang dapat menyalurkan listrik melalui material tersebut. Kemudian elektron bebas pada *conduction band* akan dipisahkan dari *valence band* oleh *band gap* (diukur dalam satuan *elektron volt* atau eV). Energi yang dibutuhkan untuk membebaskan elektron ini dipenuhi oleh foton yang merupakan partikel cahaya. Ketika *solar cell* terpapar cahaya matahari, foton akan menabrak elektron valensi, merusak ikatan dan mendorong mereka ke *conduction band*. Disana terdapat sebuah kontak selektif khusus yang mengumpulkan *conduction band* elektron, menggerakkan elektron tersebut ke rangkaian eksternal. Elektron akan kehilangan energi mereka

dan dikembalikan ke *solar cell* melalui kontak selektif ke dua, yang mengembalikan mereka ke *valence band* dengan energi yang sama ketika pertama kali. Perpindahan elektron pada rangkaian eksternal inilah yang dinamakan sebagai arus listrik.

Parameter *solar cell* yang paling berpengaruh pada kurva karakteristik arus-tegangan yaitu arus hubung singkat dan tegangan hubungan terbuka untuk parameter internal, sedangkan parameter eksternalnya meliputi suhu dan radiasi cahaya matahari.

B. Sistem Tracking Cahaya Matahari

Sistem *tracking* cahaya matahari adalah sebuah kesatuan komponen atau elemen yang digabungkan menjadi satu untuk mengontrol posisi alat sistem *tracking* dengan tujuan mengusahakan permukaan modul *solar cell* selalu menghadap arah datangnya cahaya matahari. Sistem *tracking* cahaya matahari ada beberapa jenis dan dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria [3]. Klasifikasi pertama dapat dibuat berdasarkan jumlah sumbu putaran.

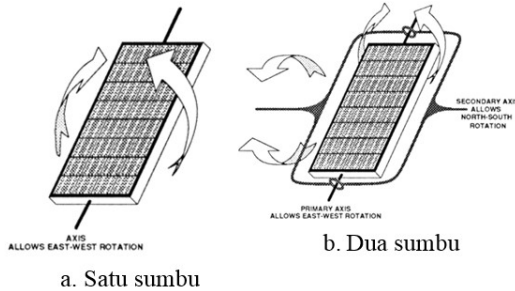


Gambar 2. Tipe *solar tracking* berdasarkan sumbu putaran [4].

Pada klasifikasi ini sistem *tracking* cahaya matahari dibedakan menjadi dua yaitu satu sumbu dan dua sumbu. Sistem *tracking* satu sumbu adalah metode dimana modul *solar cell* menjejak cahaya matahari dari timur ke barat menggunakan satu titik poros, sedangkan sistem *tracking* dua sumbu menggunakan dua titik poros untuk menjejak cahaya matahari dari timur ke barat dan dari utara ke selatan. Sistem *tracking* satu sumbu terbagi lagi menjadi tiga jenis yaitu sumbu vertikal, sumbu horizontal dan sumbu miring. Sedangkan sistem *tracking* dua sumbu ada dua jenis yaitu *azimuth-elevation* dan *tilt-roll*.

Klasifikasi lain dari sistem *tracking* cahaya matahari dapat dibuat berdasarkan tipe orientasi.

Berdasarkan kriteria ini kita dapat mengidentifikasi sistem tracking cahaya matahari berdasarkan pada lintasan matahari yang telah dihitung sebelumnya dan orientasi on-line yang bereaksi terhadap cahaya matahari secara langsung.



Gambar 3. Sistem *tracking* satu sumbu dan dua sumbu [5]

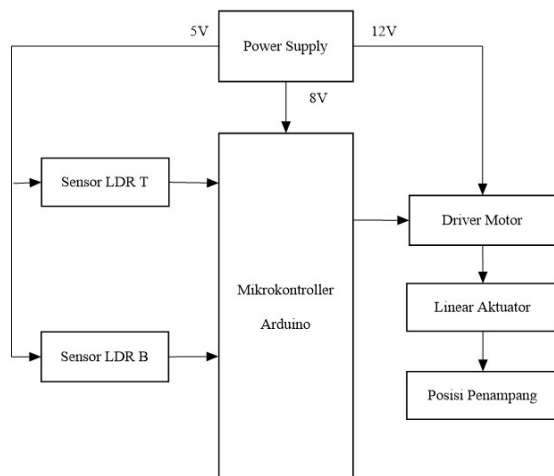
Dalam penelitian ini digunakan sistem *tracking* satu sumbu karena sistem *tracking* cahaya matahari mempunyai bagian penggerak dan sistem kontrol yang memerlukan biaya tinggi, maka sistem *tracking* satu sumbu menjadi solusi terbaik untuk *solar cell* berukuran kecil.

