

Optimalisasi Daya Output Solar Photovoltaic dengan Sistem Dual Axis Sun Tracker Berbasis Microcontroller

Jamarrintan¹⁾, Iswadi Hasyim Rosma¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, Riau
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: Jamarrintan23@gmail.com

ABSTRACT

Solar photovoltaic (SPV) is one of renewable energy sources that has been used widely during past decades. Generally, SPV panels are installed at certain titled angle. This method of installation has its own disadvantage, such as when the sun moves away from the SPV panel, the energy produced by the SPV panel becomes decreased. Therefore, this article aims to design and utilize the Dual Axis Sun Tracker (DAST) system to overcome these problems. This DAST system uses four LDR sensors as sun position detectors, an Arduino microcontroller is used as controller system and two servo motors are implemented on the vertical axis and horizontal axis in order to move SPV panel to have perpendicular sunlight. The DAST system has been tested and compared to fixe tilted angle SPV panels with 2 conditions, namely the fixed titled angle SPV panel facing east and west, respectively. The tilted angle was also varied with 5 variations, namely 0° , 15° , 25° , 35° and 45° . The field data have been collected for 5 days in Pekanbaru city, Indonesia. From the results of the comparison it can be seen that the SPV panel with the DAST system provide much greater energy gain compared to fixed titled angle SPV panel.

Keywords: Arduino, Dual Axis Sun Tracker, Energy, Solar Photovoltaic, Sun Tracking System

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi listrik merupakan suatu permasalahan yang sangat penting di Indonesia, karena di Indonesia sebagian besar sumber pembangkit energi listriknya masih bergantung pada energi yang tidak dapat diperbarui seperti bahan bakar minyak dan gas. Oleh sebab itu maka diperlukan upaya untuk mencari dan mengembangkan energi alternatif yang ada di sekitar kita yaitu energi yang tidak terbatas dan dapat diperbarui salah satunya adalah energi matahari.

Pemanfaatan energi matahari yang umum digunakan adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan panel *Solar Photovoltaic* (SPV). Sistem pembangkit SPV adalah jenis energi terbarukan yang sangat menjanjikan, terutama ketika diterapkan di negara tropis seperti Indonesia di mana ia menerima sinar matahari dalam jumlah besar (Zakri, Hasyim Rosma and Simanullang, 2018). Kebanyakan panel SPV dipasang tidak dapat bergerak atau *fixed*, pemasangan seperti ini memiliki kerugian yaitu pada saat matahari bergerak membelakangi panel SPV, energi yang diproduksi panel SPV akan menurun (Vieira *et al.*, 2016).

Pada artikel ini dilakukan perancangan pengendali posisi panel SPV secara otomatis

terhadap posisi matahari dengan menggunakan sistem *sun tracker* untuk menghasilkan daya listrik yang lebih maksimal dan hasilnya akan dibandingkan dengan daya dari solar panel *fixed* (Acakpovi and Sunny, 2015), (Hasyim Rosma, Putra, *et al.*, 2018).

Pengendalian dengan sistem DAST ini menggunakan 4 buah sensor intensitas cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) yang di sekat menjadi 4 bagian. Posisi dari ke 4 sensor tersebut adalah 2 sensor LDR pada sisi Timur Laut dan Barat Laut dari panel SPV dan 2 sensor LDR lainnya berada pada sisi Barat dan Tenggara, sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pembagi tegangan yang berhubungan dengan besar intensitas cahaya (Hasyim Rosma, Asmawi, *et al.*, 2018). Hasil dari perbandingan ke empat sensor ini digunakan untuk menggerakkan 2 buah motor servo vertikal dan motor servo horizontal yang dikontrol oleh Arduino ATmega 2560, dengan cara memberikan sinyal PWM kepada servo sampai ke 4 sensor LDR mendapatkan intensitas cahaya yang sama .

