

ANALISIS TEGANGAN ELEMEN FOTO VOLTAIK DENGAN VARIASI DAYA DAN JARAK SUMBER CAHAYA

Oleh:

**Edi Istiyono
Staf Pengajar FMIPA UNY**

Abstract

The purposes of experiment is to observe relationship between power and light some distance to ward diode voltage result on some kinds of lamp. Sample of the experiment is photo diode S2387-1010R and the lamps are Dop, Philips, and Eterna. Voltage of photo diode is measured directly with voltmeter. Based on analyzing of data, it found that increasing of power of light sources cause increasing voltage of photovoltaic element. The increasing of light source bring out decreasing voltage of photovoltaic element. The Eterna lamp is better than Philips, and Philips is better than DOP.

Key words: power, distance, photo diode, and voltage of photovoltaic element .

PENDAHULUAN

Menurut salah satu perkiraan inti matahari merupakan suatu tungku termonuklir bersuhu 100 juta derajat celcius. Setiap detik matahari mengkonversi lima ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luar sebanyak $6,41 \cdot 10^7 \text{ W/m}^2$. (Abdul Kadir, 1995:15). Kerapatan radiasi surya saat memasuki atmosfer bumi diperkirakan 560 kW/m^2 . Jika angka perkiraan itu benar, dengan luas sebesar 2 juta km^2 dan efisiensi 10%, Indonesia akan menerima

radiasi surya secara potensial tersedia sebanyak 1,12.108 MW (Abdul Kadir, 1995:24).

Sejalan dengan kebutuhan energi bagi kelangsungan hidup manusia pada masa yang akan datang, dilakukanlah berbagai riset terhadap energi cahaya untuk diubah menjadi energi listrik.

Sel surya fotovoltaik merupakan alat yang dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Pada dasarnya sel tersebut merupakan dioda semi konduktor yang bekerja melalui proses khusus yang dinamakan proses tidak seimbang (*non-equilibrium process*) dan berlandaskan efek fotovoltaik (*photovoltaik effect*) (Abdul Kadir, 1995:369).

Dalam sel-sel fotovoltaik, energi cahaya yang mengenai permukaan sel akan menghasilkan gerak elektromotor (e.m.f) atau tegangan fotovoltaik yang timbul pada lapisan yang terbentuk antara permukaan semikonduktor dengan lapisan konduktor ataupun antara dua bahan semikonduktor yang berbeda jenisnya (Peter Soedoyo,1999).

Pada kenyataannya sebuah dioda foto dapat mengubah energi listrik dengan baik meskipun cahaya yang mengenai permukaannya berasal dari lampu pijar listrik. Hal ini tidak mengherankan karena baik sinar matahari maupun sinar lampu pijar memiliki spektrum yang hampir sama.

Apabila sebuah dioda foto dikenai cahaya, maka tegangan yang ditimbulkannya akan berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang mengenainya. Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu

diadakan kajian tentang pengaruh daya sumber cahaya dan jarak sumber cahaya ke sensor terhadap tegangan pada dioda dengan memperhatikan merk sumber cahaya yang berupa lampu pijar yang digunakan.

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

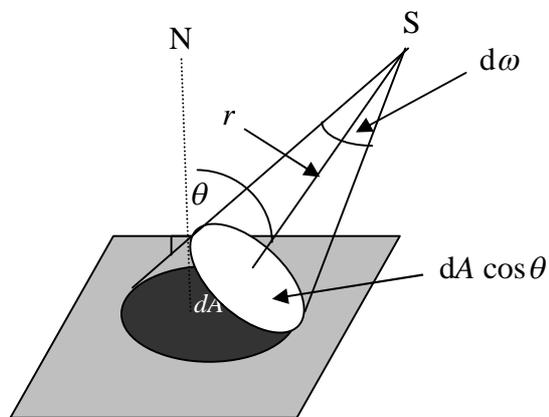
1. Bagaimanakah pengaruh daya sumber cahaya merk Philips, Dop, dan Eterna terhadap tegangan dioda?
2. Bagaimanakah pengaruh jarak sumber cahaya Philips, Dop, dan Eterna terhadap tegangan elemen foto voltaik pada?
3. Sumber cahaya merk apakah yang terbaik ditinjau dari tegangan dioda yang dihasilkan?

