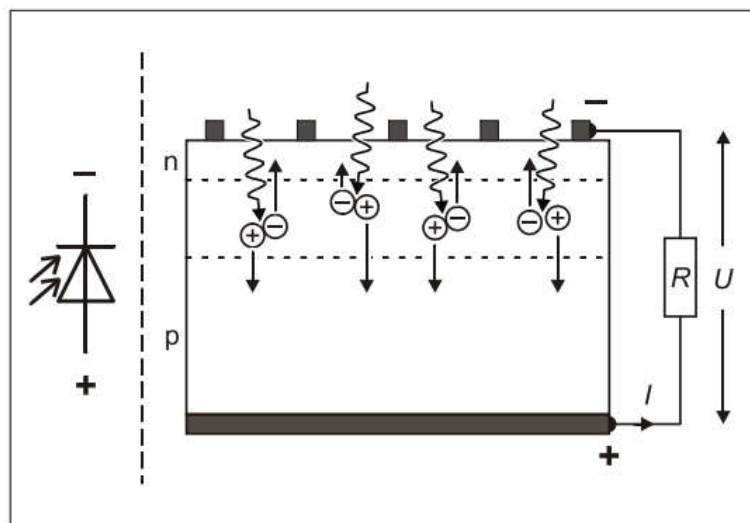


Modul 1

Pengukuran Karakteristik Listrik Sel Surya

1.1 Tujuan

1. Memperkenalkan sel surya sebagai sumber energi (listrik) terbarukan.
2. Mahasiswa mampu memahami prinsip kerja dan aplikasi sel surya.
3. Mahasiswa mampu mengukur karakteristik sel surya menggunakan metoda I-V meter konvensional.

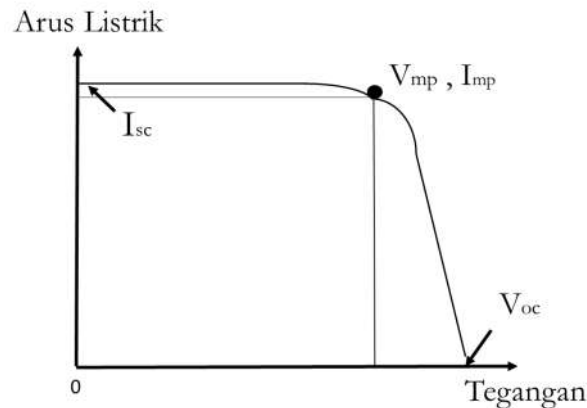


Gambar 1. Menunjukkan proses perubahan cahaya akan menjadi arus listrik

Sumber: <http://www.panelsurya.com/index.php/id/panel-surya-solar-cells/>

1.2 Prinsip Kerja Sel Surya

Sel surya atau fotovoltaik dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien. Efek fotovoltaik ini ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Alat ini digunakan secara individual sebagai alat pendeteksi cahaya pada kamera maupun digabung seri maupun paralel untuk memperoleh suatu harga tegangan listrik yang dikehendaki sebagai pusat penghasil tenaga listrik. Bahan dasar silicon [1].



Gambar 2. Curva Karakteristik Arus Tegangan (I-V) Sel Surya.

Prinsip kerja sel surya adalah sebagai berikut: Cahaya yang jatuh pada sel surya menghasilkan elektron yang bermuatan positif dan hole yang bermuatan negative kemudian elektron dan *hole* mengalir membentuk arus listrik. Prinsip ini di kenal sebagai prinsip *photoelectric*. Sel surya dapat tereksitasi karena terbuat dari semikonduktor yang mengandung unsur silikon. Silikon ini terdiri atas dua jenis lapisan sensitif: lapisan negatif (tipe-n) dan lapisan positif (tipe-p). Karena sel surya ini mudah pecah dan berkarat sehingga sel ini dibuat dalam bentuk panel-panel dengan ukuran tertentu yang dilapisi plastik atau kaca bening yang kedap air dan panel ini dikenal dengan panel surya [3].

