

## PERANCANGAN PEMBANGKIT TENAGA SURYA DENGAN PENGARAH SINAR MATAHARI OTOMATIS BERBASIS *ARDUINO UNO*

Victor Siallagan<sup>1)</sup>, Missyamsu Algusri<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan Batam

E-mail: [victor\\_siallagan@yahoo.com](mailto:victor_siallagan@yahoo.com)

### ABSTRACT

*Sunlight energy source in solar power plants is needed in the direction of solar cells to produce greater energy energy. In use with the position of solar cells with fixed position (fixed) a fixed position to the sun produces absorption of light is not maximal. Therefore a sunlight steering is required to detect this position and as input for the controller to produce the control action of moving the solar cell reaches always perpendicular to the sun. Position angle of tilt as a common axis to move solar cells from the east (sunrise) and to the west (sunset). Comparison of systems with two different positions that generate different power to power generation of electricity generated by solar cells. Comparison of the output of solar cell specifications of 2.5 Watt; 8.2 VDC; 0.3 A in a still stationary position is 2.93 Watts and an average of 0.24 Watts to the output of solar cells with a beam guide is 4.44 Watts and an average of 0.34 Watt.*

**Keywords :** *Solar cell, fixed position, Power*

### ABSTRAK

Sinar matahari sumber energi pada pembangkit listrik tenaga surya sangat diperlukan searah dengan sel surya untuk menghasilkan energi listrik yang lebih besar. Pada pemakaian dengan posisi sel surya dengan posisi tetap (*fixed*) satu posisi tetap terhadap matahari menghasilkan serapan sinar tidak maksimal. Oleh karena itu pengarah sinar matahari diperlukan untuk mendeteksi posisi ini dan sebagai *inputan* bagi kontroller untuk menghasilkan aksi kontrol menggerakkan sel surya mencapai selalu tegak lurus ke arah matahari. Posisi angle of tilt sebagai axis yang umum untuk menggerakkan sel surya dari arah timur (matahari terbit) dan ke barat (matahari terbenam). Perbandingan sistem dengan dua posisi yang berbeda itu menghasilkan daya yang berbeda terhadap pembangkitan daya energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Perbandingan keluaran sel surya spesifikasi sel surya 2.5 Watt; 8,2 VDC; 0,3 A pada posisi tetap diam adalah 2,93 Watt dan rata-rata 0.24 Watt terhadap keluaran sel surya dengan pengarah sinar adalah 4,44 Watt dan rata-rata 0.34 Watt

**Kata kunci :** Sel surya, posisi tetap, Daya.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ketergantungan terhadap sumber energi listrik yang berbahan baku fosil untuk keberlangsungan pasokan tenaga listrik masih sangat sangat besar. Pada tahun 2000 kebutuhan energi listrik dunia mencapai 7-8 triliyun KWH dan diprediksikan pada tahun 2020 kebutuhan akan mencapai 14,5 triliyun KWH, Indonesia mengeluarkan kebijakan mencanangkan target memperbesar kontribusi sumber energi terbarukan, khusus nya tenaga surya sebesar 0,2-0,3% pada tahun 2025 [1]. Diperlukan penambahan kapasitas 65 MW per tahun yang pada aktualnya pemanfaatannya sekarang masih rendah hanya 2,5 MW per tahun masih jauh dari target [6].

Dengan realitas paparan sinar matahari berubah posisi menghasilkan tingkat intensitas sinarnya matahari yang lebih maksimal sehingga berpotensi menghasilkan listrik yang lebih besar [3]. Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Dengan Pengarah Sinar Matahari Otomatis Berbasis *Arduino Uno* ini menggunakan *Light Dependent Resistor (LDR)* sebagai input, *arduino uno* sebagai kontroller dan aksi kontrol oleh *servo motor* mengatur ke-searah-an penerimaan panel sel surya terhadap sinar matahari seiring perubahan posisi arah sudut sinar matahari.