III. METODE

A. Perancangan Alat

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai blok diagram, prinsip kerja, serta perancangan alat.

Blok Diagram



Gambar 4. Blok Diagram

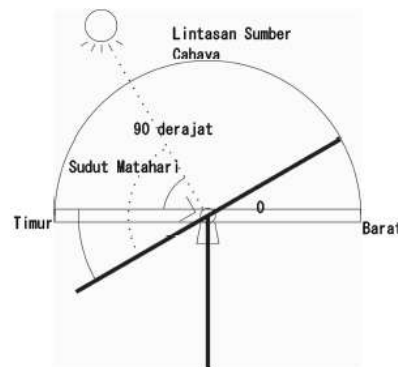
Berikut ini penjelasan masing-masing blok diagram diatas:

- Power supply digunakan untuk menyuplai daya untuk mikrokontroller arduino, driver motor dan sensor LDR dengan tegangan

- masing-masing 8V, 12 V dan 5V
- Sensor LDR T digunakan untuk mendeteksi cahaya yang datang dari arah Timur.
- Sensor LDR B digunakan untuk mendeteksi cahaya matahari yang datang dari arah Barat.
- Mikrokontroller Arduino digunakan untuk mengontrol pergerakan linear aktuator berdasarkan data yang diperoleh dari sensor LDR T dan dan LDR B.
- Linear Aktuator, digunakan untuk memposisikan permukaan modul solar cell agar tegak lurus dengan arah datangnya cahaya.
- Driver motor, digunakan untuk mengendalikan putaran linear aktuator berdasarkan instruksi dari mikrokontroller.
- Posisi penampang merupakan posisi permukaan modul solar cell terhadap cahaya matahari.

Prinsip Kerja Alat

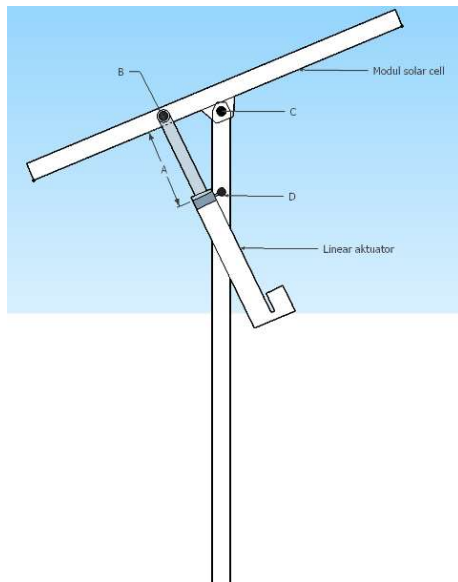
Sistem *tracking* cahaya matahari yang dibuat pada penelitian ini adalah jenis *tracking* single axis pada sumbu horizontal menggunakan rangkaian kontrol dan pemrograman mikrokontroller Arduino sebagai pusat pengolahan data yang di dapat melalui sensor LDR. Cahaya matahari yang mengenai sensor LDR membuat resistansinya berubah sehingga mempengaruhi nilai tegangan yang akan diinformasikan ke analog input mikrokontroller.



Gambar 5. Pergerakan *tracking* terhadap posisi matahari

Mikrokontroller mengolah informasi yang diterima dari sensor LDR dan memberi perintah untuk menggerakkan linear aktuator yang mana akan menggerakkan posisi permukaan modul solar cell dengan dua arah yaitu mengikuti orientasi gerak semu harian matahari dari arah Timur ke arah Barat. Pada arah Timur dan Barat masing-masing terdapat sebuah limit switch untuk memberi batas pergerakan, sehingga apabila salah satu limit

switch itu aktif artinya sudah sampai pada batas maksimal dan tidak dapat melanjutkan pergerakan ke arah tersebut. Ketika malam hari maka modul solar cell ini akan kembali bergerak menghadap ke arah Timur dan akan berhenti ketika limit switch Timur aktif.