Total pengeluaran listrik (*wattage*) dari sel surya adalah sebanding dengan Voltase/tegangan operasi dikalikan dengan arus operasi saat ini. Sel surya dapat menghasilkan arus dari voltase yang berbeda-beda. Hal ini berbeda dengan baterai yang menghasilkan arus dari voltase yang relatif konstan. Karakteristik output dari sel surya dapat dilihat dari kurva performansi, disebut I-V curve. I-V curve menunjukkan hubungan antara arus dan voltase [4]. Gambar 2 di atas menunjukkan tipikal kurva I-V. Voltase (V) adalah sumbu horizontal. Arus (I) adalah sumbu vertical. Kebanyakan kurva I-V diberikan dalam *standar Test Conditions* 1000 watt per meter persegi radiasi (atau disebut satu matahari puncak/*one peak sun hour*) dan 25 derajat celcius suhu *solar cell panel*.

Ketika sel dalam kondisi short circuit, arus short circuit I_{sc} dihasilkan, sedangkan pada kondisi open circuit tidak ada arus yang dapat mengalir sehingga tegangannya maksimum, disebut tegangan open-circuit. V_{oc} . Titik pada kurva I-V yang menghasilkan arus dan tegangan maksimum disebut titik daya maksimum (MP). Karakteristik penting lainnya dari sel surya yaitu fill factor (FF), dengan persamaan,

$$FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{V_{oc} I_{sc}} \quad (1)$$

dengan

I_{maks} = Arus ketika daya keluaran maksimum

V_{maks} = Voltase tegangan ketika daya keluaran maksimum

I_{sc} = Arus ketika rangkaian *short*

V_{oc} = Voltase tegangan ketika rangkaian terbuka

daya maksimum dari sel surya dinyatakan dengan,

$$P_{maks} = V_{mp} \cdot I_{mp} = V_{oc} I_{sc} \times FF \quad (2)$$

Sehingga Efsiensi daya dalam sel surya dirumuskan sebagai:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \quad (3)$$

yang merupakan perbandingan daya listrik yang dihasilkan sel surya dengan daya total foton yang masuk ke dalam sel surya. Sementara itu, daya masuk dan daya keluaran sel surya adalah

$$P_i = A \int N(\lambda) \frac{hc}{\lambda} d\lambda \quad (4)$$

dengan ($N(\lambda)$) adalah jumlah foton per unit luas, A merupakan luas penampang sel,

dan $\frac{hc}{\lambda}$ yaitu energi foton. Tegangan sirkuit terbuka pada sel surya adalah

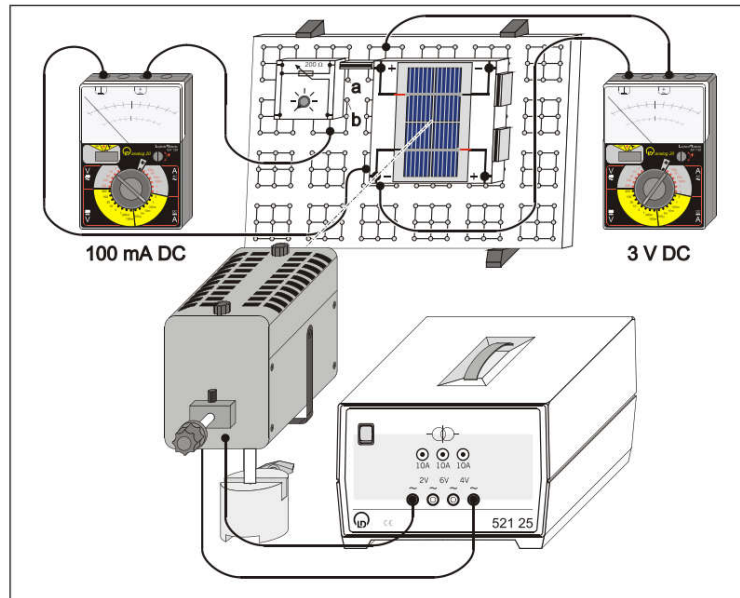
$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_{ph}}{I_0} + 1\right) \quad (5)$$

dengan I_{ph} dan I_0 adalah arus radiasi dan arus saturasi balikan.

Metode Penelitian

1.3 Alat dan Bahan

1. Panel sel surya.
2. Sumber cahaya (Matahari).
3. Catu daya AC 220 volt.
4. Potensiometer
5. Amperemeter dan Voltmeter.
6. Kabel Penghubung.



