

Peningkatan Arus Listrik Dan Tegangan Listrik Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Reflektor

Ratna Dwi Rahayu^{a*}

^a Sekolah Tinggi teknologi Ronggolawe

Diterima : 19 Desember 2022 - Direview : 21 Desember 2022 - Diterbitkan : 31 Desember 2022

Intisari

Hasil keluaran sel surya berupa arus listrik dan tegangan listrik sebagai sumber energi alternatif, dapat ditingkatkan dengan memperbesar intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sel surya. Intensitas cahaya yang jatuh pada sel surya dapat diperbesar salah satunya dengan menggunakan reflektor. Pada artikel ini dianalisis perbedaan besarnya arus listrik dan tegangan listrik keluaran sel surya dengan menggunakan reflektor berupa cermin datar pada sudut cermin 60° dan cermin cekung jarak fokus 20 cm terhadap hasil keluaran sel surya tanpa reflektor. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil keluaran lebih besar dengan menggunakan cermin datar dibandingkan dengan menggunakan cermin cekung sebagai reflektor. Peningkatan besarnya arus listrik dan tegangan listrik keluaran sel surya dengan cermin datar sebagai reflektor terhadap arus listrik dan tegangan listrik keluaran sel surya tanpa reflektor berturut-turut sebesar 3,54% dan 29,28%; pada penggunaan cermin cekung sebagai reflektor sebesar 1,76 % dan 9,98 %.

Kata Kunci : arus listrik, reflektor, sel surya, tegangan listrik

Abstract

The output solar cells in the form of electric current and voltage as an alternative energy source can be increased by increasing the intensity of the light that falls on the surface of the solar cell. The intensity of light falling on the solar cell can be magnified by using a reflector. This article analyses in the magnitude of the electric current and voltage output of solar cells using a reflector in the form of a flat mirror at a mirror angle of 60° and a concave mirror with a focal length of 20 cm against the output of a solar cell without a reflector. The measurement results show that there is a greater increase in output by using a flat mirror compared to using a concave mirror as a reflector. Increasing the magnitude of the electric current and output voltage of solar cells with a flat mirror as a reflector to the electric current and output voltage of solar cells without reflectors was 3,54 % and 29,28 %, respectively on the use of a concave mirror as a reflector of 1,7 % and 9,98 %.

Keywords : electric current, reflector, solar cells, electric voltage

1. Pendahuluan

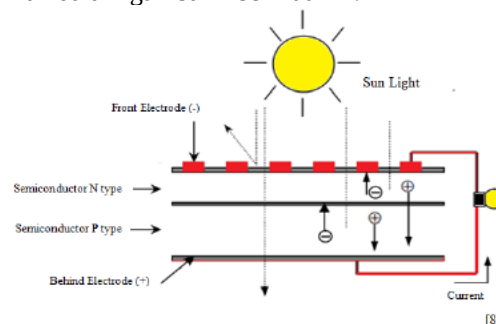
Peningkatan kebutuhan energi listrik diperkirakan dapat tumbuh rata-rata mencapai 6,5% pertahun hingga tahun 2020 (Muslich, 2003). Salah satu upaya untuk mengatasi masalah energi tersebut adalah dengan menggunakan sel surya.

Sel surya atau sel photovoltaic, adalah sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah-besar diode *p-n junction* yang mampu menghasilkan energi listrik. Model sel surya dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Model Sel Surya

Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. (Yuwono, 2005). Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam gambar 2 berikut ini :



[8]

Gambar2. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya

Gambar 2 menunjukkan pengubahan energi matahari menjadi energi listrik yang disebut *efek photovoltaic*. Solar sel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel N di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel P di bagian bawah. Efek fotoelektrik menyebabkan sinar matahari dapat melepaskan *elektron* di lapisan panel N, sehingga hal ini menyebabkan *proton* mengalir ke lapisan panel P di bagian atas dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.