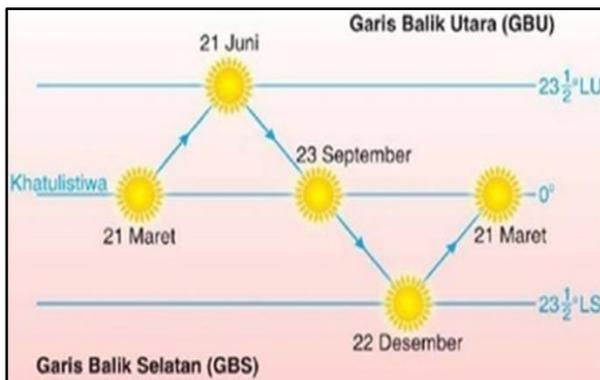
1. Energi Matahari

Matahari merupakan sumber energi yang bergerak dan setiap derajat gerakan matahari akan mempengaruhi besar penerimaan intensitas cahaya yang akan diterima oleh panel SPV. Untuk

memanfaatkan cahaya matahari secara optimal maka panel SPV harus terus diarahkan tegak lurus terhadap cahaya matahari (Fauzi, 2014). Energi yang berasal dari cahaya matahari merupakan sumber tenaga yang potensial untuk digunakan, mengingat potensinya melimpah di wilayah Indonesia yaitu sebesar 4 kWh/m² per hari (Handayani and Ariyanti, 2012). Dengan data yang disebutkan tersebut memungkinkan energi matahari dapat dimanfaatkan lebih optimal dengan menggunakan sistem DAST.

2. Peredaran Matahari Semu Tahunan

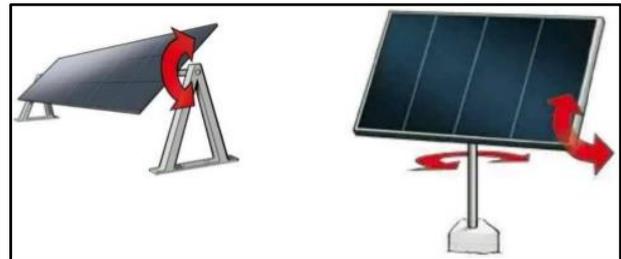
Peredaran semu tahunan matahari adalah gerakan semu Matahari dari khatulistiwa bolak-balik antara 23,50 lintang utara dan lintang selatan setiap tahun. Karena Matahari selalu berbalik arah setelah sampai lintang 23,50 disebut garis balik. Garis 23,50 LU disebut garis balik utara (GBU) dan garis 23,50 LS disebut garis balik selatan (GBS), garis lintang adalah garis yang sejajar dengan garis khatulistiwa (Alfanz, Maulana and Haryanto, 2015), seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peredaran Semu Tahunan Matahari (Alfanz, Maulana and Haryanto, 2015)

3. Sistem Sun Tracker

Sistem *sun tracker* adalah sistem yang berfungsi untuk mengendalikan pergerakan suatu panel SPV untuk mengikuti pergerakan arah matahari yang selalu berubah, sistem ini pada umumnya terdiri dua jenis yaitu sistem sumbu tunggal (*single axis*) dan sumbu ganda (*dual axis*) seperti yang terlihat pada Gambar 2. Sistem *single axis* terdiri dari dua metode yaitu *Vertical rotating axis* yang menggunakan sudut *azimuth* sebagai referensi dan *Horizontal rotating axis* yang menggunakan sudut *elevasi* sebagai referensi. Sistem DAST merupakan gabungan dari kedua metode tersebut (Sharma, Vaidya and Jamuna, 2017).



Gambar 2. Sun Tracker Sumbu Tunggal (*Single Axis*) dan Sumbu Ganda (*Dual Axis*) (Sharma, Vaidya and Jamuna, 2017)

Metode *tracker* pada sistem *sun tracker* terdiri dari 2 metode yaitu *tracker* pasif dan *tracker* aktif. Metode *tracker* aktif merupakan metode dimana sistem melakukan pengukuran secara langsung terhadap arah sinar matahari, sedangkan metode *tracker* pasif merupakan metode yang tidak melakukan pengukuran secara langsung tetapi memanfaatkan perhitungan astronomi dan bergerak mengikuti matahari berdasarkan perhitungan tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode yang telah dilaksanakan pada artikel ini terdiri dari 3 tahapan berikut:

(i) Perancangan dan Pembuatan DAST

Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem secara keseluruhan dan pembuatan DAST. Setelah dilakukan perancangan, lalu dilaksanakan pemilihan komponen-komponen yang sesuai.

