

# PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM *SINGLE AXIS SUN TRACKER* UNTUK MENINGKATKAN DAYA OUTPUT *SOLAR PHOTOVOLTAIC*

Ichsan Maulana Putra\*, Iswadi Hasyim Rosma\*\*

\*Teknik Elektro Universitas Riau \*\*Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, Riau  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Email: ichsanmaulanaputra09@gmail.com

## ABSTRACT

*The use of Solar Photovoltaic (SPV) is widely installed at a specific tilted angle. This condition causes the solar PV panel will not get optimum solar radiation from the sun. Therefore, to overcome this situation, a solar panel based sun tracker was designed and installed. The sun tracker was using two LDR sensors to detect the position of the sun. An arduino microcontroller was employed as controller system to inquiry the motor servo, in order to drive solar panel toward the sun location. Four different titled angles of solar panel such as 0 °, 15 °, 30 ° and 45 ° were compared with sun tracker based solar panel to obtain the energy gaining. It was found that the sun tracker based solar panel gave a significant energy boost. The energy gaining compare with 0 °, 15 °, 30 ° and 45 ° was 12%, 16%, 20% and 22%, respectively. From the real condition test, it can be concluded that there is a high potential of energy gaining when solar panel is equipped with sun tracker.*

*Keywords: Arduino, Data Logger Shield, LDR, Servo Motor, Solar Photovoltaic*

## PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu permasalahan yang sangat penting di Indonesia, karena Indonesia masih bergantung pada sumber energi yang tidak dapat diperbarui yaitu adalah bahan bakar fosil (minyak). Jika pasokan minyak dunia habis, maka akan terjadi krisis energi di Indonesia yang dapat mengakibatkan kerugian di Indonesia disemua Sektor. Oleh sebab itu maka diperlukan upaya untuk mencari dan mengembangkan energi alternatif yang ada disekitar kita yaitu energi yang tidak terbatas dan dapat diperbarui salah satunya adalah energi matahari.

Indonesia yang merupakan daerah sekitar katulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir 2 juta , dikaruniai penyinaran matahari lebih dari 6 jam sehari atau sekitas 2.400 jam dalam setahun. Energi surya dimuka bumi Indonesia mempunyai intensitas antara  $0,6 - 0,7 \text{ kW/m}^2$ .(Manan, 2009)

Dalam penggunaannya, *solar photovoltaic* banyak dipasang *static* dan tidak memperhitungkan titik optimal pancaran sinar matahari. Hal ini menyebabkan intensitas matahari yang diterima kurang optimal. Untuk memaksimalkan penyerapan intensitas cahaya matahari dalam pembentukan sudut tegak lurus antara *solar photovoltaic* dengan arah datangnya sinar matahari. Oleh karena itu perlu dibuat suatu model alat yang dapat diimplementasikan pada sistem panel surya

yang dapat mengikuti arah pergerakan matahari berdasarkan perhitungan waktu edar matahari. Alat yang akan dibuat dapat memaksimalkan *output* SPV.

Berkaitan dengan hal itu, pada penelitian ini akan dirancang alat yang dapat digunakan untuk menempatkan panel surya tetap dalam kondisi intensitas matahari yang optimum dengan menggunakan satu sumbu (*Single axis*). Penelitian ini menggunakan dua sensor cahaya (LDR) yang berfungsi sebagai pendeteksi cahaya matahari, sedangkan *microcontroller* adruino menjadi penyimpanan logika perintah pada sistem, dan motor servo menjadi penggerak untuk mengubah posisi SPV yaitu dari timur ke barat.

### 1. Energi Matahari

Matahari memasok energi ke bumi dalam bentuk radiasi. Tanpa radiasi dari matahari, maka kehidupan di bumi tidak akan berjalan. Setiap tahunnya ada sekitar  $3.9 \times 10^{24}$  Joule  $\sim 1.08 \times 10^{18}$  kWh energi matahari yang mencapai permukaan bumi, ini berarti energi yang diterima bumi dari matahari adalah 10.000 kali lebih banyak dari permintaan energi primer secara global tiap tahunnya dan lebih banyak dari cadangan ketersediaan keseluruhan energi yang ada di bumi.

