

Rancang Bangun Peralatan Pelacak Otomatis Energi Surya

Noer Soedjarwanto dan Osea Zebua
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1., Bandar Lampung 35145
e-mail: noersoedjarwanto@gmail.com

Abstrak—Pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan dengan menggunakan panel surya yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan dari panel surya maka energi listrik yang diperoleh akan semakin besar. Namun kebanyakan dari pemasangan panel surya hanya menghadap ke satu arah, hal ini mengakibatkan proses penyerapan energi yang maksimum hanya berlangsung saat matahari tepat berhadapan dengan panel surya diletakkan. Makalah ini menyajikan sistem peralatan pelacak otomatis energi surya yang selalu bergerak untuk memperoleh energi matahari yang maksimum. Peralatan ini menggunakan 11 sensor fotodiode yang diletakkan masing-masing pada posisi dengan sudut 200, 300, 450, 600, 750, 900, 1050, 1200, 1350, 1500, 1700. Intensitas cahaya matahari paling maksimum diperoleh sensor diproses oleh mikrokontroler yang selanjutnya memberi perintah kepada motor servo untuk menggerakkan posisi panel surya sesuai posisi sensor tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa energi listrik total yang dihasilkan oleh panel surya dengan menggunakan peralatan pelacak otomatis ini adalah 70,45Wh, sedangkan energi listrik yang dihasilkan ketika panel surya dihadapkan hanya ke satu arah dengan sudut 900 adalah 46,35Wh. Namun energi listrik yang dapat disimpan ke baterai adalah sebesar 31,96 Wh, disebabkan motor servo menggunakan energi listrik sebesar 43,87 Wh untuk menggerakkan panel surya.

Kata kunci: energi matahari, panel surya, sensor fotodiode, motor servo

Abstract—The utilization of solar energy can be performed by using solar panels that can convert solar energy into electrical energy. The greater the intensity of light that reaches the surface of the solar panel, the greater the electrical energy will be obtained. But most of the installation of solar panels only facing one direction, this resulted in the maximum energy absorption process only takes place when the sun right opposite the solar panel. This paper presents a system of automatic solar energy tracking equipment that is always moving to obtain maximum solar energy. This equipment utilizes 11 photodiode sensors placed each in positions at an angle of 200, 300, 450, 600, 750, 900, 1050, 1200, 1350, 1500, 1700 respectively. The maximum intensity of sunlight is obtained the sensor is processed by a microcontroller which then gives the command to the servo motor to move the position of the solar panel according to the position of the sensor. The test results show that the total electrical energy generated by the solar panel using this automatic tracking device is 70.45Wh, while the electrical energy generated when the solar panel is placed only in one direction with the 900 angle is 46.35Wh. However, the electrical energy that can be stored to batteries is 31.96 Wh, due to servo motor using 43.87Wh of electric energy to drive solar panels.

Keywords: solar energy, solar panel, photodiode sensor, servo motor

Copyright © 2017 SNETE. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Energi matahari adalah salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui dan dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Energi listrik yang dihasilkan dari suatu panel surya tergantung pada besar intensitas matahari yang diterima oleh panel surya. Sehingga untuk mendapatkan efisiensi maksimum, panel surya harus selalu berhadapan dengan matahari [1].

Oleh karena rotasi bumi, matahari tidak selalu berada pada posisi yang sama, sehingga hal ini akan mengurangi efisiensi panel surya, jika posisi panel surya tidak berubah. Untuk memperoleh efisiensi maksimum, maka posisi panel surya harus selalu mengikuti pergerakan matahari. Posisi

panel surya terhadap matahari sebagai referensi secara otomatis harus dikontrol dengan suatu sistem penggerak posisi panel surya.

Posisi matahari yang selalu memancarkan energi terbesar pada panel surya dapat dideteksi dengan menggunakan sensor cahaya. Sensor cahaya dapat melacak intensitas cahaya matahari yang menghasilkan arus searah yang terbesar. Fungsi sensor cahaya ini dapat digabungkan dengan mikrokontroler untuk merubah posisi panel surya secara otomatis dengan menggunakan motor arus searah, yakni motor stepper atau motor servo.

Namun penggunaan motor dc ini mempengaruhi efisiensi penyimpanan energi listrik arus searah ke baterai, bila motor dc menggunakan suplai daya dari

baterai. Juga pergerakan panel surya yang terlalu banyak akan mengurangi energi listrik yang tersimpan di baterai dan tentu saja mengurangi efisiensi penyimpanan energi listrik ke baterai.

