



# **JESCE**

## **(Journal of Electrical and System Control Engineering)**

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>

## **Analisis Perancangan Panel Surya Portabel Dengan Autotracking**

### **Portable Solar Panel Design Analysis With Autotracking**

**Timbang Pangaribuan <sup>1)</sup> \*, Jonner Manihuruk <sup>2)</sup>, Cristoni Hasiholan Pardosi <sup>3)</sup>,  
Juniardo Hutaauruk <sup>4)</sup>**

1), 2), 3), 4) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas HKBP Nommensen, Medan, Indonesia

Diterima: 22 Mei 2022; Direview: 24 Mei 2022; Disetujui: 02 Oktober 2022

\*Corresponding Email: [timbang.pangaribuan@uhn.ac.id](mailto:timbang.pangaribuan@uhn.ac.id)

#### **Abstrak**

Dunia menggunakan segala bentuk sumber daya untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sehari-hari sehingga dalam waktu singkat kita akan kehabisan bijih/mineral/minyak bumi sebagai sumber energi listrik. Akibatnya, solusi energi terbarukan telah mencapai permintaan besar saat ini untuk menghemat sumber daya alam dan mengatasi krisis energi. Energi matahari dengan cepat mendapatkan ketenaran sebagai sarana penting untuk memperluas sumber daya energi terbarukan. Panel surya adalah perangkat yang dengan bersih mengubah sinar matahari menjadi listrik dan menawarkan solusi praktis untuk masalah pembangkitan listrik di daerah terpencil. Oleh karena itu, penting bagi kita yang berkecimpung di bidang teknik elektro untuk memahami teknologi yang terkait dengan bidang ini. Sistem panel surya harus dimaksimalkan agar energi matahari lebih layak dan efisien daripada energi fosil. Pelacakan posisi matahari otomatis atau pelacak surya adalah pendekatan yang layak untuk mengoptimalkan efisiensi sistem panel surya. Solar tracker adalah sistem yang mengontrol pergerakan panel surya agar selalu sejajar dengan posisi matahari. Pelacak surya menggunakan sistem sumbu ganda untuk menyelaraskan panel surya dengan posisi matahari. Dengan menggunakan solar tracker, diharapkan sistem panel surya akan menghasilkan daya keluaran yang maksimal.

**Kata Kunci: Panel Surya; Mikrokontroler Arduino Uno; Motor Stepper; Solar Tracker; LDR.**

#### **Abstract**

The world uses all resources to meet daily electrical energy needs so that shortly, we will run out of ore/mineral/petroleum, a source of electrical energy. As a result, renewable energy solutions have reached the current great demand to save natural resources and solve the energy crisis. Solar energy is rapidly gaining notoriety as an essential means of expanding renewable energy resources. Solar panels are devices that cleanly convert sunlight into electricity and offer a practical solution to the problem of generating electricity in remote areas. Therefore, it is significant for those of us in electrical engineering to understand the technology associated with this field. The solar panel system must be maximized to make solar energy more feasible and efficient than fossil energy. An automatic sun position tracking or solar tracker is a viable approach to optimizing the efficiency of a solar panel system. A solar tracker is a system that controls the movement of solar panels so that they are always aligned with the sun's position. The solar tracker uses a dual-axis system to align the solar panels with the sun's position. By using a solar tracker, it is expected that the solar panel system will produce maximum output power.

**Keywords: Solar panel; Arduino Uno Microcontroller; Stepper Motor; Solar Tracker; LDR.**



## **PENDAHULUAN**

Energi matahari adalah sumber energi yang tidak terbatas. Namun dalam penggunaannya, ada banyak hal yang harus diperhatikan: cuaca, suhu, kelembapan, dan posisi solar cell terhadap matahari. Secara umum implementasi panel surya saat ini masih statis. Untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal, panel surya harus selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari sehingga energi listrik yang berasal dari penyerapan energi matahari oleh panel surya kurang optimal. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap panel surya maka daya listrik yang dihasilkan juga semakin besar, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat membuat panel surya selalu mengikuti arah pergerakan matahari yaitu dengan solar tracker. Pelacak surya adalah sistem yang mengarahkan panel surya ke arah sinar matahari. Untuk mewujudkan sistem tersebut, dibutuhkan beberapa sensor peka cahaya yang membaca arah datangnya cahaya dari beberapa sudut. Kemudian sensor mengirimkan data ke mikrokontroler agar mikrokontroler akan menentukan posisi yang tepat agar panel surya mendapat cahaya maksimal. Penggunaan solar tracker akan meningkatkan efisiensi panel surya dalam menyerap sinar matahari.

