

Sistem Fotoreaktor Elektrolit Biner, Terner, dan Kuarterner Berbasis Elektroda Cu Serabut

Ike Sabaria, Rahadian Zainul*

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang, West Sumatera, Indonesia Telp. 0751 7057420

*rahadianzainul@yahoo.com

Abstract – Solar cell (photovoltaic cell) is a device that has ability to convert sunlight energy into electrical energy by applying the photovoltaic principle. The photovoltaic principle is defined as a phenomenon of the appearance of an electric voltage due to the contact of two electrodes connected to a solid or liquid system when exposed to solar light. This study aims to determine the maximum power generated from the photoreactor, determine the effect of concentration variations and determine the efficiency of the photoreactor. The method in this study is an experiment using the photovoltaic effect on a photoreactor with CuO / Al electrodes and electrolytes of sodium chloride, sodium hydroxide and aluminum hydroxide. The variables in this study were measurement time and concentration. The variations in the concentration of sodium chloride, sodium hydroxide, and aluminum hydroxide electrolytes used were 0.25 M; 0.5 M; 0.75 M; and 1M. Current and voltage measurements are carried out 3 hours a day for 5 measurement days. The results showed that the optimum concentration was at a concentration of 0.75 M. The maximum power obtained was 0.0184 mWatt in NaCl solution, 0.072 mWatt in Na₂SO₄ solution and 0.224 mWatt in Al(OH)₃ solution, the ability of the electrodes to produce electricity per area of each NaCl 0.00688mWatt / m², Na₂SO₄ 0.00263 mWatt / m², Al(OH)₃ 0.00486 mWatt / m² with the electrode cross-sectional area used is 0.0183m². As well as the maximum efficiency of NaCl, Na₂SO₄, Al(OH)₃ obtained is 0.8339%, 0.318% and 0.5890%. From the research results obtained: The greater the concentration of binary, ternary and quaternary solutions, the greater the power produced.

Keywords: Solar Cells, Copper Oxide, Sodium Electrolyte, Sodium Hydroxide, and Aluminum Hydroxide, Voltage, Current Strength.

I. PENDAHULUAN

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah suatu sel yang menghasilkan energi listrik dengan bantuan energi surya. Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain yaitu energi listrik. Pada dasarnya sel tersebut berjenis diode yang tersusun atas persambungan p dan n. Sel surya fotovoltaik dibuat dari bahan semikonduktor yang diproses sedemikian rupa, sehingga dapat menghasilkan arus listrik [1].

Ketika sinar matahari yang terdiri dari photon-photon jatuh pada permukaan sel surya (*absorber*), akan diserap, dipantulkan, atau dilewatkan begitu saja, dan hanya foton dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalirkan arus listrik. Tingkat energi ini disebut energi *band-gap* yang didefinisikan sebagai sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya sehingga terjadilah aliran arus listrik. Elektron dari pita valensi akan tereksitasi ke pita konduksi. Ketika beroperasi sebagai sel surya. Elektron pindah ke aliran pita konduksi dari tipe-p ke sisi tipe-n, sementara hole akan tertinggal didalam aliran pita valensi dalam arah yang berlawanan [2].

Karakteristik dengan *scanning electron microscope* (SEM) dilakukan untuk mengetahui morfologi sampel dalam berbagai bidang. Prinsipnya adalah sifat gelombang dari elektron yakni difraksi pada sudut yang kecil [3].

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik, akan menunjukkan gejala difraksi bila sinar tersebut jatuh pada jarak antar atomnya kira-kira sama dengan panjang gelombang sinar tersebut. Bila berkas elektron menjatuhkan suatu kristal, maka sinar-X yang terbentuk akan di hamburkan. panjang gelombang hamburan ini keluar dari seluruh atom dalam sampel dan interferensinya dari radiasi hamburan yang bersal dari atom-atom yang berbaeda yang menyebabkan intensitas berbeda [4].

Fotoreaktor adalah serangkaian alat penghasil energi yang dikonversikan melalui proses katalis [5]. Fotoreaktor dikembangkan dengan katalis bahan aktif pada panjang gelombang 400-600 nm pada cahaya dalam ruangan. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan cara memodifikasi bahan, sebagai contoh mengubah tembaga menjadi tembaga oksida [6].