Makalah ini menyajikan suatu sistem pelacak otomatis energi surya berbasis mikrokontroler Arduino. Posisi panel surya dirubah berdasarkan intensitas cahaya matahari maksimum yang diperoleh sensor fotodiode. Motor servo digunakan untuk menggerakkan panel surya sesuai posisi sensor dengan intensitas cahaya paling maksimum.

II. STUDI PUSTAKA

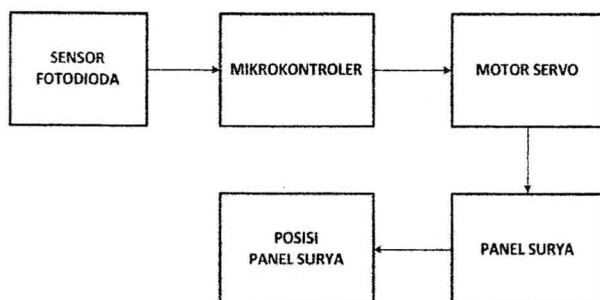
Sistem pelacak energi surya secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler, sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan motor stepper telah dibuat, baik dengan satu sumbu maupun dengan dua sumbu pergerakan terhadap matahari [2-4]. Namun posisi panel surya didasarkan atas pembagian waktu menggunakan jumlah posisi yang lebih banyak, sehingga akan menggunakan daya listrik yang lebih banyak untuk menggerakkan motor stepper. Beberapa peralatan tersebut juga telah menggunakan teknik MPPT dan menambahkan pengumpul energi surya, namun peralatan-peralatan tersebut sangat kompleks serta tidak ekonomis bila dibandingkan dengan energi listrik yang dihasilkan. Peralatan pelacak energi surya yang lebih ekonomis diusulkan dengan membandingkan intensitas cahaya matahari yang diterima beberapa sensor LDR dan posisi sensor yang memberikan daya keluaran maksimum dijadikan referensi untuk merubah posisi panel surya [2].

III. METODE

A. Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan peralatan sistem pelacak energi surya otomatis ini didasarkan atas prinsip energi surya terbesar yang diperoleh sensor LDR. Sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, yang kemudian akan menggerakkan motor servo untuk merubah posisi panel surya. Energi surya yang diperoleh kemudian disimpan ke baterai. Blok diagram sederhana perancangan pelacak otomatis energi surya ditunjukkan pada gambar 1.

Komponen-komponen utama yang digunakan dalam pembuatan alat antara lain sensor fotodiode, panel surya, motor servo, mikrokontroler Arduino, LCD dan baterai.



Gambar 1. Blok diagram perancangan alat

Sensor fotodiode digunakan untuk memperoleh intensitas cahaya matahari. Jumlah sensor fotodiode yang digunakan adalah 11 buah dan setiap sensor ditempatkan sesuai dengan sudut-sudut yang dibentuk oleh posisi matahari atau panel surya terhadap permukaan bumi. Sensor ditempatkan pada busur dengan sudut masing-masing sebesar 20° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 105° , 120° , 135° , 150° , dan 170° .

Intensitas cahaya matahari dari seluruh sensor dikirim ke mikrokontroler. Intensitas cahaya matahari yang paling maksimum dideteksi oleh mikrokontroler dan mikrokontroler memberi perintah ke motor servo untuk menggerakkan panel surya ke posisi sensor yang menghasilkan intensitas cahaya matahari yang terbesar. Mikrokontroler juga mengirimkan data posisi panel surya ke layar tampilan LCD.

Baterai digunakan untuk tempat penyimpanan energi listrik yang diperoleh dari panel surya dan sebagai suplai daya listrik untuk menggerakkan motor servo. Skema rangkaian perancangan alat ditunjukkan pada gambar 2.