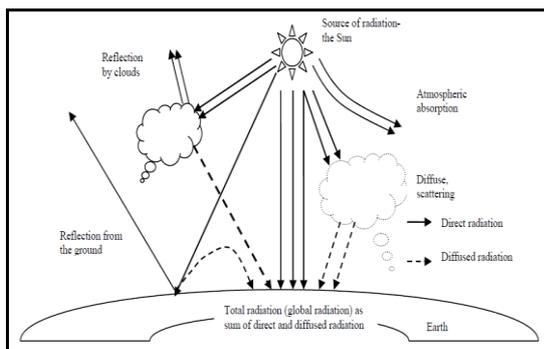
### 2. Radiasi matahari

Radiasi matahari yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam sistem konversi energi matahari adalah jumlah radiasi matahari

yang mencapai permukaan bumi, yaitu konstanta matahari dikurangi intensitas radiasi akibat penyerapan dan pemantulan atmosfer sebelum mencapai bumi.

Total radiasi surya yang diterima oleh suatu area di permukaan bumi atau disebut juga sebagai radiasi global terbagi atas dua komponen, yaitu:

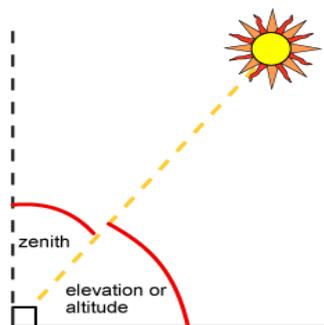
1. Radiasi langsung, yaitu radiasi yang diterima langsung dari sorotan matahari.
2. Radiasi sebaran / baur atau disebut juga radiasi langit, yaitu radiasi yang dipancarkan ke permukaan penerima oleh molekul-molekul di dalam atmosfer (gas, debu, uap air/awan).



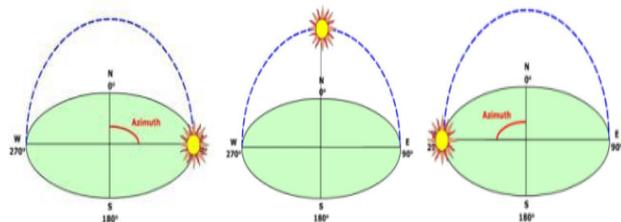
**Gambar 1.** Intensitas radiasi matahari yang diterima bumi (Mintorogo, 2000)

### 3. Posisi dan Pergerakan Matahari

Matahari sebenarnya merupakan poros dari tata surya sehingga mempunyai posisi yang tetap dalam sistem tata surya, namun terlihat bergerak melintasi langit ketika diamati dari permukaan bumi. Pergerakan matahari ini terlihat nyata sebagai pengaruh rotasi bumi, sebagai konsekuensi pergerakan ini, sudut dimana sinar matahari jatuh secara langsung ke koordinat pengamat berubah secara berkelanjutan. Posisi matahari dapat diketahui dengan pengetahuan pengamat mengenai garis lintang (*latitude*) dan garis bujur suatu daerah akan mempengaruhi potensi energi matahari di daerah tersebut, untuk mendapatkan energi matahari yang optimal ada dua hal yang harus dipertimbangkan, yaitu sudut elevasi dan sudut azimuth.



**Gambar 1.** Sudut Elevasi (Otieno, 2015)

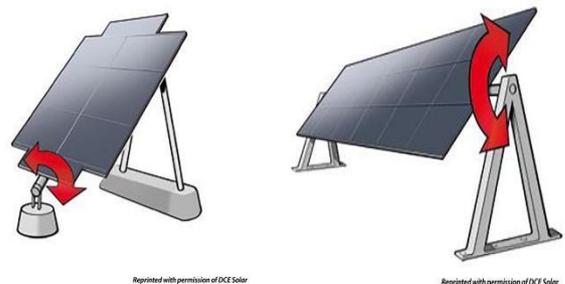


**Gambar 3.** Sudut Azimut 90°, 0° dan 270° (Otieno, 2015)

### 4. Sun Tracking System

*Sun tracking system* merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengendalikan orientasi *solar photovoltaic* terhadap posisi matahari sehingga intensitas cahaya matahari dapat diserap maksimum.

*Sun tracking system* secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu *single* dan *dual axis*. Untuk *single axis* di bagi menjadi dua yaitu *vertical rotating axis* dan *inclined rotating axis*. *Vertical rotating axis* merupakan sistem penjejak yang mengendalikan sudut *azimuth* dari timur ke barat. Sedangkan *inclined rotating axis* merupakan sistem penjejak yang digunakan mengendalikan sudut *tilt*. Untuk sistem penjejak *dual axis* menggabungkan antara *vertical rotating axis* dan *inclined rotating axis*.