Spektrum gelombang elektromagnetik yang berupa gelombang cahaya mempunyai daerah spektrum yang sempit, yaitu dalam daerah kepekaan retina mata. Daerah panjang gelombang cahaya adalah dari 7.800 \AA sampai dengan 3.900 \AA (Sutrisno, 1994:23).

Cahaya yang memancar dari lampu-lampu pijar pada beberapa bagian terbuang akibat konduksi panas, konveksi panas, dan penyerapan. Bagian cahaya yang dapat merangsang indera penglihatan tiap detik disebut fluks cahaya (Young dan Freedman, 1999:1082).

Intensitas sumber cahaya dalam arah kerucut, didefinisikan sebagai perbandingan fluks cahaya dF terhadap sudut ruang $d\omega$, atau sebagai fluks yang dipancarkan per satuan sudut ruang.

$$I = \frac{dF}{d\omega} \quad (1)$$



Gambar 1. Iluminasi sebuah sumber cahaya titik

Intensitas cahaya sumber dalam arah kerucut didefinisikan sebagai fluks cahaya yang normalnya membuat sudut θ , dengan jarak r terhadap titik sumber, sehingga sudut ruang yang dibentuk oleh $d\omega$ pada sumber seperti Gambar 1 adalah:

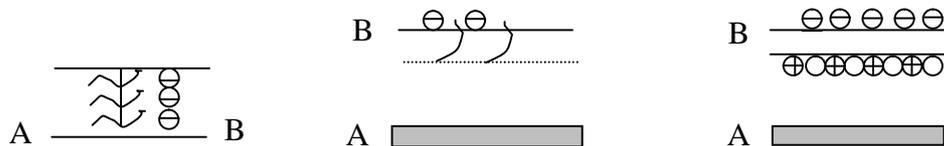
$$d\omega = \frac{dA \cos \theta}{r^2} \quad (2)$$

Iluminasi yang dihasilkan sumber cahaya adalah:

$$E = \frac{dF}{dA} = \frac{I \cos \theta}{r^2} \quad (3)$$

Dalam penelitian ini, cahaya lampu pijar akan dikenakan pada dioda foto Silikon, sehingga terjadi efek fotovoltaik. Dalam Azas-Azas Ilmu Fisika, Peter Soedjo (1985:226) menjelaskan sebagai berikut:

Kalau dalam persambungan antara bahan konduktor dan bahan semikonduktor, ataupun antara dua bahan semi konduktor yang jenisnya berbeda, dikenakan sinar cahaya, maka akan timbul suatu GGL (gaya gerak listrik) diantara kedua bahan itu. Gejala demikian yaitu timbulnya tegangan volta yang diakibatkan oleh foton, disebut efek fotovoltaik.



Gambar 2. Gejala difusi elektron pada persambungan pita konduktor semikonduktor

Gejala fotovoltaik dapat digambarkan sebagai berikut. Kita tinjau dua jenis bahan semikonduktor A dan B yang disambungkan satu sama lain. Misalkan semi konduktor A mengandung impuritas yang mengakibatkan timbulnya tingkat tenaga dekat di bawah pita konduksi, yang dikarenakan oleh dekatnya tingkat tenaga impuritas

tersebut dari pita konduksi, maka elektron-elektron di tingkat impuritas dengan mudah akan meloncat ke pita konduksi sehingga mengakibatkan elektron bebas di semikonduktor A lebih rapat daripada di semikonduktor B .

Perbedaan kerapatan elektron tersebut menyebabkan banyak elektron bebas dari semi konduktor A mendifusi ke semikonduktor B melintasi persambungan kedua semi konduktor tersebut. Akibatnya di perbatasan kedua semi konduktor timbul suatu ggl yang menghalangi difusi elektron lebih lanjut. Ggl ini tidak lain ialah yang kita kenal sebagai tegangan kontak antara kedua jenis bahan semikonduktor tersebut. Kalau sekarang pada perbatasan kedua semikonduktor itu dikenakan cahaya yakni berarti dikenai foton-foton, maka oleh tumbukan foton dengan elektron, tenaga elektron ini dipindahkan ke semikonduktor A untuk meloncatkan lebih banyak elektron dari tingkat tenaga impuritas ke pita konduksi.