Gambar 6. Mekanisme pergerakan

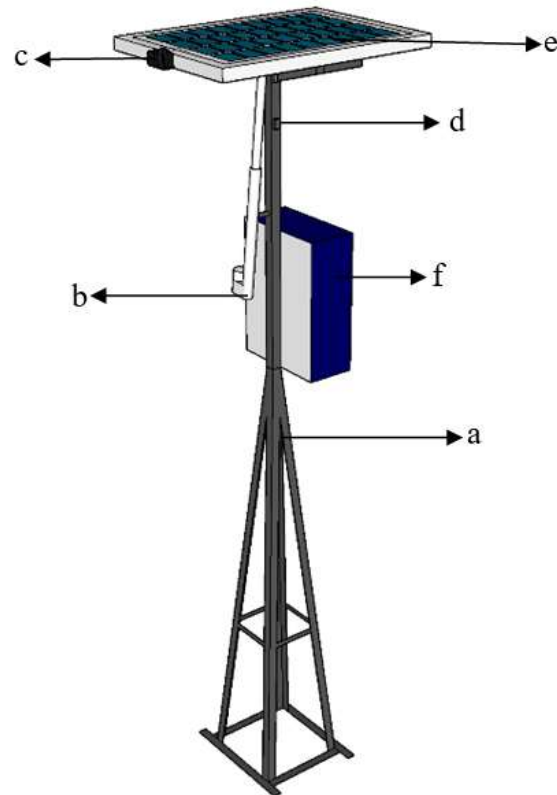
Modul solar cell digerakkan oleh linear aktuator dengan cara menambah atau mengurangi panjang lengan A sehingga salah satu sisi modul solar cell akan terdorong ke atas apabila lengan memanjang dan akan tertarik ke bawah apabila panjang lengan di kurangi. Pada titik B, C dan D digunakan baut agar dapat berputar saat terjadi perubahan panjang pada lengan A.

Perancangan Hardware

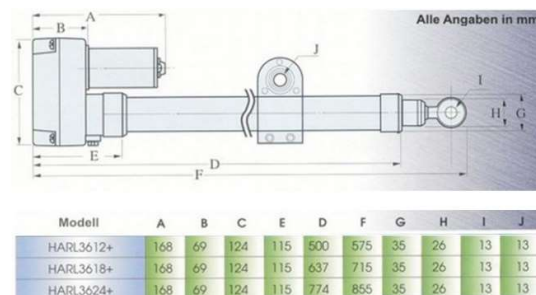
Perancangan *hardware* pada penelitian ini meliputi perancangan konstruksi alat serta perancangan rangkaian elektronik. Berikut akan dijelaskan masing-masing bagian perancangan mekanik alat berdasarkan gambar 7

- Tiang besi penyangga. Tiang penyangga dengan 4 kaki menggunakan besi siku dan tiang bagian atasnya menggunakan besi berbentuk persegi.
- Linear Aktuator. Linear aktuator digunakan sebagai penggerak posisi modul solar cell. Linear aktuator yang digunakan adalah yang biasa digunakan sebagai aktuator parabola yaitu Venus mini plus 12” dengan spesifikasi tegangan input maksimal 36VDC. Gambar 8 adalah skematik linear aktuator yang akan digunakan.
- Sensor. Sensor ditempatkan sejajar dengan

- modul sel surya yaitu sensor LDR T untuk mendeteksi cahaya yang datang dari arah Timur dan LDR B untuk mendeteksi cahaya yang datang dari arah Barat.
- Limit switch. Digunakan 2 buah limit switch yaitu limit switch T untuk batas gerakan ke arah timur dan limit switch B untuk batas gerakan ke arah barat.



Gambar 7. Rancangan Konstruksi Alat



Gambar 8. Skematik Linear aktuator

- Modul Solar Cell. Modul solar cell ditempatkan di atas penyangga yang akan bergerak mengikuti arah datangnya cahaya matahari. Modul solar cell yang digunakan adalah jenis polykristalin dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 1.

