

# FOTOVOLTAIK PASANGAN ELEKTRODA CUO/CU DAN CUO/*STAINLESS STEEL* MENGGUNAKAN METODE PEMBAKARAN DALAM BENTUK TUNGGAL DAN SERABUT DENGAN ELEKTROLIT $\text{Na}_2\text{SO}_4$

**Olly Norita Tetra\*, Admin Alif dan Riana Marta**  
Laboratorium Elektro/Fotokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas  
Andalas Padang  
Email: olly512@yahoo.com

## ABSTRAK

Sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO/Cu dan CuO/*Stainless Steel* dibuat melalui metode pembakaran dalam bentuk tunggal dan serabut, dengan menggunakan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  sebagai larutan elektrolit. Pengukuran kuat arus dan tegangan dilakukan pada berbagai waktu mulai dari jam 08.00-16.00 WIB. Besarnya arus dipengaruhi oleh konsentrasi elektrolit dan waktu penyinaran. Konsentrasi optimum  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang digunakan sebagai elektrolit adalah 0,06 M dan waktu penyinaran (saat penyinaran) adalah pada jam 11.00 WIB dengan arus dan tegangan masing-masing adalah 0,448 mA dan 0,239 V untuk untuk pasangan elektroda CuO serabut/*stainless steel*. Efisiensi tertinggi diperoleh untuk pasangan elektroda CuO tunggal/*stainless steel* yaitu sebesar  $7,66 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** : Elektroda, kuat arus, sel fotovoltaik dan tegangan

## 1. PENDAHULUAN

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Sel surya atau sel fotovoltaik merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik.<sup>[1,2]</sup> Pada dasarnya sel tersebut berjenis diode yang tersusun atas P – N *junction*. Sel surya fotovoltaik dibuat dari bahan semi konduktor yang diproses sedemikian rupa, sehingga dapat menghasilkan listrik arus searah (DC). Dalam penggunaannya, sel-sel surya itu dihubungkan satu sama lain, sejajar atau seri, tergantung dari penggunaannya, yaitu menghasilkan daya dengan kombinasi tegangan dan arus yang dikehendaki.<sup>[3,4]</sup>

Sel fotovoltaik yang sering dibicarakan adalah fotovoltaik padat namun dalam penelitian ini akan digunakan sel fotovoltaik cair<sup>[5,6,7]</sup>. Sel fotovoltaik cair pada dasarnya menggunakan prinsip sel galvanik. Pada penelitian ini dicoba menggunakan sel surya untuk mengeksitasi elektron dari pasangan elektroda dalam larutan elektrolit. Elektroda CuO/Cu merupakan pasangan elektroda yang memiliki *bandgap* 1,9-1,3 eV. Jika *bandgap* tersebut dikonversikan ke bentuk panjang gelombang, maka nilainya menjadi 610 – 954 nm. Hal ini menunjukkan bahwa pasangan elektroda ini dapat menyerap energi foton dari cahaya matahari pada *range* cahaya tampak (*visible*) dan infra merah (IR). Oleh karena itu maka pada penelitian ini dilakukan optimasi terhadap konsentrasi elektrolit dan elektroda sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan arus yang relatif besar.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan: neraca analitis, alat-alat gelas, multimeter merk *Aiwa*, dan sel surya yang dirakit. Bahan yang digunakan yaitu kabel merk *eterna* dan *prima*, lem *isarplast*,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , dan aquabides.

### 2.2 Prosedur

#### Penyiapan elektroda

Elektroda yang digunakan yaitu elektroda CuO/Cu tunggal dan serabut. Elektroda CuO/Cu tunggal diperoleh dari kabel standar PLN dengan merk *Prima* dan elektroda CuO/Cu serabut dari kabel standar PLN dengan merk *Eterna*.