**Gambar 4.** *Vertical* dan *Inclined Rotating Axis* (Ardiatama, 2017)

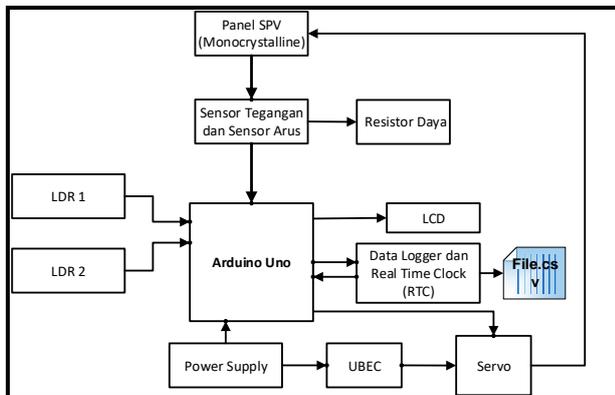
Berdasarkan metode penjejukan, sistem *sun tracker* dibagi menjadi dua, yaitu metode pasif dan aktif. Metode penjejak pasif adalah metode yang proses penjejakannya tidak melakukan pengukuran langsung terhadap besaran fisis dari objek atau teknik Penjejukan didasarkan atas perhitungan astronomi, sedangkan metode penjejak aktif adalah metode yang proses penjejakannya melakukan pengukuran langsung terhadap objek.

### BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Tahapan pertama dimulai dengan melakukan studi literatur untuk memahami teori-teori yang berkaitan dengan topik. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan dan

pembuatan alat. Hal - hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan alat antara lain adalah harga, keandalan dan kinerja komponen terkait. Pemilihan komponen ini juga mempertimbangkan hasil kajian yang dilakukan oleh peneliti lain.

Pada realisasinya dibutuhkan komponen – komponen perancangan *sun tracker* yang digunakan untuk merancang pergerakan SPV dan monitoring daya keluaran dan data yang didapat akan disimpan secara otomatis. Prototipe yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Blok Diagram Perancangan

Pada gambar 5. dijelaskan bahwa pada perancangan *single axis sun tracker* digunakan sebuah mikrokontroler Arduino sebagai pengendali. Mikrokontroler Arduino Uno mendapatkan *supply* dari catu daya adapter 12 V dan digunakan UBEC sebagai supply eksternal motor servo yang memiliki tegangan kerja 6 Volt. LDR 1 dan LDR 2 mempunyai fungsi sebagai penentu arah mana intensitas cahaya matahari lebih besar. Servo berfungsi sebagai penggerak dari *sun tracker* yang mendapatkan nilai dari keluaran LDR. Jika LDR 1 memiliki nilai lebih besar dari LDR 2 maka servo akan bergerak searah jarum jam ke LDR 1 tetapi ketika LDR 2 memiliki nilai yang lebih tinggi maka servo akan bergerak berlawanan arah jarum jam kearah LDR2.

Sensor Arus dan Sensor Tegangan berfungsi sebagai *monitoring* daya keluaran dari *solar photovoltaic*. Sensor arus menggunakan ACS712 yang dilengkapi dengan ADS1115 agar menambah nilai kepresisian pengukuran arus keluaran SPV. Sensor tegangan yang digunakan adalah rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan resistor 2.2 k dan 10 k agar nilai yang terbaca tidak lebih dari tegangan *open circuit* dari SPV. Resistor daya digunakan sebagai beban untuk pengukuran daya. *Data logger shield* digunakan untuk menentukan waktu pengukuran dan menyimpan data pengukuran kedalam sebuah

*SD Card*. LCD 20x4 memiliki fungsi sebagai media penampil segala keluaran dari nilai LDR 1 nilai LDR 2, Sudut pergerakan servo, pembacaan arus SPV, pembacaan tegangan SPV, serta dari *Real Time Clock* (RTC )berupa angka maupun tulisan.

Setelah memilih komponen utama tersebut, maka tugas selanjutnya adalah merangkai komponen tersebut sehingga menjadi perangkat yang sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan *software* untuk mikrokontroler arduino Uno. Setelah itu maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian alat untuk memeriksa kelayakannya. Setelah alat bekerja maka dilakukan proses kalibrasi agar alat yang dibuat memiliki akurasi yang baik dengan dibandingkan dengan alat ukur standar. Pada pengukurannya *sun tracker* dilakukan pada 2 kondisi yaitu pengujian di dalam ruangan (*indoor*) yang bertujuan untuk melihat kepekaan sensor LDR terhadap cahaya dalam ruangan dan diluar ruangan (*outdoor*) yang bertujuan untuk melakukan pengujian langsung *sun tracker* terhadap cahaya matahari langsung untuk mendapatkan daya yang optimal dibandingkan dengan SPV dengan sudut 0°, 15°, 30° dan 45°.