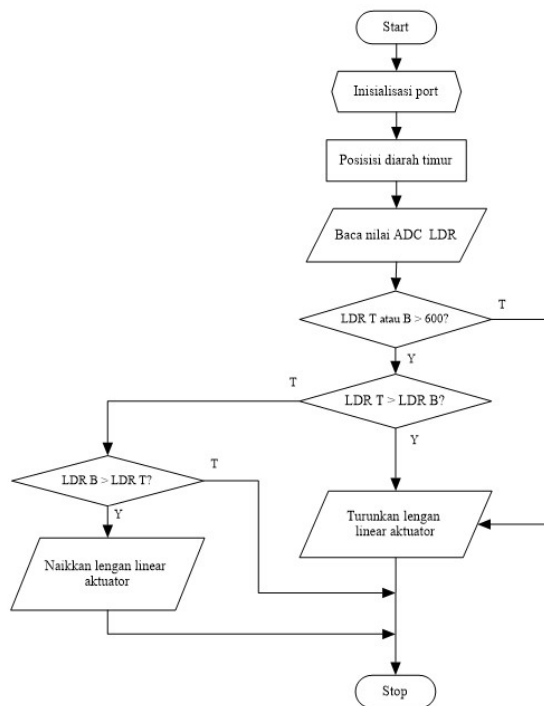
Tabel 1. Spesifikasi modul solar cell

Model	SP-20-P36
Rated Power (pmax)	20W
Voltage at pmax (Vmp)	17.8V
Current at pmax (Imp)	1.13 A
Open Circuit Voltage	21.6V
Short Circuit Current	1.3A
Size	490*350*25mm
Weight	1.82 Kg

f. Box panel Box panel digunakan untuk meletakkan komponen kontrol untuk alat tracking cahaya matahari.

Flowchart Sistem

Flowchart merupakan pemetaan urutan instruksi program yang menunjukkan mekanisme kerja dari suatu sistem yang diwakilkan oleh simbol-simbol yang sudah disepakati masing-masing makna dan kegunaannya. Flowchart sistem alat ini seperti digambarkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Flowchart sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kemiringan Modul Solar Cell terhadap Matahari

Pengujian kemiringan modul solar cell terhadap posisi matahari adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat tracking cahaya

matahari untuk mengarahkan permukaan modul solar cell tegak lurus (membentuk sudut 90°) dengan sudut datang cahaya matahari. Pengujian ketepatan posisi modul solar cell dengan matahari ini dilakukan dengan mengukur sudut kemiringan permukaan modul solar cell dan sudut datang matahari terhadap solar cell menggunakan busur derajat.

Tabel 2. Hasil pengujian sudut datang matahari dan posisi solar cell

Jam	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3	
	Sudut datang Matahari	Kemiringan Solar cell	Sudut datang Matahari	Kemiringan Solar cell	Sudut datang Matahari	Kemiringan Solar cell
06.00	-	35°	-	35°	-	35°
07.00	-	35°	-	35°	-	35°
08.00	80°	35°	75°	35°	80°	40°
09.00	90°	35°	85°	35°	90°	40°
10.00	90°	40°	95°	45°	85°	45°
11.00	95°	55°	95°	65°	95°	65°
12.00	95°	70°	105°	75°	95°	80°
13.00	80°	80°	100°	90°	100°	95°
14.00	90°	105°	100°	105°	90°	110°
15.00	100°	120°	95°	120°	95°	120°
16.00	100°	130°	95°	135°	95°	130°
17.00	-	130°	-	135°	-	135°
18.00	-	35°	-	35°	-	35°

Tabel 3. Hasil perhitungan rata-rata sudut datang matahari

Jam	Rata-rata sudut datang matahari	Besar penyimpangan dari posisi 90°	Rata-rata kemiringan solar cell
06.00	-	-	35°
07.00	-	-	35°
08.00	78,33°	11,67°	36,66°
09.00	88,33°	1,67°	36,66°
10.00	90°	0°	45°
11.00	95°	5°	61,66°
12.00	93,33°	3,33°	75°
13.00	93,33°	3,33°	88,33°
14.00	93,33°	3,33°	106,66°
15.00	96,66°	6,66°	120°
16.00	96,66°	6,66°	131,66°
17.00	-	-	133,33°
18.00	-	-	35°

B. Hasil keluaran modul solar cell dengan alat tracking cahaya matahari

Pengambilan data hasil keluaran modul solar cell ini dilakukan pada jam 06.00 sampai dengan jam 18.00 selama 3 hari. Alat yang digunakan dalam pengukuran keluaran modul solar cell ini adalah multimeter. Pengukuran ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan hubung terbuka (Voc) dan arus hubung singkat (Isc) yang dilakukan di ruang terbuka.