Oksida tembaga adalah semikonduktor dan telah dipelajari untuk aplikasi termasuk *diode microwave* dan sel surya. Tembaga oksida terkenal dua bentuk: *tenorite* (CuO) dan *cuprite* (Cu₂O). kedua elektroda ini adalah semikonduktor yang memiliki nilai *band gap* mendekati daerah infrared.

Secara umum material ini memiliki keuntugan yaitu, ketersediaan dan berlimpah, sifatnya tidak beracun, harga produksi murah, *band gabnya* sesuai untuk konversi energi matahari dan konduktifitas tipe n juga p. Tembaga oksida memiliki banyak aplikasi yang digunakan pada berbagai bidang yaitu, bidang sel surya, bahan photovoltaik, pelalapis elektrokromik, aplikasi katalis, dan superkonduktor yang tinggi [7].

Logam aluminium merupakan logam yang sangat tahan terhadap korosi. Logam aluminium memiliki berat jenis 2,643 kg/m³, merupakan logam yang ringan dibandingkan dengan logam-logam lain. Dalam kehidupan sehari-hari logam aluminium dapat ditemukan pada kawat *foil*, lembaran plat dan profit. Sifat-sifat aluminium diantaranya yaitu tahan terhadap korosi, ringan dan merupakan penghantar listrik yang baik. Aluminium sulit mengalami korosi karena pada permukaannya, terbentuk lapisan oksida aluminium. Sifat-sifat aluminium dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL 1
SIFAT-SIFAT ALUMINIUM [8]

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa Jenis (20 °C)	2,6989	2,71
Titik Cair	660,2	653-657
Panas Jenis (cal/g. °C)(100 °C)	0,2226	0,2297
Hantaran Listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (°C)	0,00429	0,0115
Koefisien Pemuai (20-100 °C)	23,86 x 10 ⁻⁶	23,5 x 10 ⁻⁶
Jenis Kristal, konstanta kisi	FCC, a = 4,013 Å	FCC, a = 4,04 Å

Natrium klorida adalah senyawa kimia dengan rumus molekul NaCl, mewakili perbandingan 1:1 ion natrium dan klorida. Massa molar masing-masing 22,99 dan 35,45 g/mol, 100 gram NaCl mengandung 39,34 g Na dan 60,66 g Cl. Kegunaan dari natrium klorida yang umum adalah sebagai pengawet, proses industri, dan menghilangkan lapisan jalan pada cuaca sub-beku. Natrium klorida memiliki massa molar 58,443 g/mol, penampilan kristal kubik tak berwarna. Densitas natrium klorida yaitu 2,17 g/cm³ serta kelarutannya dalam air adalah 360 g/L [9].

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gelas kimia 250 mL dan 500 mL, erlemeyer 500 mL, batang pengaduk, corong, tabung reaksi besar, android (*Light Detektor*), spatula, kabel, timbangan analitik, furnace, gregaji besi, multimeter, kabel, kaca transfaran bening dengan ketebalan 3 mm ukuran 4 cm x 15cm sebanyak 3 buah (sebagai sisi-sisinya), ukuran 10 cm x 10 cm (sebagai alasnya), plat aluminium, hot plate stirer, magnetik stirer.

Bahan yang digunakan adalah tembaga oksida berupa tembaga yang didapat dari batang kawat tembaga listrik (panjang 15 cm), natrium sulfat (Na₂SO₄), natrium klorida (NaCl), dan aluminium hidroksida Al(OH)₃, aquades, bubuk agar.

B. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Elektroda

Logam tembaga yang berbentuk serabut yang diperoleh dari kabel listrik bekas yang dipotong dengan panjang 15 cm sebanyak 10 buah. Kemudian dilakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan analitik dan selanjutnya serabut logam tembaga dikalsinasi pada furnace dengan suhu 4000C selama 1 jam, kemudian dinginkan selama 5 jam. setelah itu bersihkan logam dengan menggunakan tisu. elektroda Cu_2O digunakan sebagai katoda, dan anoda yang digunakan adalah plat aluminium dengan ukuran 15 x 0,3 cm yang akan dimasukkan ke dalam pipa logam tembaga oksida. Sebelum dimasukkan kedalam pipa logam tembaga oksida, plat aluminium dilapisi dengan selotip kertas agar tidak terjadi kontak dengan tembaga oksida pada saat proses pengukuran.