Hal tersebut menyebabkan mendifusinya elektron lebih lanjut dan mengakibatkan semikonduktor B berkelebihan elektron yang berarti berkelebihan muatan negatif sehingga sekarang semikonduktor B berpotensi negatif terhadap semikonduktor A dan timbullah ggl atau tegangan fotovoltaiik. Besarnya tegangan fotovoltaiik ternyata sebanding dengan intensitas/kuat cahaya yang mengenai persambungan. Maka efek fotovoltaiik dapat dipakai sebagai dasar pengukuran intensitas cahaya misalnya dalam teknik fotografi.

Dalam Ensiklopedi Elektronika, Wasito S (1987:688) menjelaskan bahwa ada dua tipe sel fotovoltaiik,yaitu: tipe dinding depan (*front-walltype*), dan tipe dinding belakang(*back-walltype*).

Pada tipe dinding depan, karena pertemuan logam semikonduktor berada di depan (langsung terkena penyinaran) maka tegangan yang terjangkit naik mengikuti kenaikan intensitas cahaya sampai titik jenuh dimana tegangan mencapai 0,5 volt. Sel tipe dinding depan lebih peka terhadap biru dan keluarannya lebih tinggi dari tipe dinding belakang. Sel tipe dinding belakang lazimnya lebih peka terhadap warna merah.

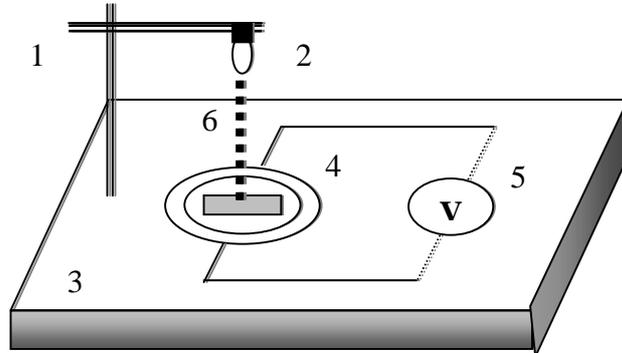
Nuri Yulianti (1990:24) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa ada hubungan antara daya sumber cahaya dan intensitas cahaya, yaitu jika daya sumber cahaya berubah, intensitasnya pun berubah.

Bahan dan Metoda

Sampel bahan adalah dioda foto silikon dengan spesifikasi model S2387-1010R dan merk lampu pijar yang digunakan adalah DOP, Philips, dan Eterna pada daya 5W, 10W, 15W, 25W, 40W, 60W, 75W, dan 100W.

Bahan penelitian yang digunakan adalah sumber cahaya berupa lampu pijar merk DOP, Philips, dan Eterna.

Peralatan yang digunakan dalam penelitaian ini adalah: (1) set peralatan fotovoltaik model KSC-3N terdiri atas: dioda foto, sumber cahaya dan voltmeter dan (2) skala, dan (3) statif seperti dinyatakan Gambar 3



Keterangan gambar:

1. Statif
2. Sumber cahaya berupa lampu pijar
3. Papan set peralatan efek fotovoltaiik model KSC-3N
4. Sensor dioda foto silikon
5. Voltmeter
6. Skala