Pembuatan elektroda Cu tunggal dan serabut, yaitu dengan memotong kabel sepanjang  $\pm 25\text{cm}$  dan dibuka bagian kulitnya sampai terlihat bagian tembaga, kemudian dilem bagian ujungnya. CuO tunggal dan serabut juga dibuat dengan cara mengoksidasi Cu melalui proses pembakaran kabel tembaga tersebut. Masing-masing elektroda Cu dan CuO tunggal dan serabut kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah dilubangi bagian bawahnya dan ditutup sampai tidak ada rongga lagi. Untuk elektroda *stainless steel* digunakan sendok *stainless steel* sebagai katoda, sementara anoda yang digunakan tetap CuO tunggal dan serabut.

#### Penentuan konsentrasi optimum elektrolit $\text{Na}_2\text{SO}_4$ pada setiap pasangan elektroda

Larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  masing – masing dengan konsentrasi 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 dan 0,1 M disiapkan sebagai larutan elektrolit. Masing-masing Elektroda CuO/Cu tunggal, CuO/Cu serabut, CuO tunggal /*Stainless Steel* dan CuO serabut/*Stainless Steel* kemudian direndam kedalam wadah gelas yang berisi elektrolit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dengan berbagai variasi konsentrasi. Sistem fotovoltaik yang sudah dirangkai kemudian disinari di bawah cahaya matahari  $\pm 5$  menit dan diukur besar arus dan tegangan yang dihasilkan.

#### Penentuan kuat arus dan tegangan sel fotovoltaik pasangan elektroda pada berbagai waktu penyinaran (saat penyinaran)

Larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang merupakan hasil kondisi optimum sebelumnya dituangkan ke dalam gelas wadah unit sel. Setelah masing-masing wadah unit sel dan tabung elektroda pada setiap masing-masing pasangan elektroda (Elektroda CuO/Cu tunggal, CuO/Cu serabut, CuO tunggal /*Stainless Steel* dan CuO serabut/*Stainless Steel*) diisi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , maka dilakukan pengukuran arus dan tegangan yaitu sebelum penyinaran dengan sinar matahari (di dalam ruangan). Setelah itu, larutan tersebut disinari dengan sinar matahari selama  $\pm 5$  menit. Arus dan tegangan kemudian diukur dari masing-masing larutan. Selanjutnya pengukuran dilanjutkan dengan selang waktu 60 menit yaitu dari pukul 08.00 sampai 16.00 WIB.

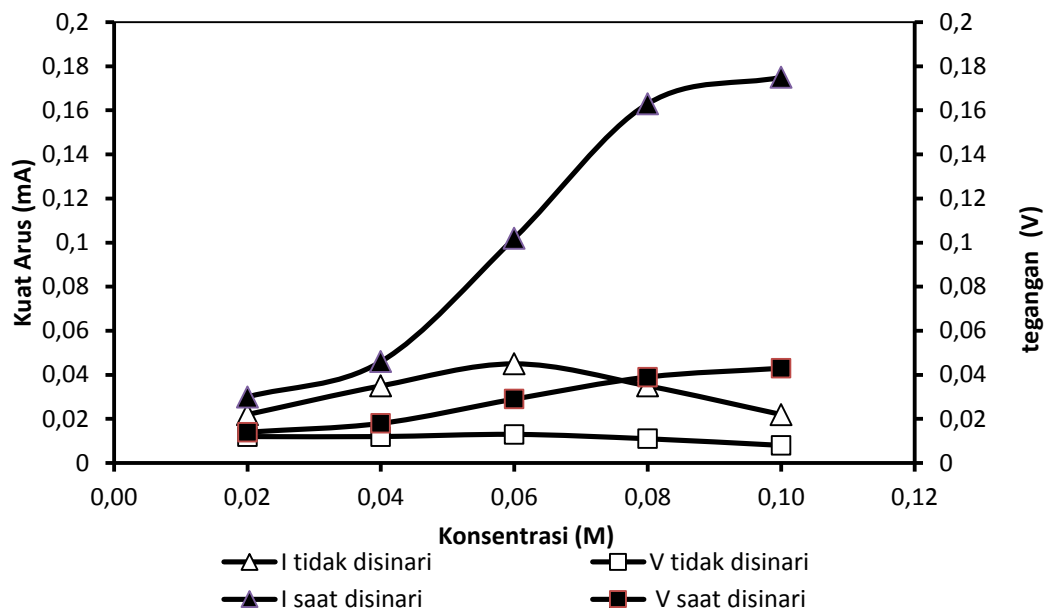
## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Penentuan konsentrasi optimum larutan elektrolit $\text{Na}_2\text{SO}_4$ terhadap kuat arus dan tegangan yang dihasilkan dalam sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO/Cu serabut

