

# KOMPARASI PERFORMA DSSC DENGAN DYE KLOROFIL DAN ANTOSIANIN BERDASARKAN MODEL EKUIVALEN DIODA

Purwati<sup>1</sup>, Marlina<sup>1</sup>, Mahjur<sup>2</sup>, Widodo Budi Kurniawan<sup>1</sup>, dan Yuant Tiandho<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu UBB, Balunijuk, Kecamatan Merawang, Bangka, Provinsi Kep. Bangka Belitung 33172

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu UBB, Balunijuk, Kecamatan Merawang, Bangka, Provinsi Kep. Bangka Belitung 33172

<sup>a</sup>email korespondensi: yuant@ubb.ac.id

## ABSTRAK

Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC) merupakan sel surya yang terbuat dari semikonduktor yang dilapisi oleh zat pewarna untuk meningkatkan nilai efisiensi yang dikonversi dari sinar matahari. DSSC juga merupakan sel surya dengan biaya produksi ekonomis dan tidak memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan sekitar. Pada artikel ini kami menganalisis performa DSSC dengan dye alami berupa klorofil dan antosianin melalui model ekuivalen dioda. Dapat dilihat bahwa model yang ada pada penelitian ini memiliki akurasi yang sangat baik pada performa DSSC ( $R^2 > 0.99$ ).

**Kata kunci:** DSSC, Dioda, Klorofil, Antosianin, Sel Surya

## PENDAHULUAN

Diprediksi sampai tahun 2030 mendatang kebutuhan energi agar terus meningkat. Hal ini dikarenakan bahan bakar untuk minyak bumi yang berasal dari fosil cadangannya semakin berkurang. Apabila sering digunakan bahan bakar dari fosil dapat menyebabkan dampak berbagai permasalahan lingkungan. Upaya yang dapat dilakukan selain mengembangkan berbagai peralatan dengan efisiensi tinggi dan manajemen energi yang baik adalah mulai beralih pada sumber-sumber energi terbarukan. Salah satu alternatif yang memungkinkan mengenai energi terbarukan yaitu dengan memanfaatkan energi matahari karena bersih dan keberlimpahannya yang tinggi (Aprillia & Haris, 2016)

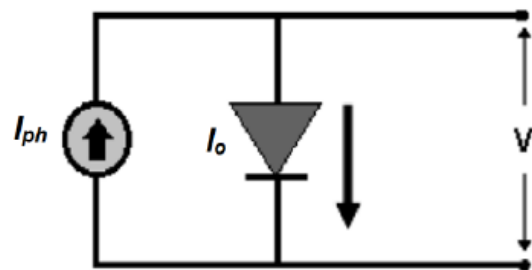
Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) merupakan salah satu dari jenis sel surya yang berbasis zat warna (dye) sebagai penyerap foton. DSSC sendiri terdiri dari 2 jenis yaitu dye alami dan sintesis. Beberapa senyawa alami yang kerap digunakan sebagai dye adalah antosianin dan klorofil. Antosianin merupakan suatu zat warna merah dasar yang memiliki puncak absorbansi pada panjang gelombang sekitar 520 nm sampai 550 nm, sedangkan klorofil sendiri merupakan suatu zat warna hijau memiliki puncak absorbansi pada panjang gelombang sekitar 420 nm sampai 660 nm (Fistiani, et al., 2017). Kedua senyawa tersebut dapat dengan ditemukan pada berbagai jenis tanaman dan untuk memperolehnya dapat dilakukan melalui proses ekstraksi.

Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dilakukan pemodelan DSSC. Adapun pemodelan yang diajukan merupakan suatu model sederhana rangkaian listrik ekuivalen 1 dioda untuk DSSC.

## MODEL DSSC

Proses pemodelan dilakukan berdasarkan sirkuit elektrolit dioda tunggal atau satu dioda seperti Gambar 1. Rangkaian satu dioda disusun dengan mengabaikan hambatan dikarenakan nilai yang tidak signifikan.

DSSC memiliki karakteristik yang bersifat kelistrikan dan hampir serupa dengan dioda, sehingga sering ditunjukkan dengan kurva arus tegangan (I-V).