2. Preparasi larutan elektrolit Natrium Sulfat (Na_2SO_4), $NaCl$, $Al(OH)_3$ dalam agar

larutan elektrolit natrium sulfat (Na_2SO_4), $NaCl$, $Al(OH)_3$ yang digunakan adalah dengan konsentrasi 0,25M; 0,5M; 0,75M; dan 1M. larutan elektrolit disiapkan dengan menimbang masing-masing sebanyak 17,75 gram; 35,5 gram; 53,25gram dan 71 gram. kemudian diencerkan sebanyak 500 ml pada labu ukur 500 ml pada masing-masing konsentrasinya. Kemudian larutan elektrolit yang telah dicampurkan agar sebanyak 1 % pada masing-masing konsentrasi akan dipanaskan dengan menggunakan hot stirrer sampai larutannya mendidih. Larutan tersebut akan dimasukkan pada desain sel surya yang telah berisi elektroda dalam keadaan panas dan dibiarkan sampai memadat sempurna.

3. Pengukuran arus dan tegangan pada sel fotovoltaiik

Pengukuran kuat arus dan tegangan dilakukan di dalam ruangan. Sel surya dihubungkan dengan kabel multimeter pada kedua sisinya, dengan kutub (+) adalah elektroda pembanding dan kutub (-) adalah elektroda kerja menggunakan alat multimeter. Pengukuran dilakukan dari jam 09.00 pagi sampai jam 15.00 sore, pengukuran dilakukan setiap 3 jamnya. Hasil pengukuran kemudian dialurkan dengan grafik, selanjutnya ditentukan kondisi optimum dari berbagai variasi yang dilakukan dalam menghasilkan arus dan tegangan. Penentuan daya pada sel fotovoltaiik ditentukan berdasarkan kuat arus dan tegangan yang dihasilkan, yaitu dengan rumus :

$$P = I \cdot V$$

Keterangan :

P : daya (mWatt)

I : kuat arus (mA)

V : tegangan (V)

4. Penentuan konsentrasi optimum elektrolit

Larutan $NaCl$, Na_2SO_4 , dan $Al(OH)_3$ masing-masing dengan konsentrasi 0,25 M; 0,5M; 0,75M dan 1 M disiapkan sebagai larutan elektrolit. Kemudian elektroda Cu_2O/Al akan direndam $NaCl$, Na_2SO_4 , $Al(OH)_3$ pada setiap desain sel surya

pada masing-masing desain yang telah berisi larutan elektrolit Na_2SO_4 dengan variasi konsentrasi. Sel surya sistem elektroda yang sudah dirangkai kemudian diamati dan diukur tegangan dan juga kuat arus yang dihasilkan menggunakan multimeter

5. Penentuan kestabilan sel surya sistem elektroda tembaga Cu_2O/Al pada fotoreaktor sel surya

Fotoreaktor sel surya dengan konsentrasi elektrolit agar yang bervariasi akan diamati, dengan mengukur kuat arus dan tegangan yang dihasilkan pada sel surya. Pengukuran diamati selama 5 hari dengan waktu pengukuran yang berbeda-beda. sehingga akan didapat kestabilan sel surya pada masing-masing desain yang kita gunakan.

6. Pengaruh waktu pengukuran terhadap daya rata-rata sel fotovoltaiik sistem elektroda Cu_2O/Al

Sel fotovoltaiik dengan berbagai konsentrasi akan dilakukan pengukuran dan pengamatan, dengan melakukan pengukuran tegangan dan kuat arus yang dihasilkan pada sel fotovoltaiik, pengukuran dilakukan dari jam 09.00- 15.00 WIB, Pengukuran dilakukan 3 jam sekali, sehingga akan dihasilkan waktu pengukuran yang paling bagus.

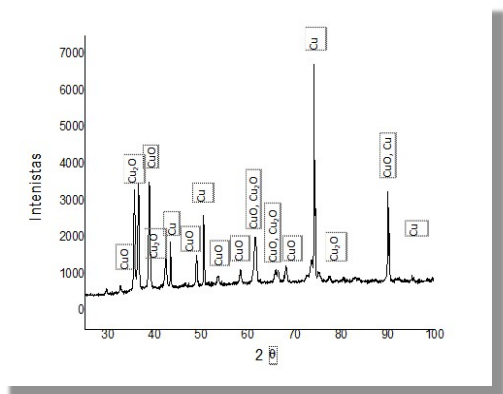
II. PEMBAHASAN

Hasil penelitian terdiri dari identifikasi struktur dan ukuran kristal pada tembaga (Cu_2O) dari hasil pengujian XRD, morfologi permukaan dari tembaga oksida (Cu_2O) dengan menggunakan SEM dan mengidentifikasi persentase kandungan yang terdapat pada tembaga oksida (Cu_2O). Penentuan konsentrasi optimum dari larutan $NaCl$, Na_2SO_4 , dan $Al(OH)_3$ pada rangkaian sel fotovoltaiik dengan menggunakan konsentrasi 0,25M, 0,5M, 0,75M, dan 1M selama 5 hari.