(ii) Pengambilan Data Produksi Energi dari Panel SPV

Pengambilan data produksi energi dari ketiga objek panel SPV dilaksanakan selama 5 hari dengan sudut kemiringan yang bervariasi yaitu sudut 0°, 15°, 25°, 35° dan 45°. Sistem pengukuran dibangun dengan menggunakan mikrokontroler arduino, sensor arus dan sensor tegangan. Hasil pengukuran dari kedua sensor ini disimpan ke dalam SD *card* dengan menggunakan data *logger* dalam format *.csv yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung daya (watt) dan energi (watt hour) yang dibangkitkan oleh masing-masing solar panel.

(iii) Analisa Peningkatan Energi

Data yang telah didapat dari hasil pengukuran diolah menjadi grafik dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan besar peningkatan energi yang dihasilkan oleh panel SPV dengan sistem DAST

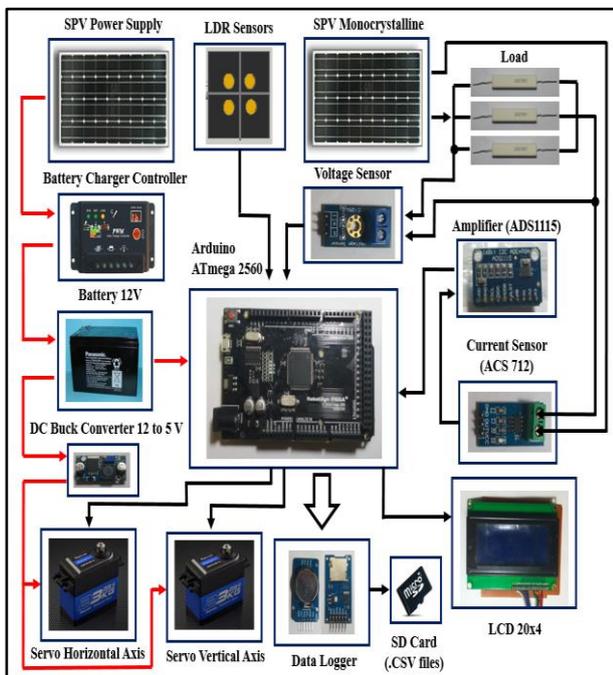
dibandingkan dengan produksi energi dari masing-masing panel SPV tanpa *tracker* menggunakan persamaan.

$$Energy\ Gain\ (\%) = \frac{E_{dengan\ tracker} - E_{tanpa\ tracker}}{W_{tanpa\ tracker}} \times 100 \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dual Axis Sun Tracker

Sistem DAST menggunakan Arduino ATmega 2560, Arduino ini berfungsi sebagai pengendali seluruh sistem DAST, sistem ini terdiri dari 4 buah sensor LDR yang disekat menjadi beberapa ruangan. Perbandingan ke empat sensor tersebut terhadap besar intensitas cahaya yang menerpa 2 pasang sensor LDR akan digunakan untuk menggerakkan salah satu dari 2 buah motor servo sumbu vertikal atau sumbu horizontal. Kedua sumbu ini dapat bergerak mengikuti posisi matahari dengan pergerakan searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam, sampai ke 4 sensor LDR mendapat besar intensitas cahaya yang sama atau sinar matahari yang datang telah tegak lurus terhadap panel SPV. Berikut ini merupakan blok diagram rancangan dari sistem DAST yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Sistem DAST

Sensor pembaca arus dalam sistem ini menggunakan modul ACS712 yang dilengkapi dengan amplifier ADS1115 yang digunakan untuk

menambah keakuratan dari pengukuran arus hasil produksi panel SPV. Sensor tegangan yang digunakan merupakan modul sensor tegangan dc yang dapat mengukur tegangan maksimal 25V. Resistor daya sebesar 15.67 Ω digunakan sebagai beban masing masing SPV dengan *sun tracker* dan tanpa *sun tracker*.