**Gambar 1.** Rangkaian listrik ekuivalen DSSC (Noor, et al., 2020)

Berdasarkan (Noor, et al., 2020) karakteristik kurva I-V yang dihasilkan oleh DSSC, dapat diajukan hubungan arus dengan tegangan yang dihasilkan sebagai berikut:

$$I = I_{ph} - I_o (e^{qV/mkT} - 1) \quad (1)$$

Dengan  $I_{ph}$  adalah arus fotodegenerasi,  $I_o$  adalah arus balik saturasi (*reverse saturation current*),  $T$  adalah temperatur,  $q$  dan  $k$  merupakan muatan elektron dan konstanta Boltzmann, dan  $m$  merupakan faktor ideal dari dioda. Oleh karena itu dengan menyatakan bahwa konstanta  $q$ ,  $k$ , dan  $m$  bisa dirangkum menjadi:  $A=q/mk$ , maka pers (1) dapat dituliskan sebagai,

$$I = I_{ph} - I_o (e^{AV/T} - 1) \quad (2)$$

Berdasarkan kurva I-V nilai dari  $I_{ph}$  bisa ditentukan dari kondisi arus short-circuit ( $I_{sc}$ ). Pada kondisi ini akan terjadi ketika tidak ada tegangan yang terukur ( $V=0$ ) dan arus mencapai nilai maksimumnya sehingga terjadi kondisi  $I_{ph} = I_{sc}$ . Dengan demikian, menggunakan sedikit aljabar maka bisa dengan mudah yang ditentukan nilai dari tegangan open circuit ( $V_{oc}$ ) atau tegangan ketika tidak ada arus yang mengalir dari DSSC sebagai berikut:

$$V_{oc} = T(c + \ln(I_{sc}/I_o + 1))/A \quad (3)$$

dengan  $c$  merupakan suatu konstanta empiris.

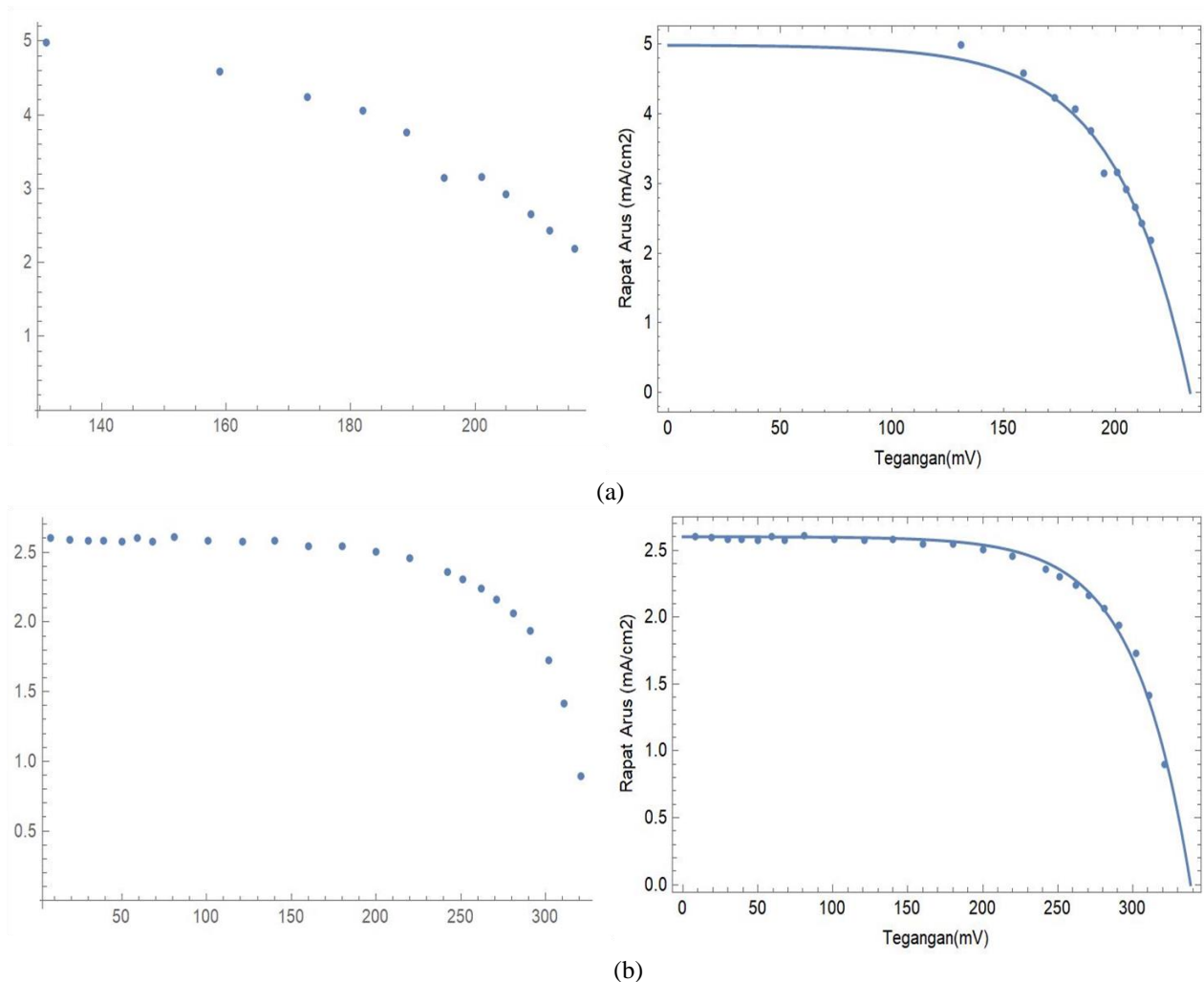
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini dilakukan konfirmasi model yang diajukan dengan hasil eksperimen yang telah dilakukan oleh (Setyawati, et al., 2017) dan (Ozuomba, et al., 2013). Adapun permodelan berdasarkan analisis menggunakan semikonduktor jenis fotoelektroda berbasis nanopartikel  $\text{TiO}_2$  yang direndam dalam *dye* dan kaca yang digunakan yaitu FTO, pengujian dilakukan dengan temperatur  $25^\circ\text{C}$ . Kemudian fabrikasi DSSC dengan simalator tipe pencahayaan yang sama yaitu AM 1,5 dengan nilai intensitas sebesar  $100 \text{ Mw/cm}^2$  (Setyawati, et al., 2017; Ozuomba, et al., 2013).