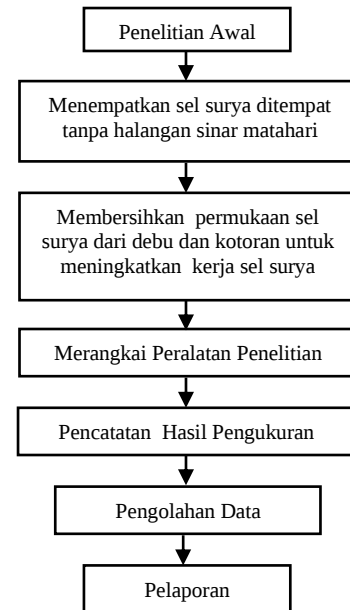
Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (*absorber*). Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik, oleh karena itu penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin radiasi sinar yang berasal dari cahaya matahari.

Menurut (Asy'ari et al, 2012) pemilihan sumber energi terbarukan ini sangat beralasan mengingat suplai energi surya dari sinar matahari yang di terima oleh permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule pertahun. Hasil keluaran sel surya sebagai sumber energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik dipengaruhi oleh bahan pembuat sel surya, hambatan beban, intensitas cahaya matahari, suhu sel surya dan bayangan.

Salah satu cara memaksimalkan intensitas sinar yang jatuh ke permukaan sel surya adalah dengan menggunakan cermin sebagai reflektor. Besarnya daya listrik optimum yang dihasilkan sel surya menurut (Ihsan, 2013) diperoleh pada jam 12.00, hal ini menunjukkan bahwa intensitas tertinggi pada kondisi normal terjadi pada siang hari. Upaya mengoptimalkan output listrik pada modul surya dengan cara memaksimalkan intensitas sinar yang jatuh ke permukaan modul surya dengan menggunakan cermin datar (ruang cermin) (Sidoepso, 2010). Hasil yang diperoleh menunjukkan prosentase kenaikan daya output pada modul surya dapat mencapai 64,22%, efisiensi tertinggi modul surya pada ruang cermin sebesar 13,47%. Meneliti tentang sistem aplikasi dan desain sel surya diperoleh bahwa sel surya yang diaplikasi dalam ruangan cermin dapat meningkatkan hasil kerja sel surya, dibandingkan di ruang terbuka (Li Tianze, et.al, 2010).

Dari kajian tentang semua penelitian untuk meningkatkan hasil kerja sel surya yang telah dilakukan, maka reflektor yang digunakan adalah cermin datar dengan berbagai aplikasinya. Pada artikel ini penelitian dilakukan dengan mengukur besarnya arus listrik dan tegangan listrik keluaran sel surya dengan reflektor cermin datar, cermin cekung dan tanpa reflektor. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran kuat arus listrik dan tegangan listrik keluaran sel surya dengan menggunakan reflektor cermin datar pada sudut cermin 60° dan dengan menggunakan cermin cekung jarak fokus 20 cm terhadap hasil keluaran sel surya tanpa reflektor. Sudut cermin datar dipilih berdasar kan uji awal dengan berbagai variasi sudut, ternyata 60° memberikan hasil keluaran yang tertinggi. Pada uji awal dengan berbagai variasi jarak fokus cermin cekung, maka jarak fokus 20 cm memberikan hasil keluaran berupa arus listrik dan tegangan listrik paling tinggi.

Kerangka berpikir pada penelitian ini tampak pada Gambar 3.



Gambar3. Kerangka berpikir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengukuran tegangan keluaran dan arus listrik sel surya dengan reflektor berupa cermin datar dengan variasi sudut datang serta reflektor berupa cermin cekung dengan variasi jarak fokus. Untuk menentukan kemampuan tertinggi yang dihasilkan oleh sel surya tersebut, Penempatan sel surya ditempat tanpa halangan sinar matahari untuk memperoleh intensitas cahaya yang tinggi. Pengukuran kuat arus dan tegangan listrik dilakukan dengan merangkai Amperemeter secara seri dan voltmeter secara paralel terhadap lampu sebagai beban.

2. Kerangka Teori

2.1. Energi dan Daya listrik

Ketika muatan melewati elemen rangkaian maka medan listrik bekerja pada muatan tersebut. Total usaha yang bekerja pada muatan q yang melewati rangkaian elemen sebanding dengan produk q dan beda potensial V . Jika arus adalah I dan selang waktu dt , maka jumlah muatan yang mengalir adalah $dQ = I dt$. Usaha yang bekerja pada muatan ini adalah :

$$dw = VdQ = VI dt \quad (1)$$

Usaha ini menunjukkan energi listrik yang ditransfer ke dalam elemen rangkaian. Transfer energi tiap satuan waktu disebut daya yang ditunjukkan dengan P . Pembagian persamaan (1) di atas dengan dt akan didapat kecepatan pengiriman energi pada rangkaian tersebut yaitu:

$$\frac{dw}{dt} = P = VI \quad (2)$$

Dan efisiensi sel surya tersebut yaitu:

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Inp}} 100\% \quad (3)$$

Satuan untuk V adalah volt atau joule per coulomb dan satuan I adalah ampere atau coulomb per sekon, dengan demikian satuan P adalah J/s (watt).