A. Karakteristik tembaga oksida (Cu_2O)

1. X-ray diffraction (XRD)

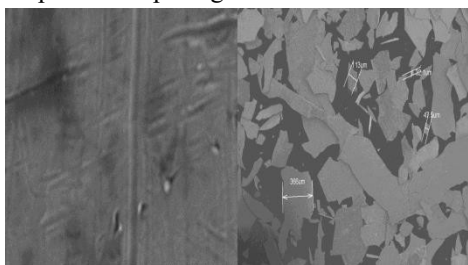
Analisis XRD dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa yang terkandung dalam sampel. Pada grafik di bawah, bisa diamati banyak pengukuran XRD yang dilakukan pada tembaga (Cu), yaitu CuO dan Cu_2O yang masing-masing membentuk puncak. Diketahui bahwa pada senyawa CuO yang terbentuk puncak yang kuat adalah 38.83° dan 48.97° , spektrum senyawa Cu_2O yang terbentuk 2θ dari 36.56° dan 42.35° , spektrum tembaga yang terbentuk pada adalah 74.19° . Senyawa Cu_2O dan CuO terbentuk secara bersama pada 2θ dari 61.66° dan 65.99°



Gambar 1. Hasil XRD tembaga pada suhu 400⁰C

2. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Karakterisasi tembaga oksida digunakan untuk mengetahui morfologi dan ukuran partikel pada permukaan tembaga. Pada penelitian ini di amati hasil karakterisasi menggunakan SEM dari serabut tembaga terbentuk oksida (CuO) dan (Cu₂O) hasil SEM pada tembaga sebelum dan setelah kalsinasi dengan pembesaran 500x dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

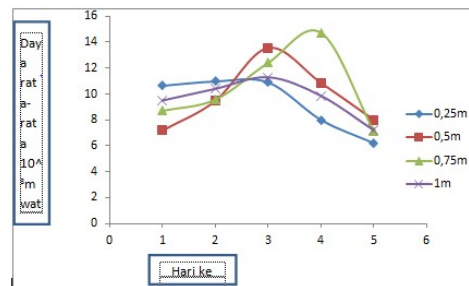


Gambar 2. hasil uji SEM

Pada gambar 2. hasil pengukuran SEM pada permukaan tembaga oksida (a) sebelum dikalsinasi dengan pembesaran 500x (b) stelah dikalsinasi dengan pembesaran dengan pembesaran 500x. Pada proses kalsinasi dilakukan pada suhu 400⁰C, pada gambar dapat dilihat bahwa perubahan permukaan tembaga sebelum dan setelah kalsinasi. Senyawa CuO terbentuk setelah tembaga mengalami pembakaran. Dengan terbentuknya oksida pada tembaga serabut tersebut, sebagai tanda bahwa tembaga sudah berubah sifatnya dari konduktor.

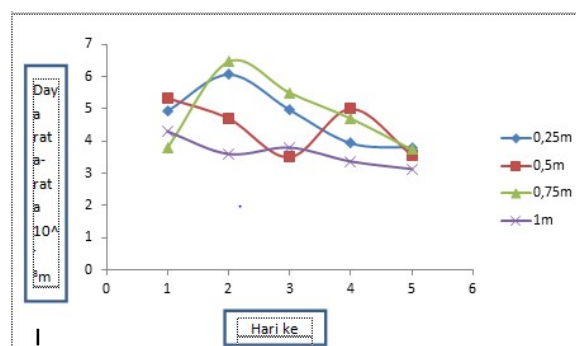
B. Kestabilan fotovoltaiik

Kestabilan sel surya dilihat dari kestabilan arus, tegangan dan daya yang dihasilkan selama 5 hari pengamatan, dengan variasi konsentrasi NaCl, Na₂SO₄ dan Al(OH)₃ yang digunakan dengan desain kaca transparan bening dengan ketebalan 3 mm ukuran 4 cm x 15cm sebanyak 3 buah (sebagai sisi- sisinya), ukuran 10 cm x 10 cm (sebagai alasnya). Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