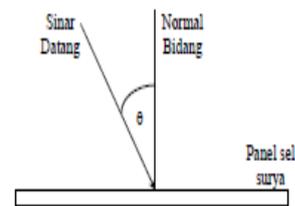
## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pemanfaatan dari energi surya dapat dimaksimalkan dengan menjaga setiap pergerakan matahari selalu searah dengan penerima sinar matahari, melalui suatu sistem pengarah sinar matahari otomatis yang mampu mendapatkan energi matahari secara penuh, yaitu dengan membuat panel surya dapat terus menghadap ke arah sumber sinar matahari [8]. Penerimaan radiasi matahari oleh sel

surya dipengaruhi oleh sudut datang sinar matahari (*angle of incidence*).

Panel sel surya mendapat radiasi maksimum jika sinar matahari tegak lurus dengan bidang panel dan sebaliknya pada saat tidak tegak lurus akan mendapat radiasi lebih kecil seperti gambar 2.1



Gambar 2.1 Sudut Sinar matahari terhadap sel surya [3]

$$I_r = I_{ro} \cos \theta \dots\dots\dots 1.1 [10]$$

Dimana:

- $I_r$  : Radiasi yang diserap panel sel surya
- $I_{ro}$  : Radiasi yang mengenai panel sel surya
- $\theta$  : Sudut panel sel surya terhadap sinar datang (sorotan)

### 2.3 Sensor Pendeteksi Sinar

Untuk mendeteksi adanya cahaya sinar matahari pada perancangan ini memerlukan piranti yang pada perancangan ini sensor *light Dependent Resistor (LDR)*. Tahanannya berkurang jika mendapat paparan sinar matahari, gambar fisiknya ditunjukkan pada gambar 2.2

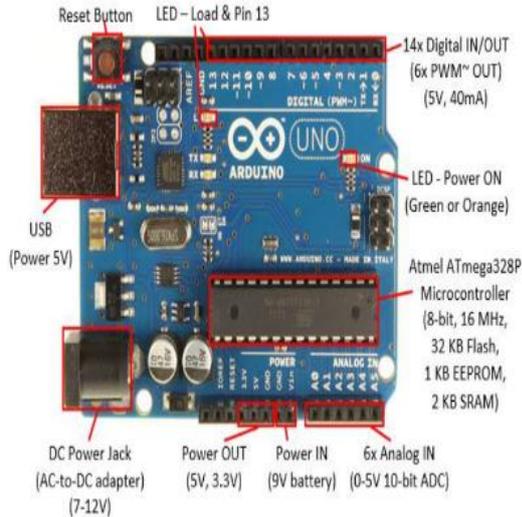


Gambar 2.2 Konstruksi LDR dan dimensi

### 2.4 Kontroler *Arduino Uno*

*Arduino Uno* adalah sebuah perangkat keras keluaran dari *Arduino Italy*

yang berupa minimum system dengan menggunakan mikrokontroler Atmega 328. Untuk bentuk fisik dari Modul Mikrokontroler *Arduino Uno* bisa dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Modul Mikrokontroler *Arduino Uno* [4]

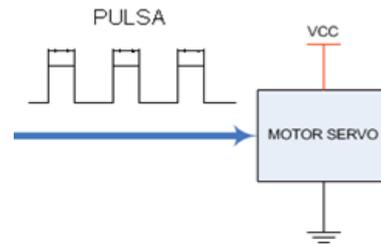
Mikrokontroler *Arduino Uno* memiliki 14 *pin* digital yang diantaranya terdapat 6 *pin* yang dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation* atau PWM yaitu *pin* D.3, D.5, D.6, D.9, D.10, D.11 dan 6 *pin* input analog. Menggunakan osilator sebesar 16 MHz, koneksi USB, ICSP *header* dan tombol reset. Untuk konfigurasi *pin* Atmega 328

## 2.2 Motor Servo Standard 180°

*Motor servo* hanya memiliki 3 kabel yang mana masing-masing fungsinya terdiri dari positif (Vcc), negatif (Ground) dan kontrol (Signal). *Motor servo* mampu bergerak searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam tanpa membalik *pin* konektor pada *motor servo*, hal ini disebabkan bahwa pada *motor servo* telah terdapat driver untuk membalik polaritas *motor* DC yang ada pada *motor servo*. *Motor servo* jenis

standar hanya dapat berputar 180° searah atau berlawanan arah jarum jam.