## **METODE PENELITIAN**

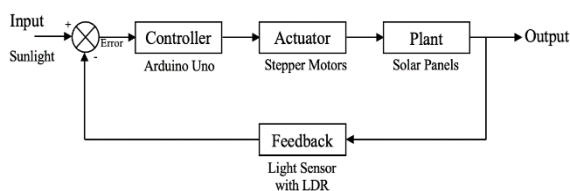
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi analitik dan perancangan panel surya dengan solar tracker. Berikut adalah tahapan penerapan metode yang dilakukan:

- a. Mempersiapkan studi pustaka untuk mencari teori pendukung dan mengambil sumber informasi atau referensi dalam buku, jurnal, dan internet.
- b. Menganalisis kebutuhan data dan informasi yang diperlukan dalam pembuatan alat miniatur.
- c. Desain alat dibuat berbasis prototype desain yang disesuaikan dengan kebutuhan.
- d. Mengimplementasikan perancangan pada pembuatan alat yaitu perakitan komponen dan pemrograman kemudian dilakukan pada mikrokontroler dan menghubungkan setiap komponen dengan mikrokontroler sehingga alat dapat dioperasikan.
- e. Melakukan uji coba untuk mengetahui apakah alat tersebut berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian atau tidak, termasuk mengambil data dari hasil uji coba.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Diagram blok menjelaskan bagian-bagian dari sistem yaitu: komponen input,

komponen plant, komponen output, dan komponen umpan balik. Sistem yang dirancang adalah sistem kontrol loop tertutup, dengan loop umpan balik dari output ke input. Pada desain ini, posisi output ditentukan oleh input yang juga merupakan fungsi dari output itu sendiri. Dengan kata lain, posisi output dan input berhubungan karena posisi output mempengaruhi input walaupun tidak secara langsung. Misalnya posisi panel yang menerima sumber cahaya akan menjadi masukan bagi sensor yang merupakan masukan sistem. Inputnya terdiri dari 4 sensor cahaya berupa LDR untuk membaca empat arah mata angin. Keempat sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler dan dijadikan acuan untuk menggerakkan motor. Tanaman adalah panel surya yang posisinya diatur menghadap ke arah datangnya cahaya matahari. Terdapat dua sumbu atau 2 derajat kebebasan untuk mendapatkan arah yang lebih presisi, sehingga membutuhkan dua buah motor sebagai penggeraknya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Sistem Solar Tracking

Prinsip kerja rangkaian adalah dimulai dari sumber catu daya. Setelah semua

komponen mendapatkan suplai arus, maka sistem akan bekerja sesuai dengan perintah yang telah diprogram. Mereka mulai dengan sensor yang akan mengubah intensitas cahaya menjadi tegangan. Sensor yang dihubungkan secara seri dengan resistor tetap akan membagi tegangan sumber sebesar 5V sesuai dengan porsi nilai resistansi sensor. Semakin tinggi intensitas cahaya maka nilai resistansi sensor (LDR) semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Dengan demikian tegangan keluaran sensor akan mewakili intensitas yang terdeteksi oleh sensor. Output sensor kemudian diumpankan ke input analog dari mikrokontroler. Ada empat input analog untuk 4 sensor LDR. Tegangan sensor kemudian diubah menjadi data digital, dan program mengkalibrasi data menjadi nilai tegangan. Keempat nilai tersebut kemudian dibandingkan untuk menentukan kondisi intensitas masing-masing sensor, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1) dan (2) berikut.

$$\text{error (e0)} = \text{Mutlak}\{\text{LDR Utara (V)} - \text{LDR Selatan (V)}\} \dots \dots \dots (1)$$