Penyinaran dengan matahari menyebabkan terjadinya peningkatan eksitasi elektron pada semikonduktor CuO, sehingga kuat arus dan tegangan yang dihasilkan lebih besar pada saat sel fotovoltaik disinari. Bandgap yang dimiliki CuO yaitu sekitar 1,3-1,7 eV menyebabkan semikonduktor ini sangat bagus untuk digunakan dalam sel fotovoltaik.

Kuat arus dan tegangan terus meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  sampai kepada kestabilan Cu. Pada saat penyinaran dengan konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,1 M didapatkan kuat arus dan tegangan yang terbesar, yaitu 0,102 mA dan 0,029 V tetapi sebelum penyinaran larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,06 M memiliki kuat arus dan tegangan terbesar, yaitu 0,045 mA dan 0,013 V dan setelah itu terjadi penurunan kuat arus dan tegangan.

Elektroda Cu serabut yang digunakan pada  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,1 M tersebut teroksidasi menjadi  $\text{CuO}$ . Hal ini dibuktikan dengan terjadinya perubahan warna elektroda dari kuning kemerahan menjadi kuning kehitam-hitaman. Untuk pengukuran lebih lanjut, diambil konsentrasi 0,06 M sebagai konsentrasi optimum.

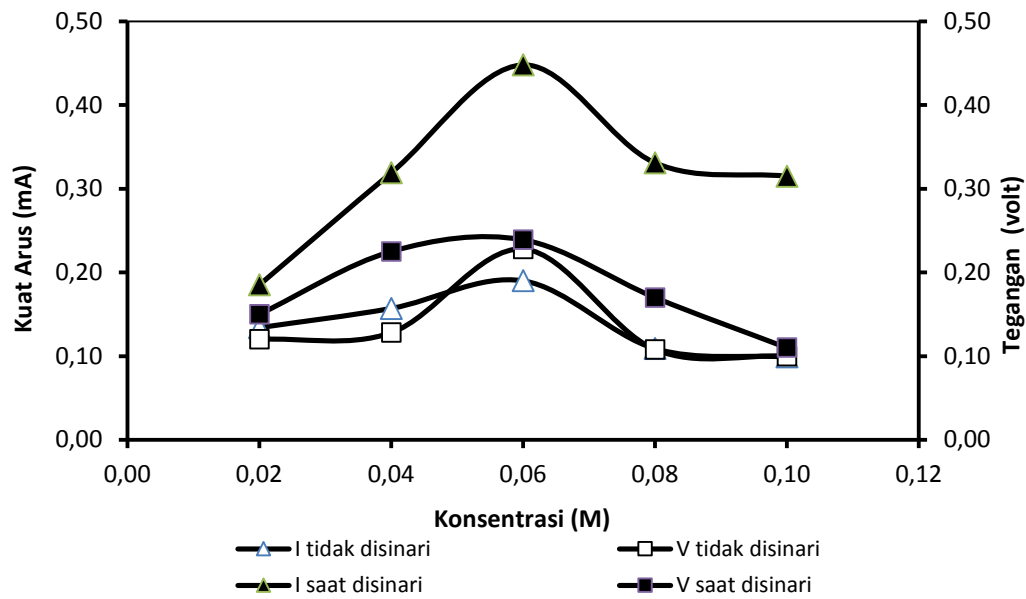


**Gambar 1.** Pengaruh konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  terhadap kuat arus (I) dan tegangan (V) dari sel fotovoltaik pasangan elektroda  $\text{CuO}/\text{Cu}$  serabut.