Prinsip kerja *motor servo* standar adalah kaki sinyal *motor servo* diberi sinyal digital dengan lebar sinyal antara 0,60 milidetik sampai 2,00 milidetik.

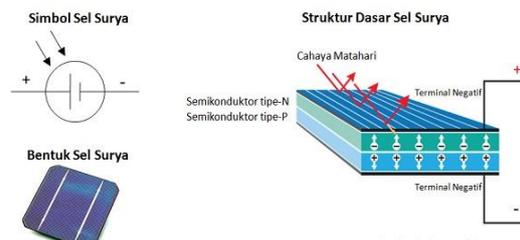


Gambar 2.4 Skematis Pengiriman *Pulsa*[9]

## 2.3 Sel Surya (*Solar Cell*)

Sel Surya atau *Solar Cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya

Berikut ini adalah Struktur Dasar, Bentuk dan Simbol Sel Surya (*Solar Cell*).



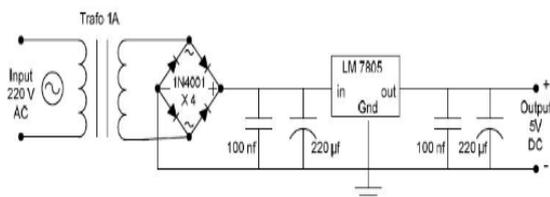


Gambar 2.5 Panel Sel Surya

Pada perancangan ini menggunakan Perangkat *output* Panel Sel Surya dengan spesifikasi 2,50 W ; 8,20 VDC seperti terlihat pada gambar 2.5

#### 2.4 Sumber Tenaga Catu Daya

Untuk mengoperasikan rangkaian dan perangkat elektronik diperlukan sumber tenaga atau catu daya. Catu daya bias saja berupa baterai atau rangkaian catu daya. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (alternating current) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Catu daya yang digunakan adalah Regulator. Regulator tegangan adalah bagian power supply yang berfungsi untuk memberikan stabilitas output pada suatu power supply.



Gambar 2.6 Rangkaian catu daya menggunakan regulator [6]

### III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan posisi sel surya sensor tetap diam dengan posisi sel surya bergerak dengan sensor pengarah ke sinar matahari. Adapun metodologi penelitian adalah sebagai berikut:

#### 3.1 Alir Penelitian

Alir Penelitian yang digunakan untuk membuat alat perancangan ini menggunakan metode bangun, seperti diagram alir berikut :



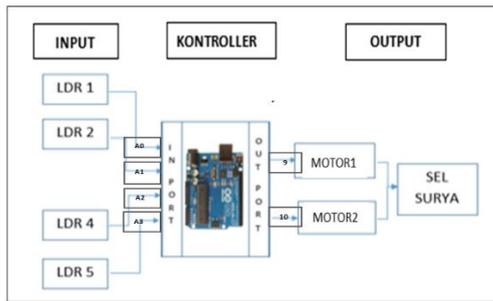
Gambar 3.1 Alir penelitian

#### 3.2 Perancangan Sistem

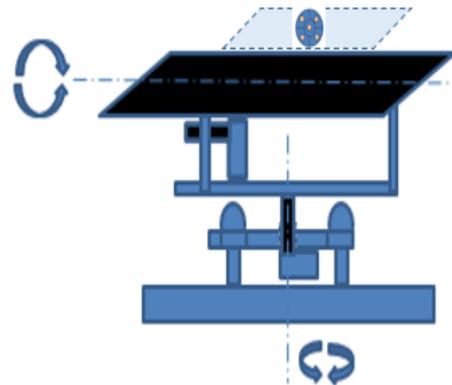
Penelitian ini menggunakan diagram sebagai langkah awal untuk mempermudah pembuatan sistem. Diagram blok menggambarkan secara umum bagaimana cara kerja rangkaian secara keseluruhan. Diagram blok ini memiliki peran yang sangat penting mudah dalam pengambilan data dan menganalisa setiap *subsistem* yang telah dirancang.