Efisiensi dihitung dengan membandingkan hasil daya keluaran sel surya menggunakan reflektor dengan hasil keluaran sel surya tanpa reflektor

2.2. Sel Surya

Sel surya atau sel photovoltaic, adalah sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah-besar *diode p-n junction* dimana dalam hadirnya cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik yang berguna. Pengubahan ini disebut *efek photovoltaic*. Bidang riset berhubungan dengan sel surya dikenal sebagai *photovoltaics*. Sel surya memiliki banyak aplikasi. Cocok untuk digunakan bila tenaga listrik tidak tersedia, seperti di wilayah terpencil, *satelit* pengorbit bumi, *kalkulator* genggam, pompa air, dan lain-lain. Banyak bahan semikonduktor yang dapat dipakai untuk membuat sel surya diantaranya *Silikon*, *Titanium Oksida*, *Germanium*, dll.

Konsep kerja sel surya yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan *efek fotoelektrik*. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Sel surya atau sel photovoltaic dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan *efek fotoelektrik*. Pembangkit listrik tenaga surya tipe photovoltaic menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan *listrik*.

Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel N di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel P di bagian bawah. Efek fotoelektrik menyebabkan sinar matahari dapat melepaskan *elektron* di lapisan panel N, sehingga hal ini menyebabkan *proton* mengalir ke lapisan panel P di bagian atas dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.

Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (*absorber*), meskipun demikian

masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik, oleh karena itu penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin radiasi sinar yang berasal dari cahaya matahari.

3. Metodologi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sel surya ukuran 126 mm x 104 mm, Amperemeter, Voltmeter, Cermin datar, Cermin cekung dengan $f = 20$ cm, Busur derajat, kabel penghubung secukupnya, penyangga lensa dan cermin. Pengukuran dilakukan dengan tiga sistem, yaitu sel surya tanpa reflektor, sel dengan reflektor cermin datar, dan sel surya dengan reflektor cermin cekung.



Gambar 3. Rangkaian pengukuran kuat arus dan tegangan hasil keluaran sel surya.

Dari hasil keluaran berupa arus listrik dan tegangan listrik sel surya dapat dihitung nilai daya dan efisiensi daya yang dihasilkan.

Rumus nilai daya listrik :

$$P = V \cdot I \quad (4)$$

Rumus efisiensi sel surya :

$$\eta_{\text{sesaat}} = \frac{P}{iA} 100\% \quad (5)$$

4. Hasil dan Pembahasan

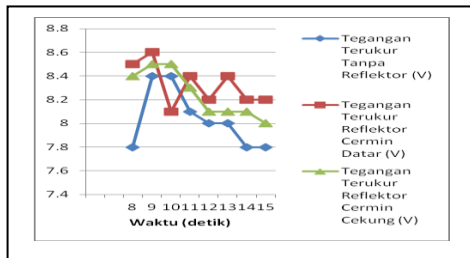
Hasil pengukuran tegangan sel surya dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1

Hasil Pengukuran Tegangan Sel Surya

Waktu	Tanpa Reflektor	Reflektor Cermin Datar		Reflektor Cermin Cekung	
	V (volt)	V (volt)	Peningkatan (%)	V (vol)	Peningkatan (%)
08.00	7,8	8,5	3,56	8,4	2,43
09.00	8,4	8,6	2,38	8,5	1,19
10.00	8,4	8,1	2,44	8,5	1,19
11.00	8,1	8,4	3,70	8,3	2,47
12.00	8,0	8,2	4,50	8,1	1,75
13.00	8,0	8,4	5,00	8,1	1,25
14.00	7,8	8,2	3,1	8,1	1,24
15.00	7,8	8,2	5,1	8,0	2,56
Rerata			3,54		1,76