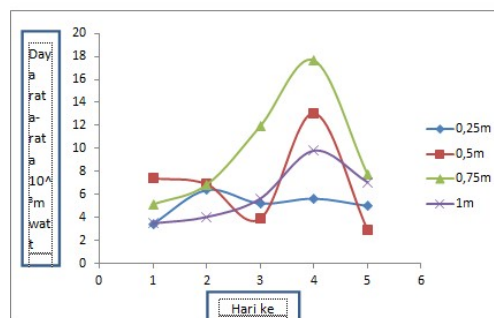
Gambar 3 .Grafik larutan NaCl

Jika dilihat kestabilan sel surya terhadap daya rata-rata pada larutan NaCl ada pada hari ketiga konsentrasi 0,25M mengalami penurunan hingga hari ke lima, diikuti penurunan konsentrasi 0,5M dan 1M pada hari ke empat dan kelima sedangkan pada 0,75M pada hari keempat mengalami kenaikan dan mengalami penurunan dihari ke lima.



Gambar 4. Grafik larutan Na₂SO₄

Larutan Na₂SO₄ pada konsentrasi 0,25M dan 0,75M dihari kedua mengalami kenaikan, tapi dihari ketiga turun sampai hari kelima mengalami penurunan. Untuk konsentrasi 0,5M dan 1M tidak stabil.



Gambar 5. Grafik larutan Al(OH)₃

Larutan Al(OH)₃ konsentrasi 0,25M dan 0,5M mengalami kondisi yang tidak stabil, pada konsentrasi 0,75M mengalami kenaikan dan tertinggi pada hari ke empat namun seperti yang terlihat pada gambar dihari kelima semua konsentrasi mengalami penurunan.

Daya rata-rata yang dihasilkan oleh sel surya sangat dipengaruhi oleh umur dari sel surya tersebut, semakin lama sel surya maka akan semakin rendah arus yang dihasilkan. Hal ini di sebabkan karena elektroda yang digunakan sudah mulai mengalami oksidasi. Seperti yang terjadi pada penelitian ini, elektroda CuO yang awalnya berwarna merah bata, setelah di gunakan selama 5 hari mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman dan permukaan mengalami pengikisan. Sedangkan elektroda Al yang awalnya berwarna abu-abu mengkilat, setelah 3 hari berubah warna menjadi abu-abu kehitaman.

C. Efisiensi Fotoreaktor dengan Elektrolit NaCl, Na₂SO₄ dan Al(OH)₃ menggunakan Elektroda CuO/Al.

TABEL 2
DAYA RATA-RATA LARUTAN NaCl

Konsentrasi larutan NaCl (M)	I maks (mA)	V maks (mV)	Daya rata-rata maks (10 ⁻³ mWatt)	Daya (mWatt/m ²)
0,25	0,01	1,76	11,42	6,17
0,5	0,01	1,02	10,62	5,7
0,75	0,02	1,84	12,74	6,88
1	0,01	1,76	10,84	5,85

Daya rata-rata pada masing-masing konsentrasi elektrolit natrium klorida adalah 11,42. 10⁻³ mWatt; 10,62. 10⁻³ mWatt; 12,74. 10⁻³ mWatt; 10,84. 10⁻³ mWatt. Daya rata-rata maksimum yang didapat pada sel fotovoltaik adalah pada konsentrasi larutan NaCl 0,75M. Kemudian kemampuan sel fotovoltaik menghasilkan arus pada berbagai konsentrasi adalah 6,17 mWatt/m² 5,7 mWatt/m²; 6,88 mWatt/m² dan 5,85 mWatt/m². Luas penampang elektroda yang digunakan adalah 1,83 m². Jadi konsentrasi elektrolit NaCl optimum yang menghasilkan listrik adalah pada konsentrasi 0,75M. Larutan natrium klorida, kuat arus maksimum yang dihasilkan adalah 0,01 mA; 0,01mA, 0,02 mA dan 0,01 mA. Sedangkan tegangan maksimum yang dihasilkan adalah 1,76 mV; 1,02 mV, 1,84 mV dan 1,76 mV. Jadi tegangan dan kuat arus maksimum yang dihasilkan adalah pada sel surya dengan konsentrasi elektrolitnya 0,75 M.