Adapun diagram blok sistem ini digambarkan pada gambar 3.2.

seperti pada gambar 3.4 dibawah ini.



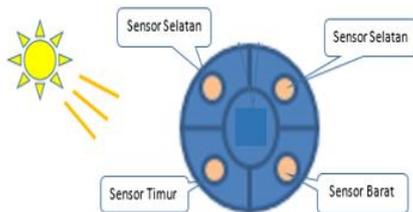
Gambar 3.2 Blok Perancangan sistem



Gambar 3.4 Mekanik Pergerakan Sel Surya

### 3.3 Perancangan Dan Inisiasi *Sensor Input*

*Sensor* LDR ini akan menghasilkan perbedaan tahanan  $0 \Omega$  hingga  $1 M\Omega$  ketika terpapar sinar matahari. Perbedaan tahanan dengan intensitas cahaya matahari tersebut menghasilkan perbedaan tegangan terhadap nilai referensi. Mekanik *Holder Sensor* LDR dirancang untuk bisa di pasang 5 buah *sensor*. *Sensor* LDR Timur Barat 2 unit; *Sensor* LDR Utara Selatan dan *Sensor* LDR target. Diposisikan sejajar dengan pergerakan sel surya seperti gambar 3.3



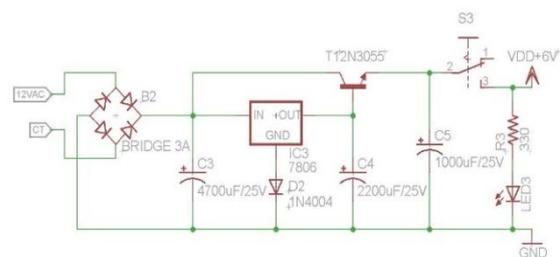
Gambar 3.3 Mekanik *Holder Sensor* LDR

### 3.4 Perancangan *Hardware*

Perancangan lengan *robot* yang akan diteliti mempunyai tiga derajat kebebasan. Penelitian ini juga melakukan pengukuran tegangan dan arus pada *output power supply servo* dari berbagai berat kotak yang dapat diangkat Lengan *Robot* dan besar sudut masing-masing *motor servo* memindahkan kotak dan tahap penyusunan kotak sesuai dengan warna kotak. Adapaun bentuk lengan *robot* yang direncanakan untuk rancang dan diteliti

### 3.5 Perancangan *Catu Daya*

Rangkaian *catu daya* memberikan *supply* tegangan pada alat pengendali. Rangkaian *catu daya* mendapatkan sumber dari tegangan PLN sebesar 220 VAC. Kemudian diturunkan *transformator* menjadi 12 VAC lalu tegangan AC tersebut diserahkan oleh dioda *bridge* menjadi tegangan DC. Keluaran dari dioda *bridge* ini kemudian masuk ke *IC regulator* yang fungsinya adalah untuk menstabilkan tegangan. *IC regulator* yang digunakan yaitu LM7805CT yang menghasilkan tegangan DC sebesar +5V. Berikut ini adalah rangkaian *catu daya* 5 V pada sistem :

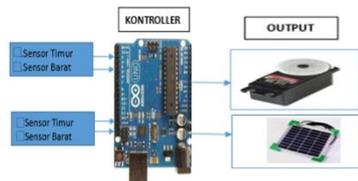


Gambar 3.5 Rangkaian *Catu Daya* Sistem

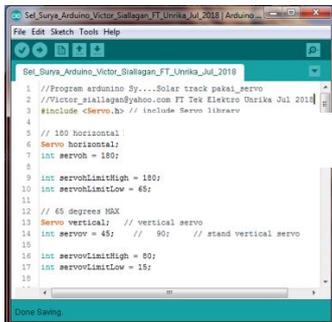
Berikut ini adalah catu daya *servo* 6V dengan *IC regulator* LM7806CT yang *outputnya* diberi transistor 2N3055 sebagai penguat arus sehingga menghasilkan *output* maksimum 3 A.