Hasil Pengukuran arus-tegangan eksperimental performansi DSSC seperti yang ditunjukkan pada kurva I-V pada Gambar 2(a) dan 2(b). Komparasi antara

model ekuivalensi satu dioda dengan performa eksperimental DSSC dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Berdasarkan data dari kedua sampel untuk nilai  $R^2$  antara DSSC jenis klorofil yaitu 0,9984 dan antosianin 0,9997. Tampak bahwa nilai  $R^2$  yang diperoleh dari komparasi antara model dengan eksperimen cukup tinggi yaitu  $R^2 > 0.99$  yang mengindikasikan bahwa model yang diajukan cukup akurat.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat nilai  $J_{sc}$  DSSC dengan *dye* klorofil lebih besar dibandingkan dengan *dye* antosianin yaitu sebesar 4,984 mA dan 2,600  $\text{mA/cm}^2$ , untuk nilai  $V_{oc}$  *dye* klorofil lebih kecil dibandingkan dengan *dye* antosianin yaitu 233.583 mV dan 338.593 V, sedangkan nilai  $I_o$  *dye* klorofil lebih besar dibandingkan dengan *dye* antosianin yaitu sebesar 0.00364 A dan 0.00027 A.



**Gambar 2.** (a) Komparasi Kurva I-V antara model garis dan eksperimen (titik) DSSC klorofil (Setyawati, et al., 2017) (b) Komparasi Kurva I-V antara model garis dan eksperimen (titik) DSSC antosianin (Ozuomba, et al., 2013).

**Tabel 1.** Parameter Pemodelan Klorofil

Suhu (K)	Isc (A)	Voc (V)	Io (A)	A ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )	$R^2$
298	4.984	233.583	0.00364	9.2129	0.9984

**Tabel 2.** Parameter Pemodelan Antosianin

Suhu (K)	Isc (A)	Voc (V)	Io (A)	A ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )	$R^2$
298	2.600	338.593	0.00027	8.0632	0.9997

## KESIMPULAN

Berdasarkan komparasi antara model dengan data eksperimen DSSC untuk *dye* klorofil dan antosianin dapat disimpulkan model yang diajukan dalam penelitian ini memiliki akurasi yang baik. Model yang diajukan yaitu dari sirkuit elektronik ekuivalen DSSC dengan menggunakan model satu dioda. Melalui komparasi antara model dengan eksperimen diperoleh

bahwa *dye* klorofil memiliki parameter pemodelan yang lebih besar dibandingkan *dye* antosianin.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini melalui program kreativitas mahasiswa (PKM-RE) tahun 2021. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung untuk pendanaan publikasi ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Aprillia, W. R. & Haris, A., 2016. Sintesis Semikonduktor TiO<sub>2</sub> Serta Aplikasinya Pada *Dye* Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan *Dye* Indigo Carmine. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 19(3), pp. 111-117.

- Fistiani, M. D., Nurosyid, F. & Suryana, R., 2017. Pengaruh Komposisi Campuran Antosianin-Klorofil Sebagai Fotosensitizer Terhadap Efisiensi *Dye*-Sensitized Solar Cell. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 13(1), pp. 19-22.
- Noor, A., Hamdini, M., Ramadina, S. & Tiandho, Y., 2020. Model *Dye*-Sensitized Solar Cell dan Aplikasinya Berdasarkan Data Temperatur Harian. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 6(2), pp. 131-138.
- Ozuomba, J. O., Okoli, L. U. & Ekpunobi, A. J., 2013. The Performance And Stability Of Anthocyanin Local *Dye* as a Photosensitizer for DSSCs. *Pelagia Reaserch Library*, 4(2), pp. 60-69.
- Setyawati, H. et al., 2017. Effect Of Metal Ion Fe(III) On The Performance Of Chlorophyll As Photosensitizers On *Dye* Sensitized Solar Cell. *Results In Physics*, Vol. 7, pp. 2907-2918.