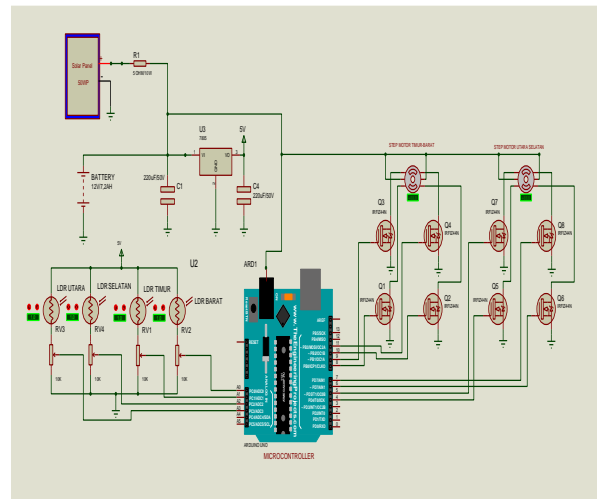
$$\text{error (e1)} = \text{Mutlak}\{\text{LDR Timur (V)} - \text{LDR Barat (V)}\} \dots \dots \dots (2)$$

Dari hasil perbandingan diperoleh dua kesalahan atau perbedaan untuk masing-masing sumbu. Yaitu error (e0)

antara sensor 1 dan sensor 2 untuk sumbu Utara-Selatan dan error (e1) antara sensor 3 dan sensor 4 untuk sumbu Timur-Barat. Jika terjadi error baik error (e0) maupun error (e1) yang melebihi 0,2 V maka mikrokontroler akan melakukan koreksi dengan menjalankan motor dan menggerakkan panel surya hingga error mendekati 0 atau toleransi yang dibuat adalah 0,2 V. Kesalahan ini membuat mikrokontroler bertindak untuk mengurangi kesalahan posisi, dan mikrokontroler akan mengaktifkan motor stepper untuk memindahkan panel ke kesalahan kecil. Pengerjaan motor dimulai dari motor 1 yang mencari arah Utara-Selatan. Setelah mencapai arah tersebut, mikrokontroler baru akan mencari arah Timur-Barat melalui motor stepper 2. Dengan demikian prinsip kerja rangkaian adalah kontinu selama rangkaian mendapat suplai arus.

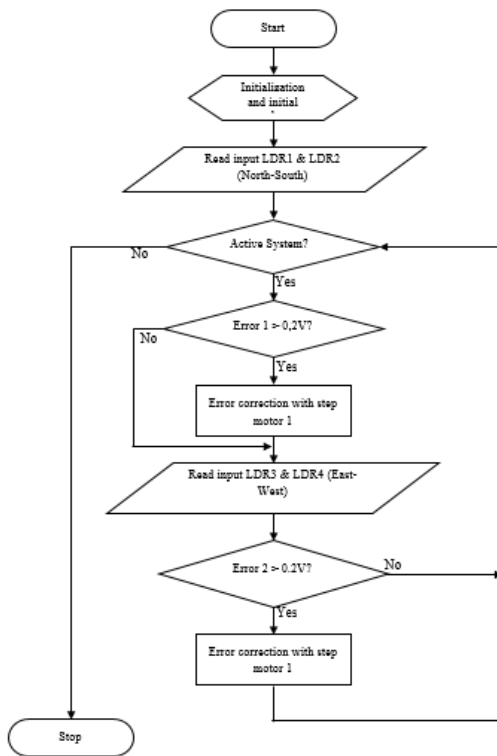
Rancangan rangkaian kontrol merupakan rangkaian yang fungsinya sebagai pengontrol sistem yaitu mengolah masukan dan mengendalikan keluaran. Rangkaian dirancang berdasarkan mikrokontroler Arduino dan didukung oleh beberapa sensor dan komponen keluaran. Komponen yang digunakan sebagai sensor adalah resistor peka cahaya atau LDR. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno dengan chip atmega 328.

Mikrokontroler diprogram dengan bahasa C dalam lingkup Arduino IDE versi 1.8.9. output dari sistem itu sendiri adalah penggerak mekanis yang dilakukan oleh sepasang motor stepper unipolar. Penguat arus adalah MOSFET tipe P yang bekerja sebagai saklar untuk mengalirkan arus ke kumparan motor secara periodik. Berikut ini adalah gambar rangkaian keseluruhan sistem kontrol solar tracking system 2 level freedom-of-motion seperti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Sistem Tracking Azimuth

Flowchart yang menjelaskan alur proses kerja dari awal sampai akhir dalam 1 siklus kerja seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart System