### 3.6 Perancangan Mikrokontroler Arduino Uno

Pada perancangan menggunakan *controller* dengan susunan *input*, *kontroller arduino uno* dan hubungan ke *output* aktuator *servo motor* serta *output* sel surya sebagai berikut



Gambar 3.6 Perancangan Hardware Kontroller Arduino

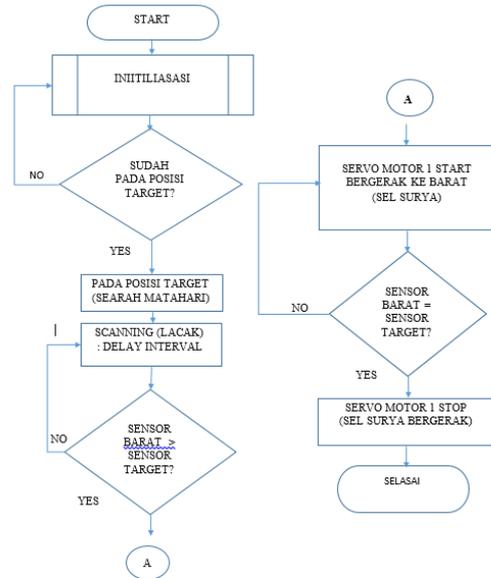


Gambar 3.7 Perangkat lunak Arduino

### 3.6 Pengujian Alat

Pengukuran dan pengujian dilakukan untuk membuktikan apakah rangkaian yang sudah dibuat bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Pertama sekali pengujian dilakukan pada setiap bloknya dan pengujian beberapa blok yang saling berkaitan. Dalam setiap pengujian dilakukan dengan pengukuran yang nantinya akan digunakan untuk

menganalisa dan membandingkan besaran daya pada saat sistem sel surya dengan sudut tetap diam terhadap sel surya bergerak dengan *sensor* dengan *sensor* pengarah ke sinar matahari.



Gambar 3.8 Flowchart cara kerja sistem

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Perancangan

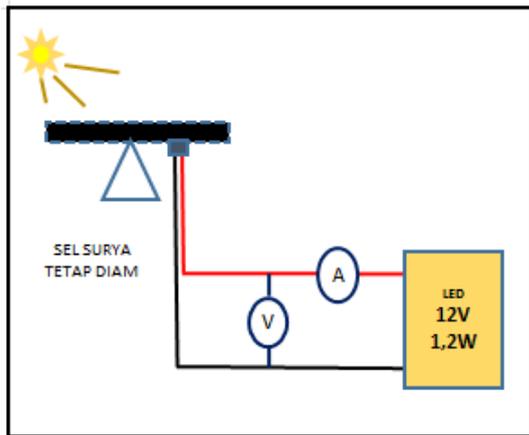
Sistem lengan *robot* dirancang berdasarkan blok diagram yang telah dibuat. Pada perancangan ini semua komponen di ukur terlebih dahulu untuk memastikan komponen tersebut berfungsi dengan baik. Berikut adalah hasil perancangan *robot* lengan secara keseluruhan.



Gambar 4.1 Wujud Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

#### 4.2 Pengujian Sel Surya Posisi Tetap Diam (fixed)

Pengujian tegangan arus dan daya keluaran pada saat sel surya dengan posisi tetap diam perlu dilakukan sebagai data referensi. Diperlukan untuk sebagai pembandingan terhadap keluaran output sel surya dengan pengarah ke sinar matahari.



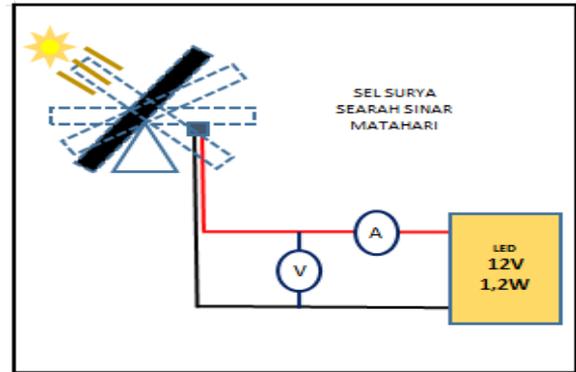
Gambar 4.2 Blok Pengujian Sel Surya Posisi Tetap Diam

