ANALISIS EFISIENSI *OUTPUT* PRODUKSI PLTS BERBASIS *FIX MOUNTING* DAN *SINGLE AXIS TRACKER* DI PT. PJB CIRATA

ANALYSIS OF EFFICIENY OUTPUT PRODUCTION PLTS BASED ON FIX MOUNTING AND SINGLE AXIS TRACKER AT PT. PJB CIRATA

Akmal Faizal[1], Dr. Mamat Rokhmat S.Si, M.Si[2], Aripriantoni, ST,[3]

[1,2,3]Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]akmalfaizal@student.telkomuniversity.ac.id,[2]mamatrokhmat76@gmail.com , [3] aripriantoni91@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi yang semakin meningkat dan bahan fosil lama kelamaan akan menipis dan habis, maka untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu memanfaatkan energi terbarukan, salah satunya adalah energi matahari. Sel surya merupakan sebuah perangkat yang dapat merubah energi sinar matahari ke energi listrik dengan proses efek fotovoltaik dengan berbahan semi konduktor, komponen panel surya atau *solar cell* ini sangat penting bagi sistem pembangkit listrik tenaga surya yang dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya (*solar photovoltaic panel*). Dengan berkembangnya teknologi banyak jenis-jenis sistem PLTS yang membuat ada beberapa tipe pemasangan PLTS yaitu dengan *fix mounting, single axis tracker*. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah perbandingan efisiensi data *output* produksi harian dengan intensitas data base per-15 menit dan data iradiasi matahari. Hasil perbandingan persentase produksi energi panel surya sistem *single axis solar tracker* dan *fix mounting* selama 17 hari yaitu *single axis* lebih besar 13,171 % terhadap *fix mounting.* Maka sistem PLTS yang digunakan lebih baik menggunakan sistem *Single axis* yang menghasilkan energi paling maksimal.

Kata kunci : Panel Surya, PLTS,*single axis,fix mounting*.

Abstract

Increasing energy needs and fossil materials will gradually thin out and run out, so to meet these needs it is necessary to utilize renewable energy, one of which is solar energy. Solar cells are devices that can convert sunlight energy into electrical energy by the process of photovoltaic effects using semi-conductors, solar panel components or solar cells that are very important for solar power generation systems that are used as electrical energy using solar panels (solar photovoltaic) panel). With the development of technology many types of solar power systems that make there are several types of PLTS installation, namely fix mounting, single axis tracker. The data used in this study is a comparison of the efficiency of daily production output data with a 15-minute data base intensity and solar irradiation data. The results of the comparison of the percentage of energy production of single axis solar tracker solar panel systems and fix mounting for 17 days, namely a single axis greater 13.171% against fix mounting. Then the PLTS system is used to better use a single axis system that produces the most energy.

Keywords: *Solar Panel, PLTS, single axis, fix mounting.*

1. Pendahuluan

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang dapat merubah energi sinar matahari ke energi listrik dengan proses efek fotovoltaik dengan berbahan semi konduktor, komponen panel surya atau *solar cell* ini sangat penting bagi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi pemanfaatan sel surya pun ikut berkembang ada yang disebut sel surya generasi 1,2,3 dan 4 perusahaan-perusahaan pembuat panel surya banyak menjalin kerja sama dengan pemerintah agar produksi panel surya semakin banyak sehingga dapat menekan biaya produksi yang berbanding lurus dengan harga satuan sel surya.

Perusahaan pembangkit listrik di Indonesia khusus nya di Jawa Barat yaitu PT PJB memiliki pembangkit listrik tenaga surya. PLTS disana dijadikan pusat riset untuk melihat potensi energi terbarukan dengan tenaga surya yang saat ini sudah menghasilkan energi listrik sebesar 1 MW. Dengan berkembangnya teknologi banyak jenis-jenis sistem PLTS yang memiliki beberapa tipe pemasangan PLTS yaitu dengan *fix mounting, single axis tracker, dual axis tracker*. Di PLTS Cirata ini sudah memasang dengan tipe tersebut yang mereka gunakan untuk melihat perbedaan efisiensi dari setiap pemasangan *solar cell.* Banyak yang berpendapat bahwa setiap pemasangan *solar cell* itu berbeda-beda hasil efisiensinya.