TABEL 3
DAYA RATA-RATA LARUTAN Na₂SO₄

Konsentrasi larutan Na ₂ SO ₄ (M)	I maks (mA)	V maks (mV)	Daya rata-rata maks (10 ⁻³ mWatt)	Daya (mWatt/m ²)
0,25	0,01	0,64	4,6	2,51
0,5	0,0	0,55	4,42	2,45
0,75	0,01	0,72	4,82	2,63
1	0,01	0,46	3,64	1,98

Daya rata-rata pada masing-masing konsentrasi

elektrolit natrium sulfat adalah 4,6.10⁻³ mWatt; 4,42.10⁻³ mWatt; 4,82.10⁻³ mWatt dan 3,64. 10⁻³ mWatt. Daya rata-rata maksimum yang didapatkan pada sel fotovoltaik natrium sulfat adalah pada konsentrasi 0,75 M. Kemudian kemampuan sel fotovoltaik menghasilkan arus pada berbagai konsentrasi elektrolit NaCl adalah 2,51 mwatt/m²; 2,45 mwatt/m², 2,63 mwatt/m² dan 1,98 mwatt/ m². Luas penampangelektroda yang digunakan adalah 1,83 m². Jadi, konsentrasi elektrolit natrium sulfat optimum untuk menghasilkan arus listrik adalah pada konsentrasi 0,75 M. Larutannatrium klorida, kuat arus maksimum yang dihasilkan adalah 0,01 mA; 0,01mA, 0,01 mA dan 0,01 mA. Sedangkan tegangan maksimum yang dihasilkan adalah 0,64 mV; 0,55 mV, 0,72 mV dan 0,46 mV. Jadi tegangan dan kuat arus maksimum yang dihasilkan adalah pada sel surya dengan konsentrasi elektrolitnya 0,75 M.

TABEL 4

Konsentrasi larutan Al(OH) ₃ (M)	I maks (mA)	Vmaks (mV)	Daya rata-rata maks (10 ⁻³ mWatt)	Daya (mWatt/m ²)
0,25	0,01	1,16	5,1	2,78
0,5	0,01	1,12	7,7	4,20
0,75	0,02	1,12	8,9	4,86
1	0,01	0,8	6,002	3,279

efisiensi larutan Al(OH)₃

Daya rata-rata pada masing-masing konsentrasi elektrolit aluminium hidroksida adalah 5,1.10⁻³ mWatt; 7,7.10⁻³ mWatt; 8,9.10⁻³ mWatt dan 6,002. 10⁻³ mWatt. Daya rata-rata maksimum yang didapatkan pada sel fotovoltaik aluminium hidroksida adalah pada konsentrasi 0,75 M. Kemudian kemampuan sel fotovoltaik menghasilkan arus pada berbagai konsentrasi elektrolit Al(OH)₃ adalah 2,78 mwatt/m²; 4,20 mwatt/m², 4,86 mwatt/m² dan 3,279 mwatt/ m². Luas penampangelektroda yang digunakan adalah 1,83 m². Jadi, konsentrasi elektrolit aluminium sulfat optimum untuk menghasilkan arus listrik adalah pada konsentrasi 0,75 M.

Kemampuan konversi cahaya pada sel fotovoltaik dihasilkan dengan menghitung persentase daya sel fotovoltaik dari cahaya yang mengenai panel dibandingkan dengan yang dihasilkan sel fotovoltaik atau daya yang dikonversi. Pada penelitian ini, cahaya ruang menggunakan sebuah lampu LED 5 Watt dengan panjang gelombang 145,01 nm, di ukur menggunakan aplikasi sensor cahaya. Pada pengukuran sensor cahaya, diperoleh intensitas cahaya ruang 550.0 lux. Maka jika dikonversikan akan menjadi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= 550 \text{ lux} \times \text{lumens} \\
 &= 550 \text{ lux} \times 0,0015 \text{ W/m}^2 \\
 &= 0,825 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Sementara dalam penentuan efisiensi dapat ditentukan dengan membandingkan intensitas cahaya ruang dengan daya yang dapat dikonversi sel fotovoltaik

$$\eta = I/I_o \times 100\%$$

TABEL 5.
EFISIENSI DARI LARUTAN NACI

Konsentrasi	Daya (mWatt/m ²)	η (%)
0,25 M	0,00251	0,3042
0,5M	0,00245	0,2969
0,75 M	0,00263	0,318
1 M	0,00198	0,024