S/N	JAM	INTENSITAS CAHAYA ( Lux )	V ( Volt )	Resistansi ( Ohm )	P ( Watt )
1	6:00	211	7.2	4.1	0.03
2	7:00	376	7.2	8.2	0.06
3	8:00	558	7.2	13.1	0.09
4	9:00	636	7.2	14.9	0.11
5	10:00	984	7.2	24	0.17
6	11:00	1030	7.2	25.3	0.18
7	12:00	1250	7.2	29.4	0.21
8	13:00	1280	7.3	60.2	0.44
9	14:00	1400	7.4	65	0.48
10	15:00	1305	7.3	64.1	0.47
11	16:00	1264	7.3	44.9	0.33
12	17:00	1245	7.3	38.8	0.28
13	18:00	850	6.8	12.4	0.08
Σ P					2.93

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sel Surya Posisi Tetap Diam

#### 4.3 Pengujian Sel Surya Otomatis Bergerak Dengan Sensor Pengarah

Pengujian ini digunakan sistem pengarah cahaya matahari untuk mendapatkan sel surya selalu menghadap ke arah datangnya cahaya matahari



Gambar 4.3 Blok Pengujian Sel Surya Sistem Pengarah Sinar

Berikut ini adalah hasil pengukuran tegangan dan arus dengan sel surya

S/N	JAM	Sudut Pendekatan Pengarahan	INTENSITAS CAHAYA ( LUX )	V( Volt )	I ( mA )	P ( Watt )
1	6:00	0°	224	7.1	2.8	0.02
2	7:00	15°	392	7.1	4.9	0.03
3	8:00	30°	605	7.2	12.3	0.09
4	9:00	30°	660	7.2	13.8	0.10
5	10:00	60°	1,096	7.2	25.1	0.18
6	11:00	75°	1,315	7.3	34.2	0.25
7	12:00	90°	1,543	7.3	40.4	0.29
8	13:00	105°	1,550	7.4	85.7	0.63
9	14:00	120°	1,580	7.5	110	0.83
10	15:00	135°	1,398	7.6	91.9	0.70
11	16:00	150°	1,380	7.5	85.35	0.64
12	17:00	165°	1,342	7.4	67.6	0.50
13	18:00	180°	895	6.8	26.2	0.18
Σ P						4.44

otomatis bergerak dengan sensor pengarah seperti terlihat di tabel 4.2

dengan pengarah sinar 4,44 Watt dan rata-rata 0,34 Watt di dapati ada perbedaan.

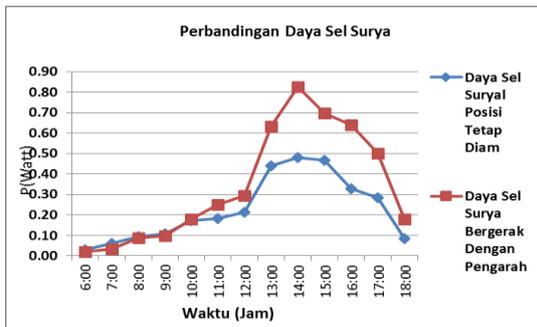
Daya terukur yang dihasilkan sel surya paling besar 0,83 Watt; 7,5VDC 110 mA atau 0,1A dimana spesifikasi sel surya 2,5 Watt; 8,2VDC; 0,3A dikarenakan kondisi beberapa hari cuaca tidak konsisten yaitu berubah-ubah kondisi hujan dan mendung.

Dari pengujian sel surya posisi tetap diam dan pengujian sel surya dengan pengarah dapat dicari peningkatan energi : Daya dengan pengarah sinar dikurangi daya posisi tetap diam diperbandingkan terhadap daya posisi tetap diam.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sel Surya Sistem Pengarah Sinar

#### 4.4 Analisa

Dari data pengujian sel surya system posisi tetap diam dan sel surya berpengaruh sinar ke matahari diperoleh nilai daya yang berbeda. Berikut ini adalah hasil diagram karakteristik daya pada kedua pengujian.