Dengan banyaknya yang berpendapat tentang efisiensi dari pemasangan *solar cell*. Maka di penelitian akan melakukan perbandingan hasil efisiensi dari *single axis solar tracker* dan *fix mounting*, ingin mengetahui seberapa besar efisiensi dari 2 pemasangan tersebut karena di Indonesia sendiri *solar tracker* ini belum terlalu

banyak di pakai untuk menjadikan energi surya yang efektif dan akan menambah data baru untuk melihat nilai efisiensi *solar tracker* di Indonesia.

2. Dasar Teori

2.1. Energi Surya

Energi surya adalah energi yang berupa sinar matahari yang dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi. Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi sangat besar ke permukaan bumi dengan penerimaan radiasi matahari sebesar 1000 W/m^2. Kurang dari 30% energi ini dipantulkan ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23% digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang ada di bumi [1]

2.2. Sel Surya

2.2.1. Efek Fotovoltaik

Efek fotovoltaik merupakan proses dasar fotovoltaik mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel fotovoltaik ini mengambil energi matahari sebagai sumber utama yang dapat di ambil secara bersih, mudah, dan tidak bersuara yang pada umumnya efek fotovoltaik ini digunakan dimana sumber listrik tidak tersedia atau bisa dikatakan menjadi energi alternatif.

2.2.2. Prinsip Kerja Sel Surya

Prinsip kerja sel surya silikon adalah berdasarkan konsep semikonduktor sambungan p-n. Sel terdiri dari lapisan semikonduktor tipe-n dan tipe-p yang membentuk sambungan p-n, lapisan antirefleksi, dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe-n (elektron) dan tipe-p (hole). Ketika sambungan disinari, foton yang mempunyai energi sama atau lebih besar dari lebar pita energi material tersebut akan menyebabkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi dan akan meninggalkan hole pada pita valensi. Elektron dan hole ini dapat bergerak dalam material sehingga menghasilkan pasangan elektron-hole. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal sel surya, maka elektron dari tipe-n akan kembali ke tipe-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir [2] .

2.3. *Fix mounting*

Panel surya tipe *fix mounting* ini adalah panel surya yang dipasang dengan sudut kemiringan yang tetap untuk setiap tahunnya, sehingga dibutuhkan sudut kemiringan yang paling tepat dan cocok untuk pemasangan panel surya dalam waktu setahun [3].

2.3.1. Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari pertahun.

Radiasi matahari rata- rata paling tinggi dapat diterima oleh panel surya dengan tipe *fix mounting* untuk pemasangan dalam jangka waktu 13,86 MJ/m^2/hari yaitu di sudut kemiringan 10°. Radiasi tahunan matahari ini merupakan penjumlahan dari radiasi rata – rata bulanan dari bulan Januari hingga Desember.

2.3.2. Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari permusim

Radiasi matahari rata – rata pada setiap musim didapatkan dengan cara menjumlahkan radiasi rata- rata yang diterima oleh panel pada bulan Oktober – Maret untuk musim hujan yang tepat pada kemiringan 1° dengan radiasi rata – rata 13128 MJ/m^2/hari, dan untuk musim kemarau dari bulan April – September tepat pada kemiringan 24° dengan radiasi rata – rata sebesar 15,284 MJ/m^2/hari.