Gambar 3. Desain Alat Penelitian

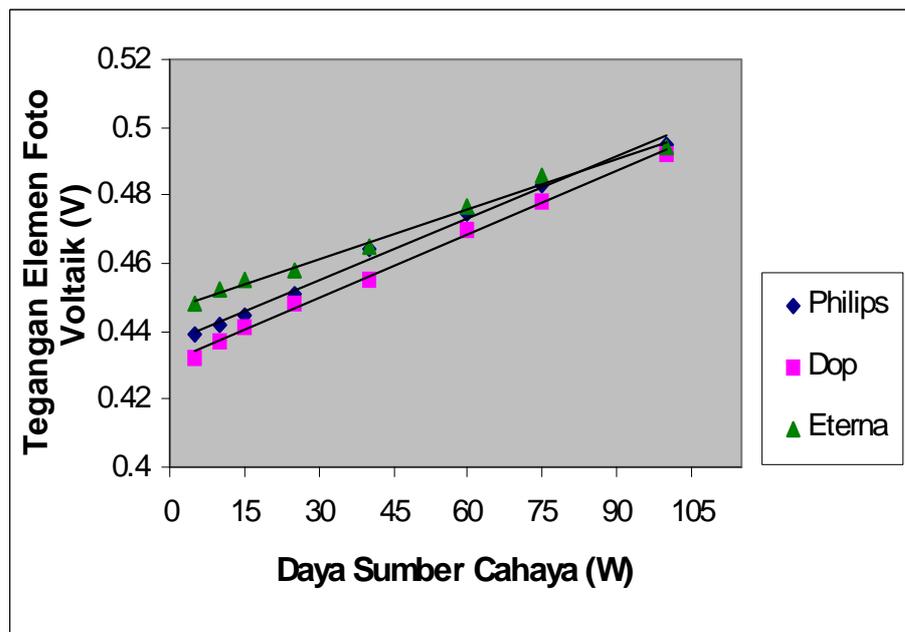
Langkah–langkah penelitian meliputi dua tahap, yakni: pertama pengamatan daya sumber cahaya terhadap tegangan yang dihasilkan dan tahap kedua pengamatan jarak sumber cahaya tegangan yang dihasilkan. Pada tahap pertama dengan memvariasi daya sumber cahaya 10W, 15W, 25W, 40W, 60W, 75W, dan 100W yang dipasang pada jarak 0,3 m yang masing-masing diukur tegangan yang dihasilkan, sedangkan tahap kedua dengan memvariasi jarak sumber cahaya yang berdaya 100 W sejauh 0,15m, 0,2m, 0,25m, 0,3m, 0,35m, dan 0,4m

Analisis data pada penelitian ini meliputi: (1) analisis grafik : hubungan antara daya sumber cahaya dengan tegangan dan hubungan antara jarak sumber cahaya dengan tegangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Daya Sumber Cahaya terhadap Tegangan

Pada percobaan ini, pengambilan data dilakukan dalam ruang gelap yang bersuhu dijaga 27°C , sedangkan jarak dijaga pada 0,30 m



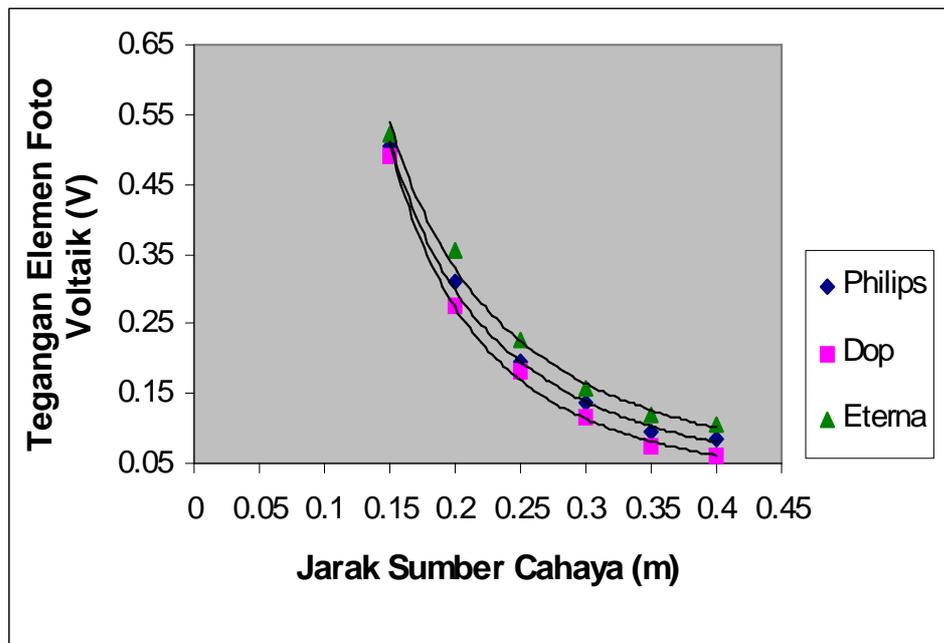
Gambar 4. Hubungan antara daya sumber cahaya dengan tegangan elemen foto voltaik