### 3.2 Penentuan konsentrasi optimum larutan elektrolit $\text{Na}_2\text{SO}_4$ terhadap kuat arus dan tegangan yang dihasilkan dalam sel fotovoltaik pasangan elektroda $\text{CuO}$ serabut/ *stainless Steel*

Gambar 2 menunjukkan bahwa pasangan elektroda  $\text{CuO}$  serabut dan *stainless steel* menghasilkan kuat arus dan tegangan yang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Hal ini membuktikan bahwa *stainless steel* dapat digunakan sebagai elektroda pada sel fotovoltaik meskipun kuat arus dan tegangan yang dihasilkan tidak sebesar kuat arus dan tegangan yang dihasilkan oleh pasangan  $\text{CuO}/\text{Cu}$  serabut. Hal ini disebabkan oleh senyawa penyusun *stainless steel* yang terdiri atas kromium, besi, tembaga dan lain-lain.

Pada konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,08 M terjadi penurunan kuat arus dan tegangan yang disebabkan karena sudah mulai teroksidasinya Cu menjadi  $\text{CuO}$  sehingga Cu tidak dapat berfungsi dengan baik. Penurunan kuat arus dan tegangan juga terjadi untuk pasangan  $\text{CuO}/\text{stainless steel}$  tunggal pada konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0,08 M, sehingga konsentrasi optimum elektrolit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang digunakan adalah 0,06 M.



**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  terhadap kuat arus (I) dan tegangan (V) dari sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO serabut/*stainless steel*

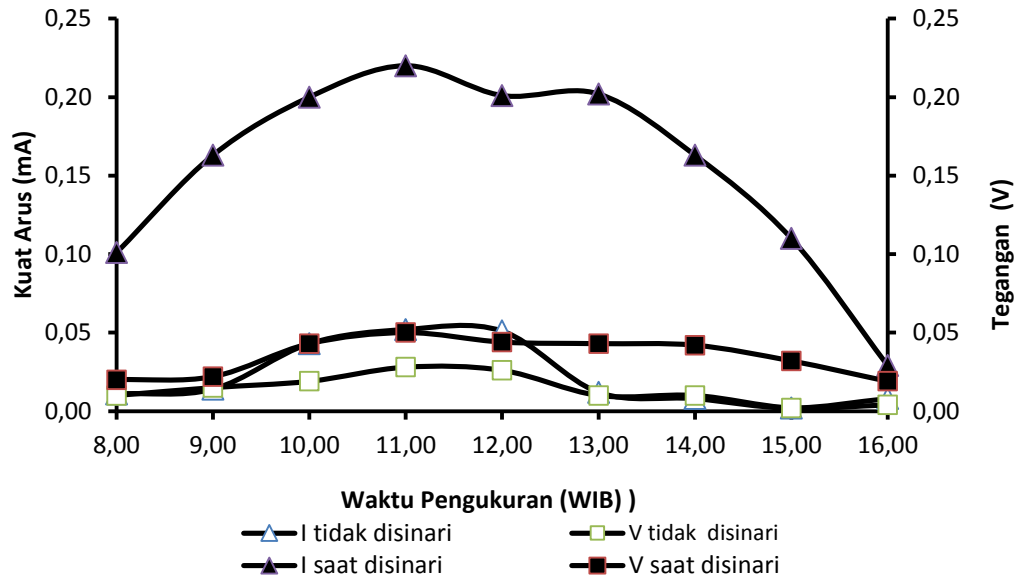
### 3.3 Pengaruh variasi waktu (saat pengukuran) terhadap kuat arus dan tegangan dari sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO/Cu serabut

Besarnya arus yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya matahari pada waktu itu dan juga umur dari sel surya (Cahyono Putra, 2000). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin siang, kuat arus yang dihasilkan semakin besar, tetapi semakin sore maka kuat arus yang dihasilkan akan semakin menurun. Kuat arus yang dihasilkan lebih besar dibandingkan pasangan elektroda CuO/Cu tunggal karena luas permukaan serabut lebih besar dibandingkan elektroda tunggal (Gambar 3).