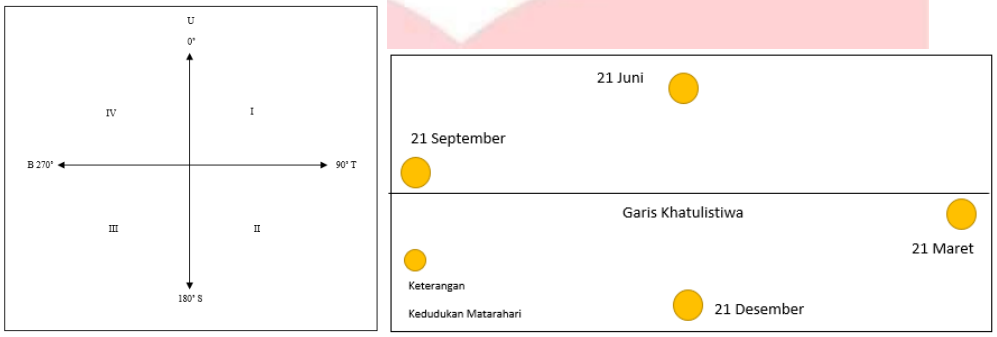
2.4. Sistem *single axis solar tracker*

Sistem pelacakan sumbu tunggal adalah metode di mana panel surya melacak matahari dari timur ke barat menggunakan satu *pivot point to rotate*. Di bawah sistem ini ada tiga jenis: Horizontal single axis tracking system, Vertical sistem pelacakan sumbu tunggal dan sistem pelacakan sumbu tunggal miring. Dalam sistem Horizontal sumbu rotasi horizontal terhadap permukaan tanah, dan muka modul berorientasi sejajar dengan sumbu rotasi. Disistem vertikal sumbu rotasi adalah vertikal terhadap tanah dan wajah modul berorientasi pada sudut sehubungan dengan sumbu rotasi. Dalam sistem pelacakan miring sumbu rotasi adalah di antara sumbu horizontal dan vertical yang juga memiliki tampilan paralel beroperasi modul dengan sumbu rotasi [4].

Gambar 2. 1 *Single axis solar tracker*

2.4.1. Azimuth

Sudut azimuth panel surya merupakan sudut peletakan panel surya searah dengan arah jarum jam dengan acuan arah utara hingga selatan, besar sudut azimuth mulai dari $0° - 360°$. Sudut azimuth yang digunakan untuk melihat pengaruh sudut azimuth terhadap radiasi matahari yang dapat diterima oleh panel surya adalah mulai dari sudut $90°$ hingga $270°$ dengan kenaikan setiap sudutnya sebesar $30°$ [3]. Kedudukan matahari secara astronomi pada bulan April sampai September berada di sebelah utara khatulistiwa, pada bulan Oktober sampai Maret berada di sebelah selatan katulistiwa. Dan tanggal 21 Juni matahari berada di batas utara dan pada tanggal 21 Desember matahari berada di batas selatan khatulistiwa [5].



Gambar 2. 2 kedudukan matahari berdasarkan kuadran dan astronomi

2.4.2. Altitute

Sudut altitude panel surya merupakan sudut peletakan panel surya dengan acuran arah dari timur ke barat. Altitude sendiri menunjukan ketinggian matahari dari horison. Horison adalah bidang datar yang menjadi pijakan pengamat yang menjadi batas antara belahan langit yang dapat diamati dan tidak dapat diamati [5].

2.4.3. Optimasi *output pv* mengikuti posisi arah matahari

1. Sensor

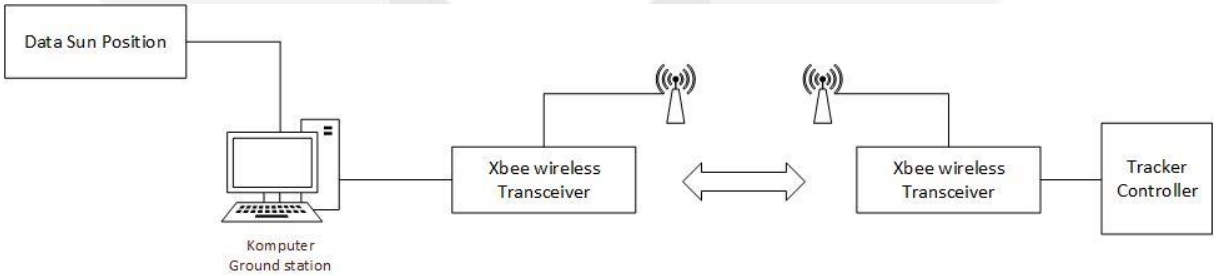
Optimasi *output* dari *solar tracker* menggunakan sensor LDR dan photodioda akan lebih optimal dikarenakan saat cuaca mendung sensor ini bekerja untuk mencari cahaya radiasi yang membuat daya penyerapan akan lebih optimal.