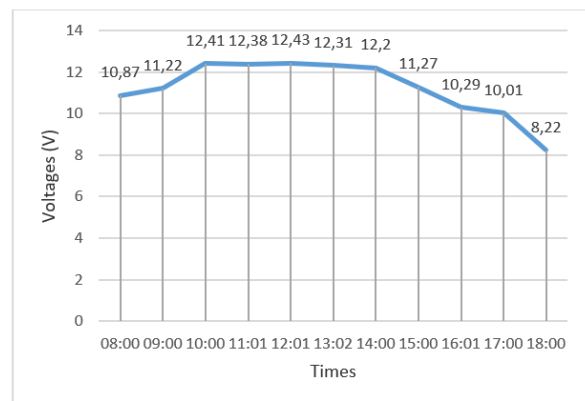
Setelah perangkat solar tracker berhasil diimplementasikan, langkah selanjutnya adalah menentukan kinerja perangkat dengan melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan bantuan peralatan seperti voltmeter. Berikut adalah hasil pengujian pada komponen utama dan pengujian menyeluruh.

Hasil pengujian sensor cahaya dengan tegangan input konstan dan intensitas berubah-ubah. Dalam pengujian ini, sumber cahaya digunakan. Yaitu lampu LED dengan jarak variabel yaitu jarak antara lampu dengan sensor bervariasi. Intensitas diukur dengan alat ukur intensitas yaitu Lux meter.

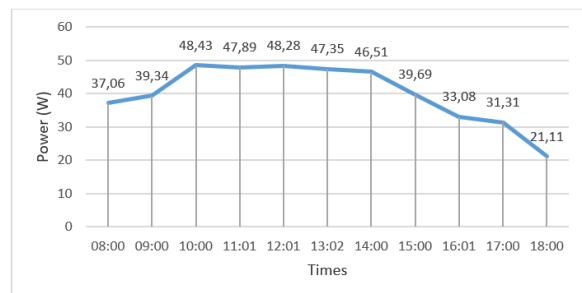
Table. 1. Hasil Pengujian Sensor Cahaya Dengan Variable Lamp Distance

Input Voltages (V)	Lamp Distances (m)	Intensity (Lux)	Output Voltages (V)
5,0	1,2	70	1,25
5,0	1,0	150	1,55
5,0	0,9	378	1,89
5,0	0,8	497	2,03
5,0	0,7	652	2,44
5,0	0,6	833	2,86
5,0	0,5	1029	3,17
5,0	0,4	1390	3,32
5,0	0,3	1850	3,87
5,0	0,11	2739	4,02
5,0	0,07	4892	4,37
5,0	0,03	6337	4,89

Hasil Pengukuran dalam bentuk grafik ditunjukkan pada Gambar 4.



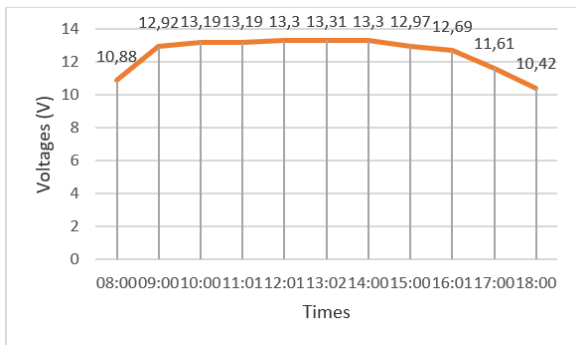
Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran Tegangan



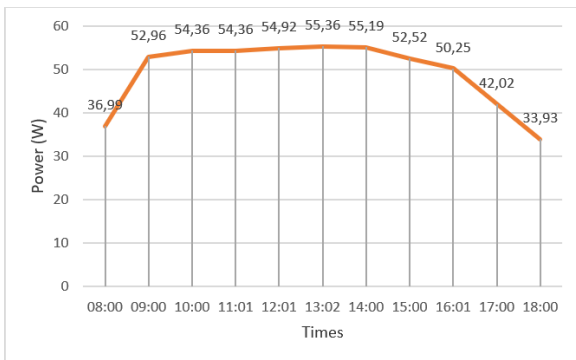
Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Daya

Gambar 5 dan 6 menunjukkan grafik tegangan pada panel surya statis. Tegangan paling signifikan yang diperoleh dari

pengujian adalah 13,31V pada jam 13,02 WIB, dan tegangan terkecil adalah 10,42V pada jam 18,00 WIB. Tegangan rata-rata yang dihasilkan selama pengujian adalah 12,53 V. Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui arus dan daya keluaran panel dengan cara mengukur resistansi pada resistor beban dengan Ohm meter, kemudian dibagi dengan tegangan beban. Hasil ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