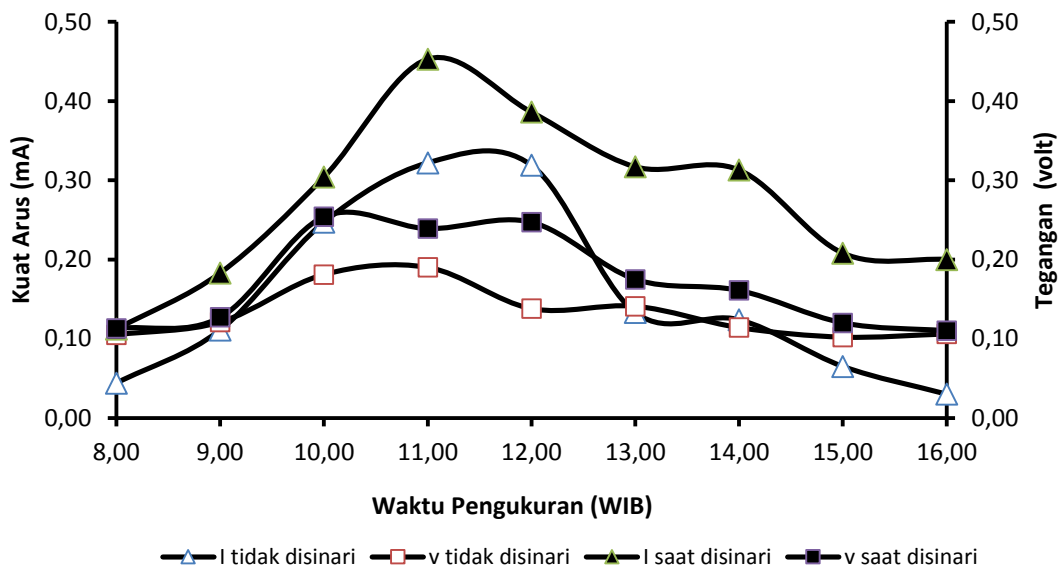
Kuat arus yang terbesar terdapat pada pengukuran pada pukul 11.00 WIB yaitu sebesar 0,052 mA (sebelum disinari) dan 0,220 mA (saat disinari) karena intensitas cahaya matahari terbesar didapatkan pada jam 11.00 – 12.00 WIB. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang digunakan oleh sel fotovoltaik sangat bergantung pada waktu (saat pengukuran).

### 3.4 Pengaruh variasi waktu (saat pengukuran) terhadap kuat arus dan tegangan dari sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO serabut/*stainless steel*

Hasil yang didapatkan pada pengukuran kuat arus dan tegangan pada pasangan elektroda CuO serabut/*stainless steel* lebih besar pada saat penyinaran dibandingkan dengan pada saat sebelum penyinaran. Semakin sore kuat arus dan tegangan yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya intensitas cahaya matahari, sehingga elektron yang tereksitasi menjadi lebih sedikit (Gambar 4).



**Gambar 3.** Pengaruh variasi waktu (saat pengukuran) terhadap kuat arus ( $i$ ) dan tegangan ( $v$ ) yang dihasilkan sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO/Cu serabut.