2. *Database*

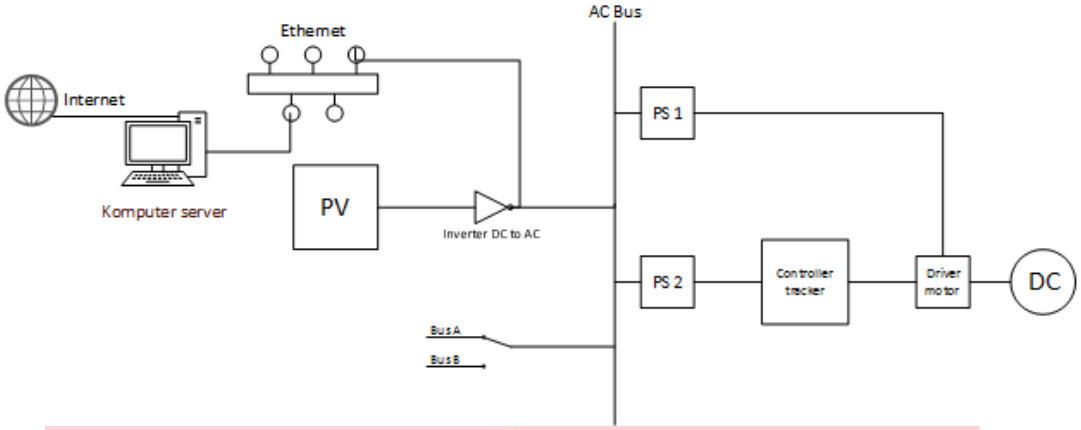
Optimasi *output* dengan menggunakan *database* ini tidak terlalu optimal dikarenakan sistem ini memakai data matahari tahunan, tetapi disaat cuaca mendung atau data matahari tidak akurat yang akan membuat panel surya tidak akan menyerap dengan baik dan optimal. Jika *database* sinar matahari tahunan akurat dan normal maka penyerapan akan optimal.

3. Perancangan Sistem

3.1. Skema dan prosedur penelitian

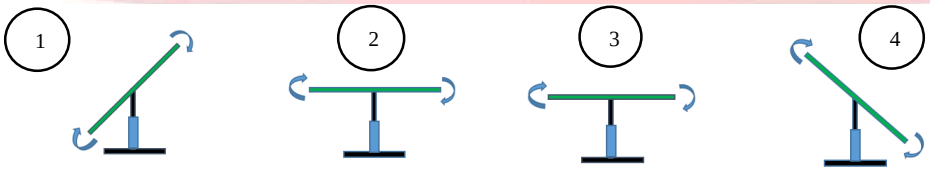


Gambar 3. 1 Sistem kontrol *solar tracker*



Gambar 3. 2 Sistem solar tracker

3.2. Skema dan prosedur pengukuran motor



Prosedur pengukuran yang dilakukan antara lain :

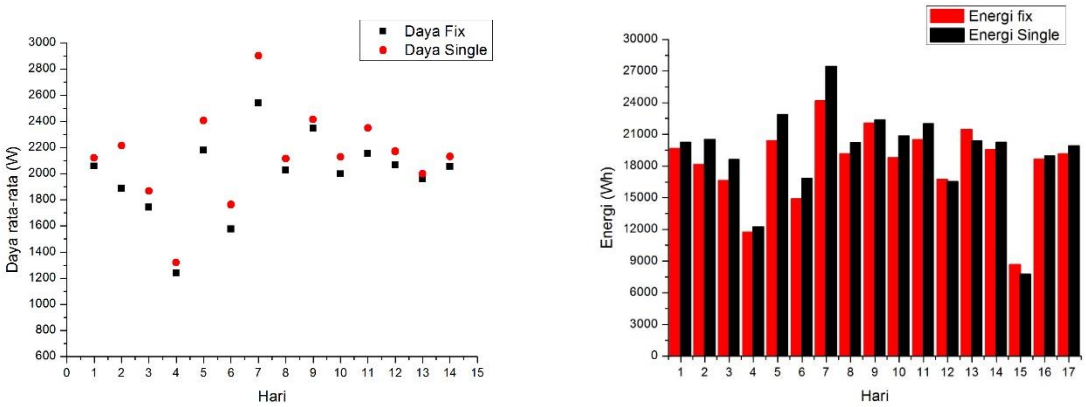
1. Tahap pengukuran motor altitute yaitu melakukan beberapa pergerakan pengukuran di antaranya :
   a. Posisi awal dengan sudut kemiringan 40˚ (sudut kemiringan yang di izinkan) dengan sudut azimuth 90˚ ke timur
   b. Bergerak menuju sudut altitute 90˚ dan 90˚ sudut azimuth dengan waktu 7 menit 35 detik
   c. Dari sudut altitute 90˚ dan 260˚ sudut azimuth bergerak ke sudut 40˚ dan 260˚ sudut azimuth dengan waktu 7 menit 35 detik
   d. Dari sudut altitute 40˚ dan azimuth 260˚ bergerak ke sudut altitute 90˚ dan sudut azimuth 90˚ dengan waktu 7 menit 35 detik
   e. Lalu kembali ke posisi awal dengan sudut altitute 40˚ dan sudut azimuth 90˚ dengan waktu 7 menit 35 detik
2. Tahap pengukuran motor azimuth yaitu melakukan beberapa pergerakan pengukuran di antaranya :
   a. Posisi awal dengan sudut 90˚ menghadap timur
   b. bergerak menuju sudut 260˚ menghadap barat dengan waktu 11 menit
   c. lalu dari sudut 260˚ bergerak menuju sudut 90˚ menghadap timur dengan waktu 11 menit
3. Total waktu penggunaan motor altitute dan azimuth dalam sehari yaitu 52 menit 20 detik