Peningkatan tegangan listrik dengan menggunakan reflector dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Peningkatan Tegangan listrik dengan menggunakan Reflektor

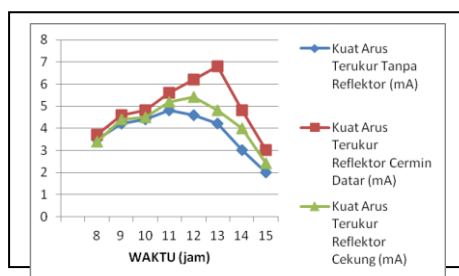
Hasil pengukuran arus listrik sel surya dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2

Hasil Pengukuran Arus Listrik Sel Surya

Waktu	Tanpa Reflektor	Reflektor Cermin Datar		Reflektor Cermin Cekung	
	I (mA)	I (mA)	Peningkatan (%)	I (mA)	Peningkatan (%)
08.00	3,5	3,7	5,71	3,4	2,10
09.00	4,2	4,6	9,52	4,4	4,76
10.00	4,4	4,8	9,09	4,5	2,27
11.00	4,8	5,6	16,67	5,2	8,33
12.00	4,6	6,2	37,78	5,4	11,39
13.00	4,2	6,8	61,90	4,8	14,25
14.00	3,0	4,8	60,0	4,0	30,0
15.00	2,0	3,0	50,0	2,4	20,0
Rerata			29,28		9,98

Peningkatan hasil keluaran sel surya dengan reflektor dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Peningkatan hasil keluaran sel surya dengan reflektor

Hasil keluaran sel surya berupa Tegangan listrik yang terukur ditampilkan pada Tabel 1.,menunjukkan peningkatan rata-rata untuk reflektor cermin datar sebesar 29,29% dan reflektor cermin cekung sebesar 9,98% dengan peningkatan terbesar pada pukul 10.00. Hasil keluaran berupa Arus listrik ditampilkan pada Tabel 2, untuk cermin datar mempunyai peningkatan nilai rata-rata sebesar 3,54% dan untuk cermin cekung sebesar 1,76% peningkatan terbesar pada pukul 13.00.

Sistem dengan menggunakan cermin datar dapat mempunyai peningkatan daya listrik terbesar yaitu 17% pada pukul 13.00. Cermin cekung sebagai reflektor mempunyai peningkatan daya listrik terbesar 1,38%.

Dari tabel dan grafik tampak bahwa penggunaan cermin datar sebagai reflektor dapat meningkatkan arus listrik dan tegangan listrik lebih besar dibandingkan cermin cekung sebagai reflektor. Peningkatan arus dan daya juga dapat meningkatkan daya listrik yang dihasilkan sel surya.

5. Kesimpulan

Sel surya sebagai sumber energi alternatif dapat ditingkatkan hasil kerjanya dengan menambahkan reflektor. Cermin datar dapat meningkatkan hasil keluaran sel surya lebih baik daripada cermin cekung.

Dari uji awal didapat bahwa cermin cekung dengan jarak fokus lebih besar dapat menghasilkan keluaran berupa arus listrik dan tegangan listrik lebih besar daripada cermin cekung dengan jarak fokus kecil.

Daftar Pustaka

- Asy'ari1,H ; Jatmiko2; Angga3.2012. *Intensitas Cahaya matahari Terhadap Daya keluaran Panel Surya*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta)
- Ihsan .2013 .*Peningkatan suhu Modul dan keluaran Panel surya dengan menggunakan reflektor*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makasar. Menggunakan Reflektor Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
- Muslich,M. (2003). *Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003-2020*
- Sidopekso Satwiko dan Vony Yumanda. 2010. *Pengaruh Penggunaan Cermin Datar Dalam Ruang Tertutup Pada Sel Surya Silikon*. Jurnal Berkala Fisika ISSN 1410 9662 Vol. 13 , No.2, April 2010 hal 73 – 76.
- Tianze,Li; Lu Hengwei; Jiang Chuan; Hou Luan dan Zhang Xia.2010. *Application and design of solar photovoltaic system* School of Electric anElectronic Engineering, Shandong University of Technology, China.IOPscience.
- Yuwono, Budi.2005.Skripsi.*Optimalisasi Sel Surya dengan Menggunakan sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Jurusan Fisika FMIPA, UNS.