Data *logger* berfungsi untuk menyimpan data hasil pengukuran arus dan tegangan keluaran dari masing masing panel SPV. Dalam sistem ini data *logger* terdiri dari 2 modul yaitu *Micro SD Card SPI* dan *RTC DS3231*. Modul-modul ini digunakan untuk menyimpan data hasil pengukuran produksi energi dan menyimpan dengan waktu pengukuran langsung ke dalam sebuah *SD Card*. Dalam sistem ini juga menggunakan *LCD (Liquid Crystal Display) 20x4* sebagai monitor, yang menampilkan hasil pengukuran arus, tegangan dan daya produksi panel SPV beserta waktu pengambilan datanya.

2. Pengambilan Data Panel SPV

Setelah perencanaan dan pembuatan sistem DAST, langkah selanjutnya adalah pelaksanaan pengambilan data produksi energi yang dihasilkan oleh masing-masing solar panel, baik dengan *tracker* maupun tanpa *tracker* seperti yang terlihat pada gambar 4. pengambilan data ini telah dilakukan selama 5 hari di atap gedung C, yang berposisi pada garis lintang 0028'47.9"U dan pada garis bujur 101022'35.9"T, kampus FT UNRI.

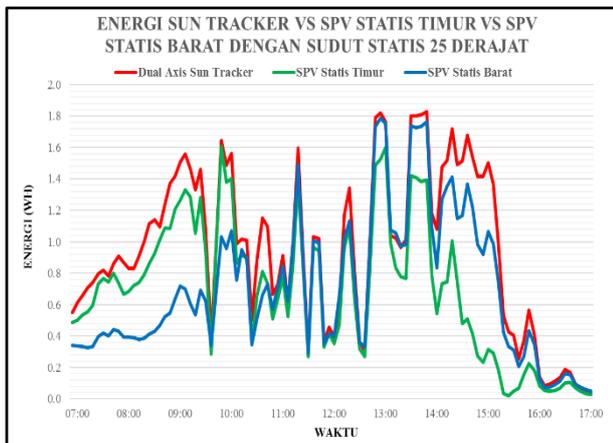


Gambar 4. Pengujian DAST dengan Panel SPV yang Dipasang Statis Menghadap Timur dan Barat

3. Peningkatan Energi DAST

Hasil dari pengambilan data telah diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* sehingga menghasilkan grafik sampel dari pengambilan data selama 5 hari, seperti yang terlihat pada Gambar 5 berikut ini. Grafik yang diolah tersebut juga telah

dianalisa mengenai peningkatan energi yang di hasilkan oleh DAST.



Gambar 5. Ilustrasi Produksi Energi Panel dengan *Tracker* dan Tanpa *Tracker* yang dipasang pada Sudut 25°

Dari Gambar 5. dapat diketahui bahwa Pengujian DAST dengan panel SPV statis menghadap arah timur dan barat dengan sudut 25°. DAST memproduksi energi lebih besar dibandingkan kedua panel SPV statis sudut 25°, karena DAST selalu berusaha mengikuti arah radiasi sinar matahari teroptimal yaitu pada pagi hari kearah timur, sehingga produksi energi panel SPV statis timur lebih besar dibandingkan panel SPV statis barat, karena radiasi cahaya matahari dari arah timur yang menerpa panel SPV statis barat lebih rendah karena membelakangi posisi matahari. Pada sore hari menjadi sebaliknya yaitu posisi matahari menuju ke arah barat dan telah membelakangi panel SPV sudut 25° yang menghadap arah timur sehingga menurunkan hasil produksi energinya. Sedangkan pada panel SPV dengan DAST dan panel SPV statis barat, hasil produksinya hampir sama dengan DAST tetapi bila dibandingkan lagi maka panel SPV dengan DAST lah yang paling besar produksi energinya pada saat jam-jam tersebut.

Produksi energi yang dihasilkan panel SPV dengan DAST sebesar 96.7 Wh sedangkan untuk panel SPV sudut 25° menghadap arah timur menghasilkan energi sebesar 69.9 Wh dan untuk panel SPV sudut 25° menghadap arah barat menghasilkan energi sebesar 71.6 Wh. Dari hasil pengujian dan pengambilan data produksi energi panel SPV dapat diketahui bahwa peningkatan energi dengan menggunakan sistem DAST terhadap panel SPV statis sudut 25° menghadap arah timur

sebesar 38%, sedangkan bila sistem DAST dibandingkan dengan panel SPV statis sudut 25° menghadap arah barat maka peningkatan energinya sebesar 35%.