Gambar 3. Rangkaian eksperimen Sel Surya

1.4 Prosedur kerja

Pengukuran

1. Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 3.
2. Aturilah potensiometer R_V sehingga tegangan pada voltmeter bernilai nol ($V=0$). Catatlah arus yang terbaca pada amperemeter sebagai I_{sc} (arus singkat).
3. Putarlah potensiometer sehingga diperoleh pasangan nilai $V - I$. ulangi langkah ini untuk berbagai nilai $V - I$, catat data seperti pada Tabel 1.
4. Aturilah potensiometer R_V sehingga arus pada amperemeter bernilai nol ($I=0$). Catatlah tegangan yang terbaca pada voltmeter sebagai V_{oc} (tegangan terbuka).
5. Lakukan semua pengukuran karakteristik I-V untuk intensitas cahaya berbeda,
6. Lakukan pengukuran karakteristik I_V untuk spektrum warna berbeda, menggunakan filter warna.

Pengolahan Data

1. Lakukan perhitungan daya keluaran sel surya dengan menggunakan $P_{\text{maks}} = V_{\text{mp}} \cdot I_{\text{mp}} = V_{\text{oc}} \cdot I_{\text{sc}} \cdot \text{FF}$.
2. Buatlah kurva daya keluaran terhadap arus dari sel surya tersebut, kemudian cari daya keluaran maksimum ($\eta = \frac{P_{\text{maks}}}{P_{\text{in}}}$)
3. Hitunglah nilai Faktor Pengisian (Fill Factor, FF) dengan menggunakan persamaan (1).
4. Hitunglah nilai efisiensi sel surya dengan menggunakan persamaan (3).
5. Lakukan semua tahapan-tahapan tersebut untuk semua pengukuran yang dilakukan.

Tabel 1: Pengukuran nilai-nilai tegangan U dan arus I sel surya yang mengalir melalui resistor beban.

<== Minimum		Intensitas Cahaya				Maksimum ==>	
Pengukuran 1		Pengukuran 2		Pengukuran 3		Pengukuran 4	
U (volt)	I (mA)	U (volt)	I (mA)	U (volt)	I (mA)	U (volt)	I (mA)

* HARAP diingat untuk mengukur Intensitas Awal P_o (mW) pada saat memulai Pengukuran.

Evaluasi

Tabel 2: Nilai P dan R dihitung dari nilai yang terukur dari V dan I dari Tabel 1

<== Minimum Intensitas Cahaya Maksimum ==>							
Pengukuran 1		Pengukuran 2		Pengukuran 3		Pengukuran 4	
R (ohm)	P (mW)	R (ohm)	P (mW)	R (ohm)	P (mW)	R (ohm)	P (mW)

1.5 Tugas Awal

1. Apa yang dimaksud dengan sel surya?
2. Bagaimana prinsip kerja (cara kerja) dari sel surya?
3. Siapakah yang pertama kali menemukan sel surya?
4. Gambarkan struktur dasar Sel Surya!
5. Sebutkan beberapa aplikasi dari sel surya?

1.6 Daftar Pustaka

- [1] Teknik Mesin Untag Cirebon. "*Pembangkit Listrik Tenaga Surya*". 18 April 2012
<http://tekmesintag45.blogspot.com/2012/04/plts.html> (Diakses 24 April 2014).
- [2] Tim Eksperimen Fisika I. 2013. *Modul Eksperimen Fisika I*. Bandung: Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.
- [3] Al Fattah Faisal M.th 2008. *Analisa Daya Dan Heat Stress Pada Metode Efisiensi Sel Surya Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatra Utara Medan.
- [4] Ouaschnig, V. 2005. *Understanding Renewable Energy Systems*. Earthscan London.
- [5] S. Nema, R. K. Nema, G. Agnihotri, *Matlab/Simulink Based Study of Photovoltaic Cells/ Modules/ Array and Their Experimental Verification*. International Journal of Energy and Environment. Volume 1, Issue 3, 2010 pp.487-500.
- [6] S. Wijoyo, *Upaya Peningkatan Kapasitas Daya Output Photovoltaic melalui proses pendinginan*, Surabaya: Universitas Kristen Petra, 2000.