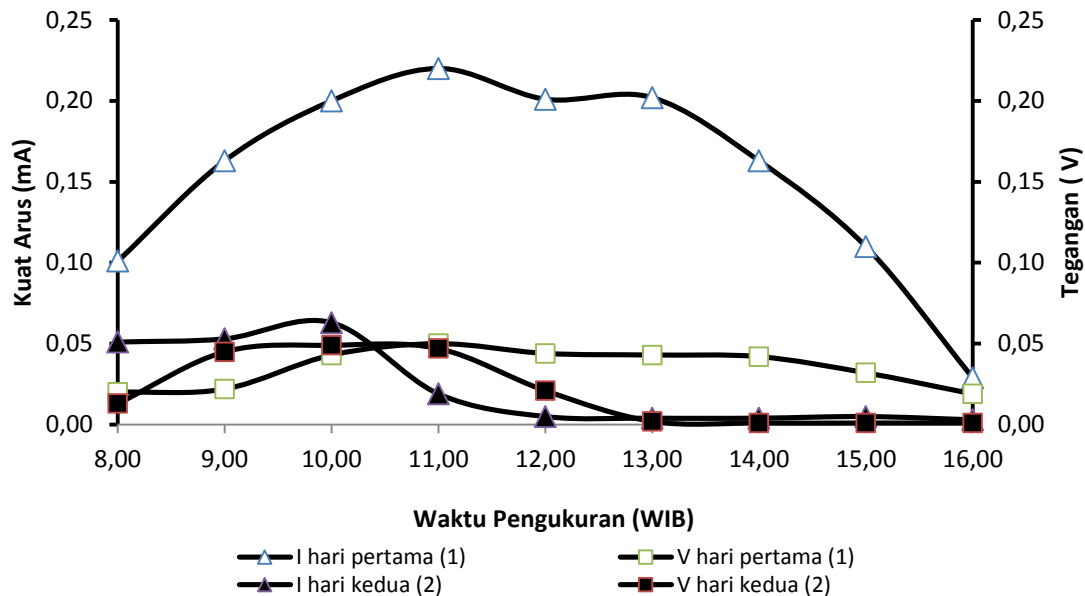
**Gambar 4.** Pengaruh variasi waktu (saat pengukuran) terhadap kuat arus ( $I$ ) dan tegangan ( $V$ ) yang dihasilkan sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO serabut/stainless steel.

Pasangan CuO serabut/*stainless steel* merupakan pasangan elektroda yang cukup baik untuk digunakan pada sel fotovoltaik dibandingkan pasangan elektroda CuO/*stainless steel* tunggal. Hal ini dikarenakan disamping luasnya permukaan elektroda, *stainless steel* juga mengandung silikon yang dapat berfungsi sebagai konduktor yang baik.

### 3.5 Kestabilan pasangan elektroda CuO/Cu serabut (saat disinari) terhadap kuat arus dan tegangan dari sel fotovoltaik menggunakan konsentrasi optimum elektrolit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Pada Gambar 5 memperlihatkan pengaruh kestabilan pasangan elektroda CuO/Cu serabut pada hari pertama dan hari kedua. Kuat arus dan tegangan pasangan elektroda CuO/Cu mengalami penurunan pada hari kedua (Cu teroksidasi menjadi CuO).

Pada pengukuran pada hari pertama, kuat arus dan tegangan yang dihasilkan meningkat sampai pukul 11.00 WIB dan selanjutnya mengalami penurunan (elektroda masih dalam keadaan baik). Tetapi pada pengukuran pada hari kedua yang dilakukan sehari setelah pengukuran pertama, kuat arus dan tegangan yang didapatkan mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pada elektroda Cu telah teroksidasi menjadi CuO pada saat pengukuran pada hari kedua, sehingga kuat arus dan tegangan yang dihasilkan pada hari kedua menjadi lebih kecil dibandingkan dengan pengukuran pada hari pertama. Jadi pasangan elektroda CuO/Cu serabut hanya dapat digunakan selama 2 hari begitu juga pada pasangan elektroda yang lain.



**Gambar 5.** Kestabilan pasangan elektroda CuO/Cu serabut terhadap kuat arus (I) dan tegangan (V) dari sel fotovoltaik

### 3.6 Penentuan nilai efisiensi sel fotovoltaik pasangan elektroda CuO/Cu dan CuO/stainless steel dalam bentuk serabut dan tunggal

Nilai efisiensi menunjukkan banyak energi yang dihasilkan elektroda per satuan luas permukaan elektroda. Semakin besar luas permukaan maka semakin besar nilai efisiensi. Nilai efisiensi yang dihitung berdasarkan luas permukaan sendok *stainless steel* diperoleh sebesar  $2,48 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup> sedangkan nilai efisiensi yang diperoleh berdasarkan luas permukaan CuO serabut sebesar  $0,71 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup>.