Dari sampel hasil pengujian produksi ketiga panel SPV yang di ambil selama 5 hari, dapat diketahui bahwa dengan sistem DAST menghasilkan energi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kedua metode lainnya, karena *sun tracker* selalu berusaha tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari sehingga produksi energinya menjadi lebih optimal.

Pada Tabel 1. berikut ini merupakan rangkuman dari peningkatan produksi energi penggunaan DAST, selama 5 hari pengambilan data.

Tabel 1. Peningkatan Produksi Energi Menggunakan DAST

Panel SPV Statis	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
	Sudut 0°	Sudut 15°	Sudut 25°	Sudut 35°	Sudut 45°
Arah Timur	23 %	34 %	38 %	43 %	48 %
Arah Barat	23 %	30 %	35 %	44 %	47 %

KESIMPULAN

Secara keseluruhan sistem DAST yang telah dirancang dan dibangun dapat bekerja dengan baik, yaitu mampu menggerakkan solar panel mengikut posisi matahari sehingga sinar matahari yang datang tegak lurus terhadap permukaan panel SPV. Panel SPV dengan sistem DAST mampu menghasilkan produksi energi yang lebih besar dibandingkan kedua panel SPV yang dipasang statis dengan 2 kondisi menghadap arah timur dan barat. Peningkatan produksi energi menggunakan DAST dibandingkan kedua panel SPV yang dipasang statis. Semakin besar perubahan sudut pemasangan pada kedua panel SPV statis maka semakin besar pula rugi-rugi dayanya, karena semakin berkurang pula waktu penyinaran matahari terhadap kedua panel SPV statis tersebut. Oleh karena penggunaan sistem DAST mampu mengatasi persoalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Acakpovi, A. and Sunny, D. B. (2015) 'Low Cost Two-Axis Automatic Solar Tracking System', 3(8), pp. 46–53. doi: 10.5120/cae2015652015.

Alfanz, R., Maulana, F. and Haryanto, H. (2015)

- ‘Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTS- PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal’, 4(2), pp. 34–42.
- Fauzi, R. (2014) *Sistem penggerak panel surya dual axis berbasis microcontroller untuk optimasi konversi energi matahari*, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Handayani, N. A. and Ariyanti, D. (2012) ‘Potency of Solar Energy Applications in Indonesia’, *Int. Journal of Renewable Energy Development Journal of Renewable Energy Development (IJRED) Journal*, 1(2), pp. 33–38. doi: 10.14710/ijred.1.2.33-38.
- Hasyim Rosma, I., Putra, I. M., *et al.* (2018) ‘Analysis of Single Axis Sun Tracker System to Increase Solar Photovoltaic Energy Production in the Tropics’, (October), pp. 183–186.
- Hasyim Rosma, I., Asmawi, J., *et al.* (2018) ‘The Implementation and Analysis of Dual Axis Sun Tracker System to Increase Energy Gain of Solar Photovoltaic’, (October), pp. 187–190.
- Sharma, A., Vaidya, V. and Jamuna, K. (2017) ‘Design of an automatic solar tracking controller: Solar tracking controller’, *International Conference on Power and Embedded Drive Control, ICPEDC 2017*, pp. 505–510. doi: 10.1109/ICPEDC.2017.8081141.
- Vieira, R. G. *et al.* (2016) ‘Comparative performance analysis between static solar panels and single-axis tracking system on a hot climate region near to the equator’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 64, pp. 672–681. doi: 10.1016/j.rser.2016.06.089.
- Zakri, A. A., Hasyim Rosma, I. and Simanullang, D. P. H. (2018) ‘Effect of Solar Radiation on Module Photovoltaics 100 Wp With Variation of Module Slope Angle’, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics*, 6(1), pp. 45–52. doi: 10.11591/ijeei.v6i1.351.