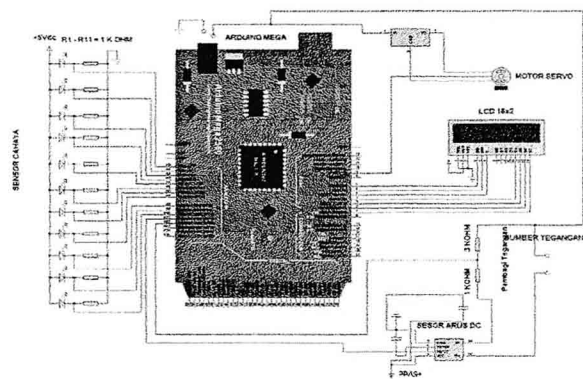
Pemrograman dilakukan pada mikrokontroler untuk memproses data dari seluruh sensor, menentukan posisi panel surya dengan sensor yang menghasilkan intensitas cahaya matahari yang terbesar, dan memberi perintah motor servo untuk menggerakkan panel surya sesuai dengan posisi sensor yang menghasilkan intensitas cahaya matahari yang terbesar. Seluruh pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C [5].

B. Pengujian

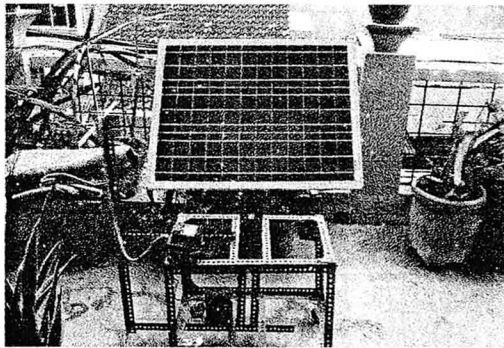
Pengujian peralatan pelacak otomatis yang dilakukan antara lain adalah pengujian daya listrik yang digunakan motor servo pada beberapa posisi sensor, pengujian peralatan pelacak otomatis untuk menyerap daya listrik, pengujian peralatan dengan posisi panel surya yang diam.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk fisik peralatan pelacak otomatis energi surya ditunjukkan pada Gambar 3. Peralatan pelacak energi surya menggunakan panel surya berukuran $760 \times 540 \times 40$ mm dengan berat sekitar 4,5 kg. Panel surya beserta kerangka penahannya merupakan beban bagi motor servo. Peralatan



Gambar 2. Skema rangkaian perancangan alat



Gambar 3. Peralatan pelacak otomatis energi surya

Tabel 1. Nilai arus dan tegangan yang digunakan motor servo untuk beberapa posisi sensor

No.	Posisi	Sudut	Arus (A)	Daya (W)
1	Sensor 1	30°	0,276	3,46
2	Sensor 2	45°	0,353	4,42
3	Sensor 3	75°	0,163	4,04
4	Sensor 4	90°	0,339	4,25
5	Sensor 5	120°	0,424	5,31
6	Sensor 6	135°	0,501	6,28
7	Sensor 7	150°	0,670	8,40

Tabel 2. Nilai arus dan tegangan yang diperoleh dari panel surya

Jam	Arus rata-rata (A)	Tegangan rata-rata (V)	Daya rata-rata (W)	Sudut posisi sensor
08:00-10:00	0.44	18.06	7.95	30°
10:00-11:00	0.50	18.12	9.06	45°
11:00-12:00	0.47	17.89	8.40	75°
12:00-14:00	0.5	18.32	9.16	90°
14:00-15:00	0.48	18.27	8.76	120°
15:00-16:00	0.45	18.13	8.15	135°
16:00-17:00	0.40	18.10	7.24	150°

juga dihubungkan ke baterai 12V. Baterai bertindak sebagai tempat penyimpanan energi surya sekaligus sebagai suplai daya arus searah untuk motor servo.

Hasil pengujian pemakaian daya peralatan pelacak energi surya untuk beberapa posisi sensor ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa pemakaian daya listrik oleh motor servo pada setiap posisi sensor berbeda-beda. Motor servo tetap menggunakan daya listrik yang relatif konstan selama panel surya berada pada setiap posisi. Hal ini disebabkan tidak adanya mekanisme untuk menahan panel surya pada setiap posisi, sehingga motor servo terus menggunakan daya listrik untuk tetap menahan panel surya selama berada pada posisi tersebut. Pemakaian daya listrik oleh motor servo mengurangi energi listrik yang telah disimpan ke dalam baterai.