Tabel 4. Hasil pengukuran keluaran solar cell dengan sistem tracking

Jam	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3	
	Voc (V)	Isc (A)	Voc (V)	Isc (A)	Voc (V)	Isc (A)
06.00	6,86	0	6,21	0	4,04	0
07.00	18,79	0,08	18,54	0,05	18,84	0,06
08.00	20,5	0,75	20,4	0,71	20,1	0,76
09.00	20	0,9	20	0,87	19,99	0,91
10.00	19,9	1,01	19,8	0,97	18,83	0,95
11.00	19,9	1,04	20	0,99	19,99	0,98
12.00	19,8	1,07	19,9	1	19,84	1
13.00	20,1	0,95	19,9	0,99	19,81	0,99
14.00	20	0,9	19,8	0,98	19,76	0,86
15.00	19,93	0,86	19,86	0,87	19,7	0,87
16.00	19,94	0,78	19,8	0,88	19,87	0,85
17.00	17,95	0,06	18,22	0,08	17,65	0,07
18.00	16,6	0,02	16,47	0,02	16,9	0,04

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai rata-rata Voc dan Isc dan daya

Jam	Voc Rata-rata (Volt)	Isc Rata-rata (Ampere)	Daya (Watt)
06.00	5,7	0	0
07.00	18,72	0,063	1,17
08.00	20,33	0,74	15,04
09.00	19,99	0,89	17,79
10.00	19,51	0,97	18,92
11.00	19,96	1	19,96
12.00	19,84	1,02	20,23
13.00	19,93	0,97	19,33
14.00	19,85	0,91	18,06
15.00	19,83	0,86	17,05
16.00	19,83	0,83	16,45
17.00	17,94	0,21	3,76
18.00	16,65	0,02	0,33

Berdasarkan table 5 dapat dihitung nilai rata-rata daya yang dihasilkan dalam satu hari yaitu 12,46 watt.

C. Hasil keluaran modul solar cell tanpa tracking

Hasil keluaran modul solar cell tanpa tracking dilakukan dengan memposisikan permukaan modul solar cell tetap pada posisi 90° kemudian dilakukan pengukuran nilai Voc dan Isc yang dihasilkan.

Tabel 6. Nilai Voc, Isc dan daya tanpa tracking

Jam	Voc (Volt)	Isc (A)	Daya (Watt)
06.00	3,51	0	0
07.00	17,7	0,03	0,53
08.00	19,8	0,36	7,12
09.00	19,2	0,6	11,52
10.00	19,2	0,66	12,67
11.00	19,99	0,96	19,19
12.00	19,6	1,01	19,79
13.00	19,5	0,78	15,21
14.00	19,5	0,59	11,5
15.00	19,6	0,52	10,19
16.00	18,7	0,16	2,99
17.00	18,6	0,13	2,41
18.00	15,2	0,01	0,15

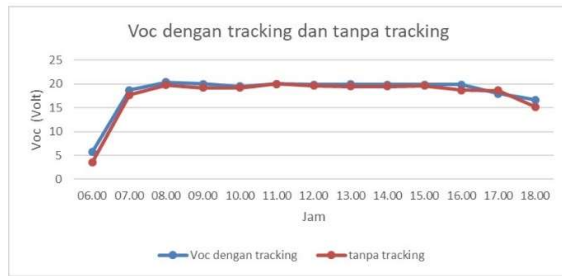
Berdasarkan tabel di atas dihitung nilai rata-rata daya yang dihasilkan dalam satu hari yaitu 8,71 watt.

D. Analisis efektifitas penggunaan tracking dan tanpa tracking

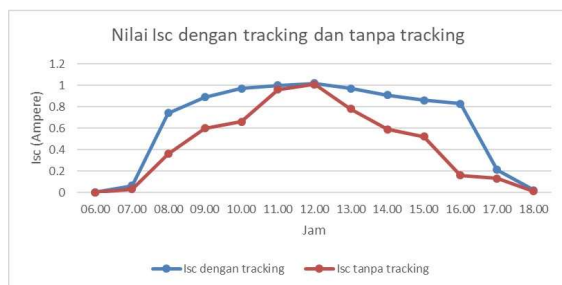
Analisis efektifitas penggunaan tracking dan tanpa tracking ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif alat ini mampu meningkatkan daya yang dihasilkan oleh solar cell. Perbandingan nilai Voc, Isc dan daya yang dihasilkan pada saat menggunakan sistem tracking dan tanpa tracking dapat dilihat pada grafik Gambar 10, 11 dan 12.