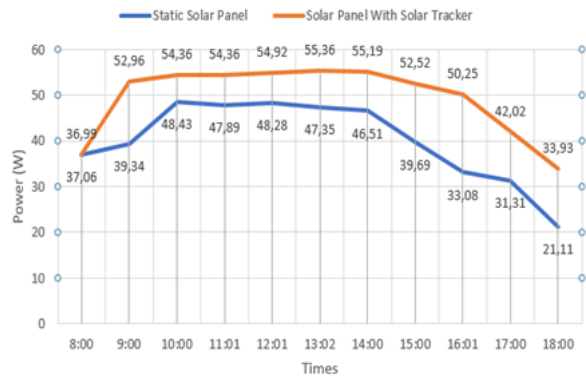
Gambar 6. Grafik Tegangan Panel Surya



Gambar 7. Grafik Tegangan Panel Surya Tracker

Dari hasil pengujian pada panel surya statis dan panel surya dengan solar tracker terdapat perbedaan tegangan yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan daya yang

dihasilkan juga berbeda. Gambar 8 adalah grafik perbandingan.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Daya

Gambar 8 menunjukkan perbedaan daya yang dihasilkan antara panel surya statis dan pelacak surya. Total daya yang dihasilkan panel surya statis adalah 439,65W, sedangkan panel surya dengan pelacak surya adalah 542,75W secara bersamaan. Perbandingan di atas menunjukkan perbedaan jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya 103,11W, dengan pelacak surya menghasilkan daya 23% lebih banyak daripada panel surya statis. Hasil rancangan dalam bentuk prototype ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Prototype Hasil Rancangan

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan sistem, implementasi, dan pengujian perangkat yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem telah berhasil direalisasikan menggunakan solar tracker dengan dua tingkat kebebasan bergerak. Dapat dirancang menggunakan 4 buah sensor LDR dan 2 buah motor stepper sebagai penggerak yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno.
2. Daya maksimum yang dihasilkan panel surya statis adalah 48,28W pada pukul 12.01 WIB, daya minor sebesar 21,12W pada pukul 18.00 WIB, dan total daya yang dihasilkan panel surya statis sebesar 439,65W selama 10 jam. Sedangkan daya maksimum yang dihasilkan panel surya sebesar 55,36W pada pukul 13.02 WIB, daya minor sebesar 33,93W pada pukul 18.00 WIB, dan total daya yang dihasilkan sebesar 542,75W selama 10 jam.
3. Dari perbandingan daya yang dihasilkan oleh kedua sistem, selisih jumlah energi yang dihasilkan adalah 103,11W atau panel surya dengan solar tracker menghasilkan daya 23% lebih besar dari panel surya statis. Perbedaannya adalah karena perubahan posisi matahari untuk panel

surya. Untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal, posisi panel surya harus selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Universitas HKBP Nommensen yang mendukung penelitian ini dengan memberikan dana dan tempat penelitian di kampus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, W., Arfianto, T., dan Taryana, N.. (2018). "Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno", TELKA jurnal, Vol. 4, No. 1, pp.64-67.
- Keogh, M.W and Blackers, W.A, (2001). Accurate Measurement, Using Natural Sunlight, of Silicon Solar Cells, Research and Applications 2001;12;1-19, Centre for Sustainable Energy Systems, The Australian National University, Canberra, Australia
- Lubis, A. (2006). Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik. BPPT Press. Jakarta.
- Malhotra, Parul, dkk., 2013. Solar Tracker. Department of Electronics & Communication Engineering. India.
- Mandhu, K., dkk., (2011). Microcontroller Based Solar Tracker. Department of Electronics and Communication Engineering. India.
- Otieno, O.R., (2015). Solar Tracker for Solar Panel. Department of Electrical and Information Engineering. Kenya.
- Purwoto, B., (2018), "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif", Jurnal Emitor, Vol. 18, No. 01.
- Simatupang, S, & Hermanto, S.B., & Mochamad, B., (2013). "Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16", Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem, Vol. 1, No.1, Hal. 55-59.
- Sarker, M.R.I, Pervez, M., Riaz, and Beg, R.A. (2010). Design, Fabrication and Experimental Study of a Novel Two-Axis Sun Tracker. Department of Mechanical Engineering. Bangladesh.