Pengujian peralatan pelacak otomatis dalam menyerap energi surya dilakukan selama 9 jam dan hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Selama rentang waktu pengujian beberapa posisi sensor tidak memberikan intensitas yang terbesar, sehingga panel surya hanya berada pada posisi tertentu

Tabel 3. Energi listrik rata-rata yang diperoleh dan disimpan ke baterai

Jam	Energi Listrik Yang Diperoleh (E) (Wh)	Energi Listrik Yang Digunakan Motor Servo (E_m) (Wh)	Energi Listrik Yang Disimpan ke Baterai (E_s) (Wh)
08:00-10:00	15,9	6,92	8,98
10:00-11:00	9,06	4,42	4,64
11:00-12:00	8,4	4,04	4,36
12:00-14:00	18,32	8,5	9,82
14:00-15:00	8,76	5,31	3,45
15:00-16:00	8,15	6,28	1,87
16:00-17:00	7,24	8,4	-1,16
Total	75,83	43,87	31,96

Tabel 4. Energi listrik rata-rata yang diperoleh dengan posisi panel dengan sudut 90°

Jam	Energi Listrik Yang Diperoleh (Wh)
08:00-10:00	6.67
10:00-11:00	7.30
11:00-12:00	8.18
12:00-14:00	9.16
14:00-15:00	7.11
15:00-16:00	3.30
16:00-17:00	2.77
Total	44,49

seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Nilai arus, tegangan dan daya yang dicatat selama pengujian merupakan nilai hasil perhitungan rata-rata selama interval waktu antara posisi sensor.

Perhitungan energi listrik yang diperoleh peralatan pelacak otomatis energi surya dilakukan dengan persamaan:

$$E = P \times t, \tag{1}$$

dimana t adalah interval waktu dari posisi setiap sensor. Sementara energi listrik yang digunakan motor servo dihitung dengan persamaan:

$$E_m = P \times t, \tag{2}$$

Sehingga energi listrik total yang disimpan di baterai adalah:

$$E_s = E - E_m, \tag{3}$$

Hasil perhitungan energi listrik yang diperoleh dan yang disimpan peralatan pelacak otomatis energi surya menggunakan (1-3) ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengujian dengan posisi panel surya yang tetap dan sejajar dengan permukaan tanah atau membentuk sudut 90° ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan energi listrik yang diperoleh peralatan pelacak otomatis energi surya adalah

sebesar 75,83 Wh yang jauh lebih besar dari energi listrik yang diperoleh jika panel surya pada posisi yang tetap (diam) pada sudut 90° , yakni sebesar 44,49 Wh. Namun energi listrik yang dapat disimpan ke baterai oleh peralatan pelacak otomatis energi surya adalah sebesar 31,96 Wh disebabkan pemakaian energi listrik oleh motor servo sebesar 43,87 Wh. Nilai ini lebih kecil dari energi listrik yang dapat disimpan ke baterai dengan menggunakan panel surya dengan posisi tetap pada sudut 90° , dimana semua energi listrik yang diperoleh dapat disimpan seluruhnya ke baterai.

Mekanisme penahan panel surya pada posisi tertentu dibutuhkan oleh peralatan pelacak otomatis energi surya, untuk mengurangi pemakaian daya yang lebih besar oleh motor servo.

V. KESIMPULAN

Peralatan pelacak otomatis energi surya yang dibuat mampu menyerap energi listrik sebesar 75,83 Wh dan lebih besar dari energi listrik yang diserap bila panel surya pada posisi sudut 90° , yakni sebesar 44,49 Wh. Namun peralatan pelacak otomatis energi surya hanya mampu menyimpan energi listrik ke baterai sebesar 31,96Wh

disebabkan motor servo menggunakan energi listrik sebesar 43,87 Wh untuk menggerakkan panel surya. Peralatan pelacak otomatis membutuhkan mekanisme tambahan untuk menahan panel surya selama berada pada posisi tertentu untuk mengurangi pemakaian energi listrik oleh motor servo.

REFERENSI

- [1] D. Rekioua and E. Matagne, "Optimization of Photovoltaic Power System: Modelization, Simulation and Control", Springer-Verlag, London, 2012.
- [2] I.W. Christopher, R. Ramesh and C. Sarayanan, "Low Cost Automatic Solar Energy Trapping System", 1st International Conference on Electrical Energy System (ICEES), pp.227-232, 2011.
- [3] A. Joseph and J. Kamala, "Economic and Backflash Tolerable Solar Tracking System", International Multi-Conference on Automation, Computing, Communication, Control and Compressed Sensing (iMac4s), pp.748-753, 2013.
- [4] R.J. Comp, "Practical Photovoltaics: Electricity from Solar Cells", Aatec Publications, 1995.
- [5] A. Kadir, "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino, Penerbit Andi Yogyakarta, 2013.