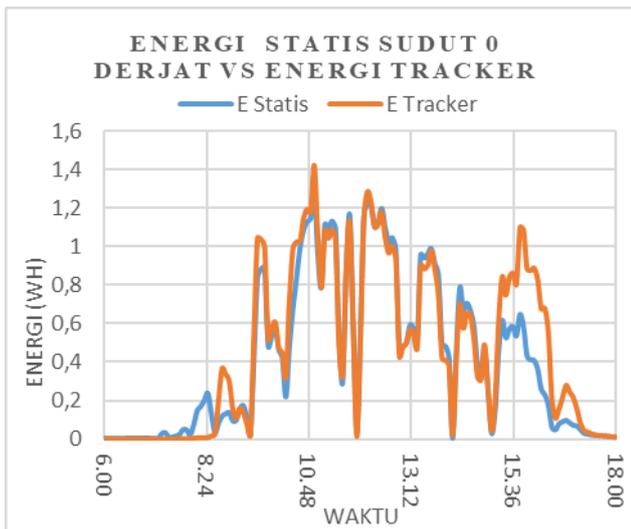
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengukuran daya keluaran yang dilakukan selama 4 hari antara *sun tracker* dengan sudut SPV yang bervariasi mulai dari sudut 0°,15°,30° dan 45°. Maka didapatkan data pengukuran yang mana data ini di-*sampling* setiap 10 detik sekali dan dikumpulkan selama 4 hari. *Raw* data yang terkumpul setiap 10 detik sekali selama 4 hari hari di *filter* menjadi data per 5 menit agar didapatkan hasil data yang *smooth* dan memudahkan proses analisa dari data yang telah diolah. Data per 5 menit selama 4 hari tersebut mencakup energi keluaran dari kedua SPV tersebut.

Setelah didapatkan energi rata-rata dari keluaran SPV Selama 4 hari, maka dapat dihitung peningkatan energi SPV *dengan sun tracker* dibandingkan dengan SPV tanpa penggerak dengan persamaan sebagai berikut:

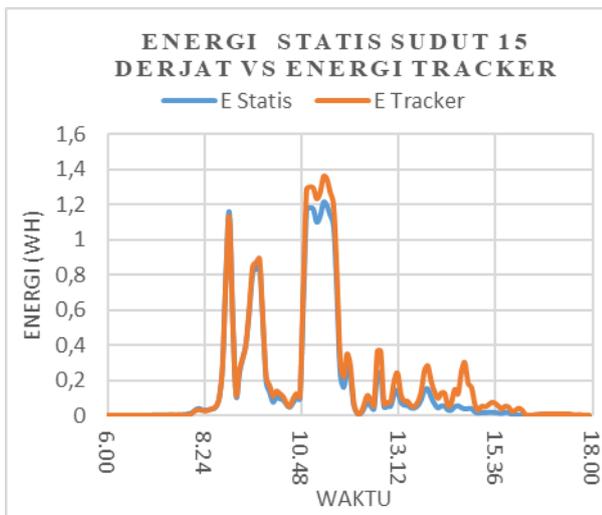
$$\text{Energi gain (\%)} = \frac{E_{\text{dengan tracker}} - E_{\text{tanpa tracker}}}{E_{\text{tanpa tracker}}} \times 100\% \quad (1)$$

Pada pengukuran hari 1 sampai ke 4 didapatkan data grafik sebagai berikut:



**Gambar 6.** Energi SPV sudut 0° dan Energi Sun Tracker

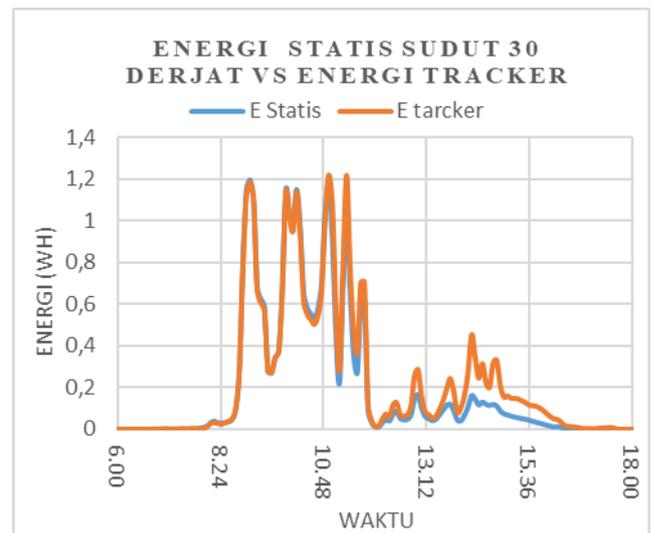
Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa SPV memiliki grafik energi yang lebih besar dibandingkan SPV dengan Sudut 0 derajat dikarenakan SPV dengan *tracker* memiliki pergerakan sudut mengikuti pergerakan matahari radiasi yang diterima lebih besar. Sedangkan SPV sudut 0 derajat yang hanya memiliki radiasi terbesar saat siang hari. Pada grafik didapatkan produksi energi selama sehari untuk SPV sudut 0 derajat 60,304 Wh selama sehari sedangkan untuk *sun tracker* didapatkan produksi energi sebesar 67,269 Wh selama sehari. Sehingga didapatkan peningkatan energi antara SPV dengan sudut 0 derajat dengan *sun tracker* sebesar 12%,



**Gambar 7.** Energi SPV sudut 15° dan Energi Sun Tracker

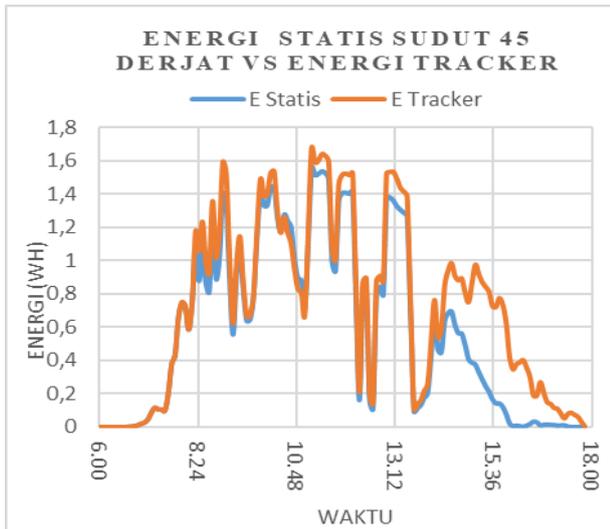
Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa SPV memiliki grafik energi yang lebih besar dibandingkan SPV dengan Sudut 15 derajat dikarenakan SPV dengan *tracker* memiliki pergerakan sudut mengikuti pergerakan matahari

radiasi yang diterima lebih besar. Sedangkan SPV sudut 15 derajat yang memiliki energi yang relative sama besar ketika matahari berda di timur tetapi ketika berada dibarat SPV sudah memvbelakangi matahari sehingga radiasi yang diterima kecil. Pada grafik didapatkan produksi energi selama sehari untuk SPV sudut 15 derajat 29,651 Wh selama sehari sedangkan untuk *sun tracker* didapatkan produksi energi sebesar 34,310 Wh selama sehari. Sehingga didapatkan peningkatan energi antara SPV dengan sudut 15 derajat dengan *sun tracker* sebesar 16%,



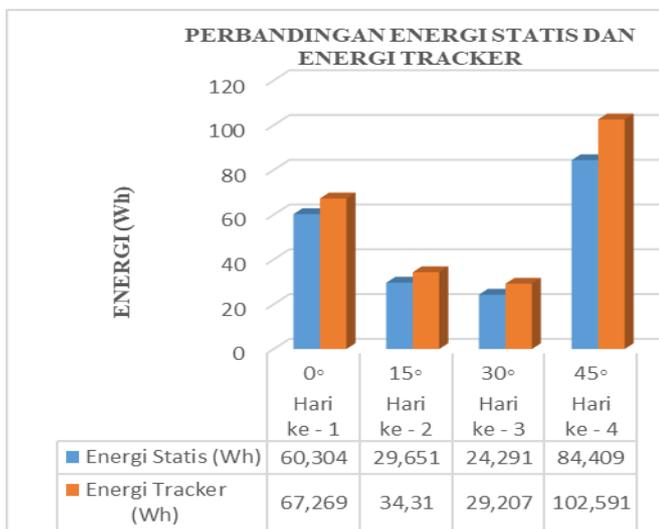
**Gambar 8.** Energi SPV sudut 30° dan Energi Sun Tracker