Gambar 4.4. Karakteristik daya terhadap waktu

Dari gambar grafik diatas diperoleh daya sel surya paling besar di siang hari pukul 10:00 hingga 17:00 WIB atau ketika panas dan sinar matahari intensitasnya besar lebih besar dari 1000 Lux.

Perbedaan nilai daya yang dihasilkan sel surya dengan dua metoda ada fenomena. Pada saat pagi hari saat matahari terbit perbandingan dua sistem tidak ada perbedaan dikarenakan kondisi sinar pagi hari masih tertutup pegunungan/gedung tinggi sehingga sinar yang di dapat adalah pantulan dan hal yang sama juga ditemukan pada sore hari saat matahari terbenam.

Perbandingan keluaran sel surya posisi tetap diam 2,93 Watt dan rata-rata 0,24 Watt terhadap keluaran sel surya

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

Rancangan sistem pembangkit tenaga surya dengan mengarahkan selalu searah tegak lurus dengan arah sinar matahari bias bekerja sesuai perancangan dan mendapatkan intensitas cahaya matahari lebih optimum dan menghasilkan energi listrik yang lebih besar dibanding dengan sel surya posisi tetap diam

### 5.2 Saran

Adapun saran dari penulis dari hasil perancangan yang telah dilakukan, untuk pengembangan selanjutnya alat ini, agar lebih maksimal disarankan:

Sistem ini perlu data analysis berbasis *software* supaya repretasi data dan penomena bisa dianalisa karena faktor cuaca banyak mengalami perubahan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adhitya Noviardi, "Energi Alternatif Energi surya peluang bisnis baru". <http://industri.bisnis.com/read/2012/03/06/44/67307/energi-alternatif-energi-surya-peluang-bisnis-baru>. Diakses tanggal 12 Januari 2018

- [2] Budi Yuwono, *Optimalisasi Panel Sel Surya Degan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Sistem Mikrokontroller AT89C51*, Skripsi, tidak diterbitkan, Universitas Diponegoro, Semarang, 1995
- [3] Cahyo Setyo Nugroho., Rahmat Adiprasetya., & Rama Okta Wiyagi. *Sistem Penjejak Matahari Dua Axis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, *Jurnal*, Tidak diterbitkan, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta, 2016
- [4] Mona Berlian Sari., Yulkifli., & Zulhendri Kamus. *Sistem Pengukuran Intensitas dan Durasi Penyinaran Matahari Realtime PC berbasis LDR dan ,Motor Stepper*, *Jurnal*, J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst), Vol 7(1), 2015,ISSN : 2085-2517, Universitas Negeri Padang, Padang, 2015
- [5] Dickson Kho, Teknik Daya Elektronik.  
<https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/12/cara-menghitung-daya-listrik.jpg?x22079>.  
Di akses tanggal 20 Februari 2018.
- [6] Republik Indonesia. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006*, 2006.  
[www.hukumonline.com](http://www.hukumonline.com). Di akses tanggal 20 Desember 2017
- [7] Ted J Jansen, *Solar Engineering Technology* (Terjemahan Prof Wiranto Aris Munandar). New Jersey: Prentice Hall. (buku asli diterbitkan tahun 1995). 1995
- [8] Subandi., Slamet Hani., *Korelasi Suhu dan Instensitas Cahaya Terhadap Daya Solar Cell*, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2014, Yogyakarta, ISSN: 1979-911X. 15 November 2014
- [9] Yudhi Wirantha Jaya Kusuma., Noer Soerjarwanto., Agus Trisanto., Dikpride Despa. *Rancang Bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor Photodiode Berbasis Mikrokontroller Atmega 16*, *ELECTRICIAN- Jurnal Rekayasa-Teknologi Elektro*, Volume 9, No.1, 2015
- [10] Oki Petrus Hutauruk., Takdir Tamba., & Tua Raja Simbolon. *Pembuatan Sistem Monitoring Optimasi Energi Cahaya Matahari Menggunakan Sensor Arus pada Antarmuka Personal Computer*, *Jurnal*, Tidak diterbitkan, Universitas Sumatera Utara, 2016