TABEL 6.
EFISIENSI DARI LARUTAN NA 2SO4

Konsentrasi	Daya (mWatt/m ²)	η (%)
0,25 M	0,00278	0,3369
0,5 M	0,00420	0,5090
0,75 M	0,00486	0,5890
1 M	0,003279	0,3974

TABEL 7
EFISIENSI DARI LARUTAN AL(OH)₃

Konsentrasi	Daya (mWatt/m ²)	η (%)
0,25 M	0,00617	0,7478
0,5 M	0,0057	0,6909
0,75 M	0,00688	0,8339
1 M	0,00585	0,1383

Berdasarkan dari beberapa konsentrasi yang di uji pada larutan NaCl, Na₂SO₄, dan Al(OH)₃ konsentrasi 0,75 M memperoleh efisiensi tertinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyak ion-ion yang terdapat pada larutan elektrolit, maka semakin banyak ion-ion yang akan menghantar arus listrik dari anoda ke katoda. Sedangkan pada konsentrasi 1 M mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena elektroda rusak pada konsentrasi tersebut ditandai dengan perubahan fisik dari bentuk elektroda.

III. KESIMPULAN

Konsentrasi optimum pada konsentrasi larutan NaCl, Na₂SO₄ dan Al(OH)₃ 0,75M. Semakin tinggi konsentrasi maka akan semakin tinggi arus listrik yang dihasilkan sampai batas kestabilan. Variasi waktu tidak terlalu mempengaruhi kuat arus dan tegangan, karena penelitian dilakukan didalam kotak tanpa sinar matahari. Daya maksimum yang didapat adalah 0,0184 Mwatt pada larutan NaCl, 0,072 mwatt pada larutan Na₂SO₄ dan 0,224mwatt pada larutan Al(OH)₃. dalam konsentrasi 0,75 M. Efisiensi tertinggi pada konsentrasi

0,75M di setiap larutan natrium klorida, natrium sulfat dan aluminium hidroksida yang didapatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selesainya penulisan artikel ini kami berterimakasih kepada para penulis artikel rujukan bagi kami dalam menyelesaikan penulisan artikel ini dan kami juga berterimakasih kepada rekan-rekan yang terlibat dalam penulisan artikel ini.

REFERENSI

- [1] Tetra, O. N, A. Alif, R. Marta .2014. *Fotovoltaik Pasangan Elektroda Cuo/Cu Dan Cuo/Stainless Steel Menggunakan Metode Pembakaran Dalam Bentuk Tunggal dan Serabut Dengan Elektrolit Na₂SO₄*. Padang, Universitas Andalas 6:1-7.
- [2] Green, M. A. 2002. *Photovoltaic principles*. Australia, University of New South Wales.
- [3] Skogg and R. Stevan. 1987. *The Solar Electric House, A Desain Manual For Home-Scale Photovoltaic Power Systems*. Pennsylvania, Rodale Press
- [4] Sibilia, J. P. 1996. *A Guide To Materials Characterization And Chemical Analysis, 2nd edition*. USA:Wiley- VCH.
- [5] Zainul.R, A. Alif, H. Aziz, S. Arief, S.Dradjad, E.Munaf. 2015. *Design of Photovoltaic Cell with Copper Oxide Electrode by Using Indoor Lights*. RJPBCS.
- [6] Pang SH, Frey HC, Rasdorf WJ. 2009. Life cycle inventory energy consumption and emissions for biodiesel versus petroleum diesel fueled construction vehicles. *Environmental science & technology* 43:6398-405
- [7] Imanzai, M, Aghaei.M, Hanum Md Thayoob, Y.Forouzanfar, M. 2012. *Review on Comparison between Traditional Silicon Solar Cells and Thin- Film CdTe Solar Cells*. Putrajaya Campus, Tenaga Nasional Universiti
- [8] Sundari, Ella. 2011. "Rancangan Bangun Dapur Peleburan Aluminium Bahan Bakar Gas". 3(April):26
- [9] Westphal, Gisbert *et al.* (2002). "Sodium Chloride" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley- VCH, Weinheim. Doi :10.1002/14356007.a24_317.pub4