Pada pasangan elektroda CuO/Cu serabut, nilai efisiensi yang diperoleh sebesar  $0,83 \times 10^{-7}$  watt/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada pasangan elektroda CuO/Cu tunggal nilai efisiensi yang diperoleh sebesar  $1,28 \times 10^{-7}$  watt/cm<sup>2</sup>. Nilai efisiensi pasangan elektroda CuO/Cu tunggal lebih besar daripada nilai efisiensi pasangan elektroda CuO/Cu serabut karena elektroda CuO/Cu tunggal lebih tahan dibanding elektroda CuO/Cu serabut.

**Tabel 1.** Nilai efisiensi rata-rata dari pasangan elektroda CuO/Cu serabut, CuO/Cu tunggal, CuO serabut/*stainless steel*, CuO tunggal/*stainless steel*.

Jenis Pasangan Elektroda	Nilai Efisiensi (watt/cm <sup>2</sup> )
CuO/Cu serabut	$0,83 \times 10^{-7}$
CuO/Cu tunggal	$1,28 \times 10^{-7}$
CuO serabut/ <i>stainless steel</i>	
Berdasarkan luas permukaan sendok <i>stainless steel</i>	$2,48 \times 10^{-6}$
Berdasarkan luas permukaan anoda CuO	$0,71 \times 10^{-6}$
CuO tunggal/ <i>stainless steel</i>	
Berdasarkan luas permukaan sendok <i>stainless steel</i>	$2,46 \times 10^{-6}$
Berdasarkan luas permukaan anoda CuO	$7,66 \times 10^{-6}$

#### 4. KESIMPULAN

1. Semakin tinggi konsentrasi larutan elektrolit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> semakin besar kuat arus dan tegangan yang dihasilkan sampai batas kestabilan Cu. Konsentrasi optimum larutan elektrolit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu pada 0,06 M dan waktu optimum (saat penyinaran) yaitu pada pukul 11.00 WIB dengan arus dan tegangan masing-masing adalah 0,448 mA dan 0,239 V untuk untuk pasangan elektroda CuO serabut/*stainless steel*.
2. Efisiensi tertinggi diperoleh untuk pasangan elektroda CuO tunggal/*stainless steel* yaitu sebesar  $7,66 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup>

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Wilson, Walery Wenas, 1996, *Teknologi Sel Surya: Perkembangan Dewasa Ini dan yang akan Datang*, Elektro Indonesia No. 12
2. Safana, Sultan. 2010. *Energi Panas Surya Dipanaskan*, ITB, Bandung
3. Publikasi Ilmiah, 1995, "Peranan energi dalam menunjang pembangunan berkelanjutan", Direktorat teknologi energi BPPT, Jakarta
4. Cahyono, Setiadi. 2000, *Upaya Peningkatan Efisiensi Sel Surya Fotovoltaik Sebagai Konverter Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik*. Teknologi Kejuruan, Vol 23. Bandung
5. Fortin, E and D. Masson. 2002, *Photovoltaic Effects In Cu<sub>2</sub>O---Cu Solar Cells Grown By Anodic Oxidation*. Department of Physics, University of Ottawa, Ottawa, Canada. Volume 25, Issue 4, Pages 281-283
6. Sears, W.M and E. Fortin. 2003, *Preparation And Properties Of Cu<sub>2</sub>O/Cu Photovoltaic Cells*, Physics Department, University of Ottawa, Ottawa, Ontario K1N 9B4, Canada. Volume 10, Issue 1, Pages 93-103
7. McGehee, Michael D. 2006, *Ordered Bulk Heterojunction Photovoltaic Cells*, Materials Science and Engineering.