Berdasarkan grafik diatas dapat terlihat bahwa penggunaan tracking tidak begitu mempengaruhi nilai tegangan, tetapi lebih meningkatkan nilai Arus sehingga daya yang dihasilkan juga lebih meningkat. Berdasarkan pembahasannya telah dihitung nilai daya yang dihasilkan tanpa tracking adalah 8,71 Watt, sedangkan dengan menggunakan alat tracking meningkat menjadi 12,46 Watt. Terdapat peningkatan sebesar 3,75 Watt kemudian dikurangi dengan konsumsi daya untuk motor sebesar 2,08 Watt sehingga

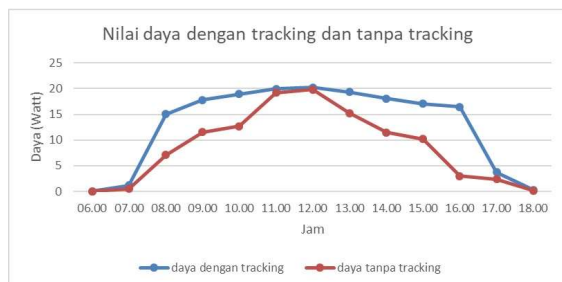
penggunaan alat *tracking* ini dapat meningkatkan daya keluaran *solar cell* sebesar 1,67 Watt.



Gambar 10. Grafik perbandingan nilai Voc dengan *tracking* dan tanpa *tracking*



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai Isc dengan *tracking* dan tanpa *tracking*



Gambar 12. Grafik perbandingan nilai daya dengan *tracking* dan tanpa *tracking*

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan alat serta pengujian alat *tracking* cahaya matahari yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat *tracking* cahaya matahari pada *photovoltaic* jenis satu sumbu horizontal yang telah dibuat ini telah dapat memposisikan penampang modul *solar cell* mengikuti gerak semu harian matahari dari timur ke barat mendekati tegak lurus dengan sudut datang cahaya matahari dengan rata-rata penyimpangan dari posisi tegak lurus sebesar 5°.

Penggunaan *tracking* tidak begitu mempengaruhi nilai tegangan, tetapi lebih meningkatkan nilai arus sehingga daya yang dihasilkan juga lebih meningkat. Berdasarkan pembahasan sebelumnya telah dihitung nilai daya yang dihasilkan tanpa *tracking* adalah 8,71 Watt, sedangkan dengan menggunakan alat *tracking* meningkat menjadi 12,46 Watt. Terdapat peningkatan sebesar 3,75 Watt kemudian dikurangi dengan konsumsi daya untuk motor sebesar 2,08 Watt sehingga penggunaan alat *tracking* ini dapat meningkatkan daya keluaran *solar cell* sebesar 1,67 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mostavan, A. (2000). Catatan Kuliah Energi Surya. Bandung: ITB.
- [2] Yuwono, B. (2005). Optimalisasi Panel Sel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [3] Tudorache, T., & Kreindler, L. (2010). Design of a Solar Tracker System for PV Power Plants. Acta Polytechnica Hungarica, Vol.7 No. 1.
- [4] Prinsloo, G., & Dobson, R. (2015). Solar Tracking. South Africa: Stellenbosch University.
- [5] Dhanabal, R, et al. (2013). Comparison of Efficiencies of Solar Tracker Systems with Static Panel Single-Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount. International Journal of Engineering and Technology (IJET), Vol. 5 No.2 Apr – May 2013.

Biodata Penulis

Dwiprima Elvanny Myori, lahir di Palembang 1 November 1988. Mengikuti pendidikan S1 Matematika Universitas Andalas pada tahun 2006 hingga 2010, dan melanjutkan pendidikan S2 Matematika Universitas Andalas pada tahun 2010 hingga 2012. Sejak tahun 2012 menjadi dosen tetap di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang hingga sekarang.

Riki Mukhaiyar, lahir pada 25 Juni 1978 di Padang, menyelesaikan pendidikan doktoral di University of Newcastle Upon Tyne pada tahun 2015. Sejak tahun 2008 menjadi dosen tetap di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang hingga sekarang.

Erna Fitri, mengikuti pendidikan Diploma IV Teknik Elektro Industri jurusan Teknik Elektro FT UNP pada tahun 2013 hingga 2017.