3.3. Alat penelitian

Alat	**Kegunaan**
Modul surya (SF 170-S)	Perangkat untuk menerima iradiasi dan mengkonversi menjadi listrik
Inverter	Mengubah arus DC ke AC
Motor DC	Menggerakan sudut altitute dan azimut tracker
Wireless	Sebagai interface pengiriman data kontrol
Microcontroller	Sebagai controller untuk menggerakan sistem tracker

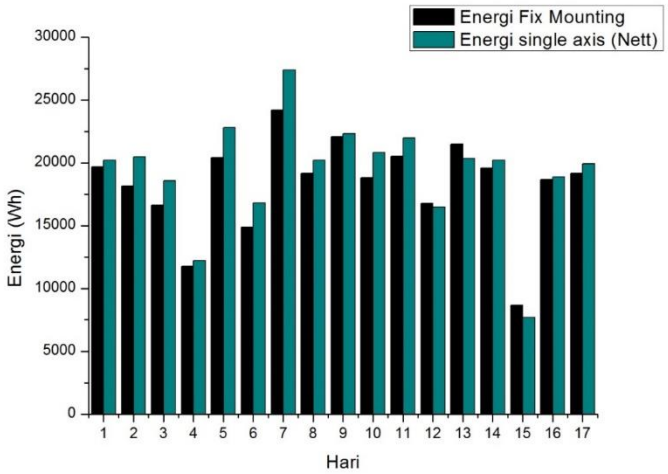
4. Pembahasan

4.1. Analisis data daya rata-rata *output* produksi dan energi pada sistem *single axis solar tracker* dan *fix mounting* 4,25 kWp



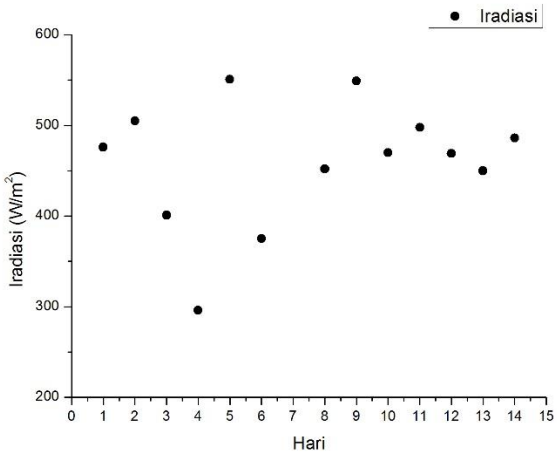
Gambar 4. 1 *Grafik daya rata-rata* dan energi (Gross) single *axis dan fix mounting*

4.2. Analisis data energi pada sistem *single axis* dan *fix mounting solar PV* 4,25 kWp (*Nett*)



Gambar 4. 2 Grafik energi *single axis* dan *fix mounting (Nett)*

Grafik tersebut menunjukan bahwa sistem *single axis tracker* yang sudah dikurangi energi motor tetap lebih tinggi dibandingkan energi pada sistem *fix mounting*,dimana energi motor perhari sangat kecil yang membuat energi pada sistem *single axis tracker* tetap lebih tinggi, dan dipengaruhi oleh iradiasi matahari dengan grafik sebagai berikut



Gambar 4. 3 Grafik Iradiasi matahari

Iradiasi matahari sangat berpengaruh pada besarnya *output* produksi modul surya. iradiasi bergantung pada cuaca dengan melihat data cuaca pertahunnya,dengan iradiasi tertinggi pada hari ke 7 dengan iradiasi rata-rata sebesar 612 W/m^2 yang mengakibatkan *output* daya dan energi sangat besar karena *solar pv* menyerap iradiasi sangat baik

4.3. Perbandingan energi dan persentase selisih antara sistem *single axis* (*nett*) terhadap sistem *fix mounting*

Spesific yield didapatkan dengan perhitungan

Tabel Perbandingan energi dan persentasi selisih antara Single Axis tracker dan Fix mounting Solar PV system (Nett)