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa pada rentang daya 5 watt sampai 100 watt kenaikan daya lampu pijar mengakibatkan tegangan elemen foto voltaik juga meningkat secara linear. Kenaikan tersebut disebabkan oleh kenaikan fluks cahaya yang mengenai permukaan sensor. Peningkatan fluks cahaya tersebut sebanding dengan kenaikan tegangan elemen foto voltaik yang timbul, sehingga grafiknya berupa garis linear.

Selain itu grafik tersebut menunjukkan bahwa tegangan elemen foto voltaik yang dihasilkan oleh ketoga jenis sumber cahaya, merk Eterna tertinggi disusul Philips dan DOP.

Pengaruh Jarak Sumber Cahaya terhadap Tegangan

Pada percobaan ini, pengambilan data dilakukan dalam ruang gelap yang bersuhu dijaga 27°C, sedangkan daya dijaga pada 100 W.



Gambar 5. Hubungan antara jarak sumber cahaya dengan tegangan elemen fotovoltaiik

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa kenaikan jarak sumber cahaya mengakibatkan tegangan elemen foto voltaik mengalami penurunan secara kuadratik. Adanya peningkatan jarak berarti terjadi penurunan fluks cahaya sehingga akan menurunkan tegangan elemen foto voltaik. Hal ini karena kuat penerangan yang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak sumber cahaya, sehingga tegangan elemen foto voltaik menurun jika jarak sumber semakin besar. Bahkan nampak bahwa penurunan secara kuadratik.

Berdasarkan Grafik 5. dapat diketahui grafik Eterna pada tingkatan teratas, disusul dengan Philips, kemudian DOP, maka dapat diketahui bahwa intensitas lampu pijar untuk ketiga merk tersebut meningkat mulai dari DOP, Philips, dan tertinggi adalah Eterna.

Merk Terbaik Ditinjau dari Tegangan Elemen Foto Voltaik yang dihasilkan

Pada Gambar dan nampak bahwa tegangan dioda foto yang dihasilkan oleh sumber cahaya merk Eterna paling tinggi, kemudian disusul dengan merk Philips dan DOP. Hal tersebut menggambarkan bahwa intensitas penerangan terbaik pada merk Eterna, yang disusul merk Philips dan DOP.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar daya yang dipakai untuk menerangi dioda foto Silikon, maka tegangan elemen foto voltaik akan makin besar secara linear untuk rentang daya 5 watt sampai dengan 100 watt.
2. Semakin besar jarak sumber cahaya yang dipakai untuk menerangi dioda foto Silikon, maka tegangan elemen foto voltaik akan makin kecil secara kuadratik untuk rentang daya 5 watt sampai dengan 100 watt.
3. Urutan merk dari yang terbaik ditinjau dari tegangan dioda yang dihasilkan adalah Eterna, disusul merk Phiplips dan DOP.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir. (1995). *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*. Jakarta: UI-Press
- Anonim. (tanpa tahun). *Instruction Manual For Semiconductor Elements Demonstrator model KSC-3N*. Shimidzu Rika Instrument CO.,LTD
- Nuri Yulianti. (1990). *Hubungan Antara Daya yang Diberikan Lampu Pijar dengan Intensitas Cahaya Lampu Pijar*. Laporan penelitian. Yogyakarta: IKIP Yogyakarta
- Peter Soedjo. (1985). *Azas-azas Ilmu Fisika*. Yogyakarta: FMIPA UGM

Analisis Tegangan Elemen Fotovoltaik dengan Variasi daya dan Jarak Sumber Cahaya (Edi Istiyono)

Peter Soedjo. (1999). *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi Offset

Sutrisno. (1994). *Fisika Dasar Gelombang dan Optik*. Bandung: ITB

Wasito S. (1987). *Ensiklopedi Elektroonika*. Jakarta: Karya Utama

Young, H.D dan Freedman, R.A. (1999). *Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics*. New York: Addison-Wesley Publishing Company