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa SPV memiliki grafik energi rata rata yang lebih besar dibandingkan SPV dengan Sudut 30 derajat dikarenakan SPV dengan *tracker* memiliki pergerakan sudut mengikuti pergerakan matahari radiasi yang diterima lebih besar. Sedangkan SPV sudut 30 derajat yang memiliki energi yang relatif sama besar ketika matahari berda di timur tetapi ketika berada dibarat SPV sudah memvbelakangi matahari sehingga radiasi yang diterima kecil. Pada grafik didapatkan produksi energi selama sehari untuk SPV sudut 30 derajat 24,291 Wh selama sehari sedangkan untuk *sun tracker* didapatkan produksi energi sebesar 29,207 Wh selama sehari. Sehingga didapatkan peningkatan energi antara SPV dengan sudut 30 derajat dengan *sun tracker* sebesar 20%,



**Gambar 9.** Energi SPV sudut 45° dan Energi Sun Tracker

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa SPV memiliki grafik energi yang lebih besar dibandingkan SPV dengan Sudut 45 derajat dikarenakan SPV dengan *tracker* memiliki pergerakan sudut mengikuti pergerakan matahari radiasi yang diterima lebih besar. Sedangkan SPV sudut 45 derajat yang memiliki energi yang relative sama besar ketika matahari berda di timur tetapi ketika berada dibarat SPV sudah memvbelakangi matahari sehingga radiasi yang diterima kecil. Pada grafik didapatkan produksi energi selama sehari untuk SPV sudut 45 derajat 84,409 Wh selama sehari sedangkan untuk *sun tracker* didapatkan produksi energi sebesar 102,591 Wh selama sehari. Sehingga didapatkan peningkatkan energi antara SPV dengan sudut 45 derajat dengan *sun tracker* sebesar 22%,



**Gambar 10.** Produksi Energi SPV tanpa penggerak dan SPV dengan Sun Tracker

Dari hasil penelitian pada gambar 10,

didapatkan data bahwa pada hari ke-1 dengan SPV sudut 0° didapatkan peningkatan energi sebesar 12%, Pengujian hari ke-2 dengan SPV sudut 15° didapatkan peningkatan energi sebesar 16%, Pengujian hari ke-3 dengan SPV sudut 30° didapatkan peningkatan energi sebesar 20% dan Pengujian hari ke-4 dengan SPV sudut 45° didapatkan peningkatan energi sebesar 22%. Dari data hasil pengujian diketahui semakin besar perubahan variasi sudut SPV terhadap *sun tracker*, maka didapatkan nergy keluaran yang lebih optimal dibandingkan dengan SPV dengan variasi sudut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa sementara dan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, penelitian ini dapat disimpulkan akan dapat :

1. Pengujian *Single Axis Sun Tracker* sudah bekerja dengan baik untuk menghasilkan Energi keluaran yang lebih optimal dibandingkan *Solar Photovoltaic* tanpa *Sun Tracker*
2. Pada pengujian *single axis sun tracker* pengujian hari ke-1 dengan SPV sudut 0° didapatkan peningkatan energi sebesar 12%, Pengujian hari ke-2 dengan SPV sudut 15° didapatkan peningkatan energi sebesar 15%, Pengujian hari ke-3 dengan SPV sudut 30° didapatkan peningkatan energi sebesar 20% dan Pengujian hari ke-4 dengan SPV sudut 45° didapatkan peningkatan energi sebesar 22%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiatama, M. W. (2017). Perancangan Sistem Penjejak Matahari Dua Sumbu Dengan Metode Active Tracking Menggunakan Kontrol Fuzzy Tipe 2 Interval, 140. Retrieved from <http://repository.its.ac.id/48022/>
- Manan, S. (2009). Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. *Gema Teknologi*, 31–35. Retrieved from <http://eprints.undip.ac.id/1722>
- Mintorogo, D. S. (2000). Strategi Aplikasi Sel Surya ( Photovoltaic Cells ) Pada Perumahan Dan Bangunan Komersial. *Dimensi Teknik Arsitektur*, 28(2), 129–141.
- Otieno, O. R. (2015). Solar Tracker for Solar Panel, University of Nairobi Faculty. *Solar Tracker for Solar Panel*, 61, 9–11. Retrieved from [http://eie.uonbi.ac.ke/sites/default/files/cae/engineering/eie/SOLAR\\_TRACKER\\_FOR\\_SOLAR\\_PANEL.pdf](http://eie.uonbi.ac.ke/sites/default/files/cae/engineering/eie/SOLAR_TRACKER_FOR_SOLAR_PANEL.pdf)