No	Tanggal	SINGLE AXIS			fix tilt		persentase selisih (%)
		Energi (Wh)	Daily Energy PV - Energy Motor tracker (Wh)	Spesific yield (kWh/kWp)	Energi (Wh)	Spesific yield (kWh/kWp)	
1	14/03/2019	20.218	20.186	4,75	19.679	4,63	2,574
2	15/03/2019	20.498	20.466	4,82	18.150	4,27	12,758
3	18/03/2019	18.588	18.556	4,37	16.633	3,91	11,558
4	19/03/2019	12.240	12.208	2,87	11.758	2,77	3,823
5	20/03/2019	22.847	22.815	5,37	20.410	4,80	11,781
6	28/03/2019	16.831	16.799	3,95	14.891	3,50	12,810
7	**29/03/2019**	**27.413**	**27.381**	**6,44**	**24.194**	**5,69**	**13,171**
8	01/04/2019	20.214	20.182	4,75	19.158	4,51	5,342
9	02/04/2019	22.342	22.310	5,25	22.068	5,19	1,094
10	03/04/2019	20.844	20.812	4,90	18.791	4,42	10,753
11	04/04/2019	21.978	21.946	5,16	20.501	4,82	7,046
12	23/04/2019	20.232	20.200	4,75	19.577	4,61	3,180
13	25/04/2019	18.922	18.890	4,44	18.678	4,39	1,132
14	26/04/2019	19.906	19.874	4,68	19.152	4,51	3,767

$$\frac{Energi\ yang\ dihasilkan(kWh)}{Kapasitas\ terpasang\ (kWp)} \quad (1)$$

dengan hasil tabel diatas *single axis* memiliki spesific yield 6,44 jam dan *fix mounting* memiliki 5,69 jam dalam sehari.

5. Kesimulan dan saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan persentase *output* produksi panel surya kapasitas 4,25 kWp berbasis *single axis solar tracker* dan *fix mounting*, maka hasil yang didapat dari penelitian ini energi selama 17 hari yaitu *single axis* lebih besar **13,171 %** terhadap *fix mounting*,dimana hasil ini menunjukan bahwa energi panel surya berbasis *single axis* lebih besar *output* produksi-nya di bandingkan *fix mounting*.
2. Hasil perbandingan persentase energi lebih baik menggunakan sistem *single axis solar tracker* karena sistem ini mengikuti pergerakan matahari dengan pergerakan sudut altitute dari timur ke barat. Akan tetapi dengan adanya pergerakan motor, ada energi yang terpakai untuk pergerakan perharinya sebesar **32,99 Wh**. Tetapi nilai tersebut sangat kecil dibandingkan dengan produksi energi perharinya yaitu sebesar **27,381 kWh**
3. Penentuan pemasangan PLTS di Indonesia melihat data yang sudah ada yang lebih optimal yaitu dengan pemasangan *single axis*,karena melihat hasil produksi-nya lebih besar **13,171 %**.

Adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Saat penelitian ini belum ada alat ukur sistem keseluruhan
2. Melakukan penelitian dengan waktu yang teratur dan waktu yang lebih panjang
3. Melakukan penelitian disaat cuaca terbaik dengan melihat data cuaca tahunan
4. Hasil penelitian tersebut belum dihitung dari sisi ekonomi dan bisnis

Daftar Pustaka

[1] S. Manan, "Sumber energi alternatif yang efisien, handal dan ramah lingkungan di Indonesia," *Gema teknologi*, 2009.

[2] R. Andari, "Sintetis dan karakterisasi dye sensitized solar cell (DSSC) dengan sensitizer antosianin dari bungan rosella (hibiscus sabdariffa)," *jurnal ilmu dan inovasi fisika*, vol. 01 No. 02, p. 62, 2007.

[3] D. L. Pangestuningtyas, Hermawan and Kartono, "Analisis pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari yang diterima oleh panel surya tipe larik tetap," *jurnal undip*, vol. 2 No 4, 2013.

[4] R. Dhanabal, V. Bharath, R. Ranjitha, A. Ponni, S. Deepthi and P. Mageshkannan, "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)*, p. May, 2013.

[5] S. P. W. S. S. Supardjo AS, "Penentuan Azimut Matahari Dalam Pemetaan Topograpi di Rirang Kalimantan Barat," pp. 59 - 60, 2000.