

Pengukuran Daya Keluaran DSSC Terhadap Ketebalan Titanium Dioksida Berbasis Internet of Things

¹⁾ **Muhammad Aulia Rahman S**

Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail: marsembiring@unimed.ac.id

²⁾ **Bakti Dwi Waluyo**

Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail: bakti_dw@unimed.ac.id

³⁾ **Harvei Desmon Hutahaeen**

Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail: harvei.hutahaeen@gmail.com

ABSTRACT

Topography and geographical conditions in Indonesia are very supportive in the effort to use solar energy as a producer of electrical energy. In this research, Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) was fabricated using the doctor blading deposition method for coating TiO₂ onto the substrate. The research focused on the effect of varying TiO₂ thickness. TiO₂ as an electron jumping pathway and binders for dye molecules, dye to absorb photons which will help generate electricity, the iodide / triiodide redox pair as electrolyte, and carbon as the counter electrode on the DSSC. TiO₂, organic dyes, electrolytes, and counter electrodes are arranged and combined with a layered structure as a donor-acceptor layer. In testing the output power measurement using the Internet of Things, where testing cells at a thickness of 292 micrometers using a 7 watt LED lamp produces the maximum power reaches 4429.8×10^{-9} W.

Keyword : Daya keluaran, DSSC, IoT

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di dunia, khususnya di Indonesia kian waktu kian meningkat. Menurut kajian Indonesia Energy Outlook, kebutuhan energi primer kembali meningkat sebesar 5% pada tahun 2010 dan memberikan dampak peningkatan emisi CO₂ menjadi lebih tinggi. Subsidi energi fosil meloncat lebih dari USD 400 juta seiring dengan peningkatan harga minyak dunia dan kecenderungan perilaku konsumsi yang tidak efisien.[1] Energi fosil yang selama ini merupakan salah satu sumber energi utama, ketersediaannya sangat terbatas dan terus menipis. Menurut Blueprint Pengelolaan Energi nasional yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004, diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun.

DSSC memiliki potensi sebagai sel surya yang memiliki tingkat kemanan yang relatif lebih aman dalam proses fabrikasinya dan relatif lebih murah juga. Hal ini karena DSSC tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi sehingga biaya proses produksinya yang relatif rendah. Pada DSSC absorpsi cahaya dan separasi muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah, absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul dye dan separasi muatan oleh inorganik semikonduktor nanokristal yang memiliki nanopori. Dye pada DSSC berperan sebagai penangkap

cahaya (foton) yang kemudian terjadi proses eksitasi elektron pada molekul dye tersebut sehingga menghasilkan energi listrik. Oleh karena itu, kemampuan dye untuk menyerap foton menjadi karakteristik yang sangat penting pada DSSC karena tingkat absorpsi klorofil sangat berpengaruh pada panjang gelombang yang dapat diserap yang kemudian berpengaruh pada keluaran yang dihasilkan. Tingkat absorpsi klorofil sangat dipengaruhi oleh konsentrasi klorofil itu sendiri. Dye yang dibutuhkan bisa didapatkan dengan memanfaatkan pigmen tumbuhan, yaitu pigmen klorofil, carotenoids, betalains, dan flavonoids. Daun yang digunakan pada penelitian ini untuk mendapatkan zat klorofil yaitu daun jarak.[2]

Penerapan IoT di bidang industri dan telekomunikasi sudah berkembang pada era saat ini, dimana beberapa riset menggunakan IoT tentang monitoring kesehatan pasien menggunakan wireless sensor yang dipasangkan di tubuh pasien. Bagian yang dipantau yaitu psikologi pasien, tekanan darah, detak jantung dan semua itu dipantau secara remote melalui divais yang terhubung internet. Dari penelitian ini didapat bahwa pengukuran DSSC bisa dilakukan secara remote menggunakan IoT. [3]

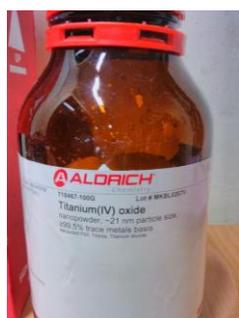
BAHAN DAN METODE

Substrat adalah badan dari sel surya dan sebagai media mengalirnya muatan. Substrat yang

digunakan pada DSSC yaitu TCO (Transparent Conductive Oxide). TCO merupakan sebuah kaca transparan yang memiliki lapisan konduktif yang berfungsi sebagai mengalirkan muatan pada DSSC. Kaca TCO terdapat dalam gambat 1.



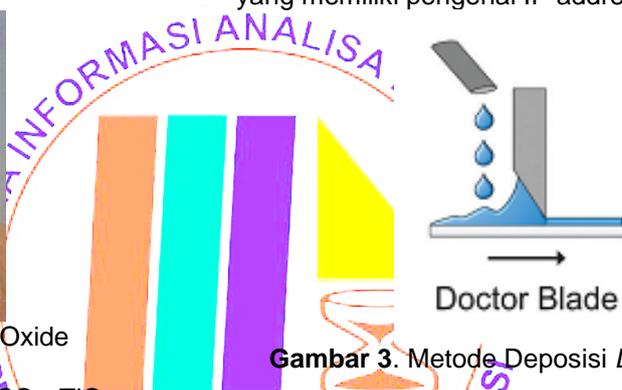
Gambar 1. Kaca TCO



Gambar 2. Titanium(IV) Oxide

menjadi elektrokimia dan electro less deposisi perendaman kimia (CBD). Metode yang sering digunakan adalah metode Pelapisan cairan karena metode ini sensitif terhadap karakteristik yang diinginkan. Berikut variasi metode yang digunakan dalam teknik deposisi film tipis dalam 3.

Prinsip kerja dasar perangkat IoT ialah benda di dunia nyata diberikan pengenal unik dan dapat diukur di sistem komputer serta di representasikan dalam bentuk data. Awalnya implementasi gagasan IoT adalah pengenal tercetak seperti kode batang (barcode), kode Quick Response (QR code) dan pengenal frekuensi radio (RFID). Perkembangan teknologi IoT sebuah benda dapat diberi pengenal berupa IP address dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan perangkat lain yang memiliki pengenal IP address.[5]



Gambar 3. Metode Deposisi *Doctor Blade* [4]

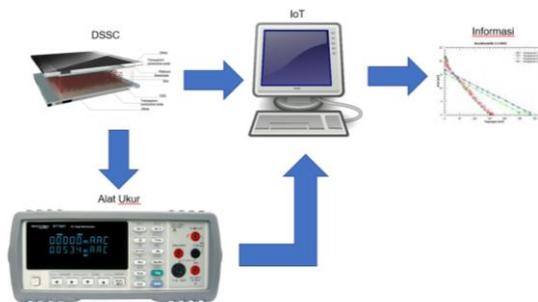
Untuk aplikasi pada DSSC, TiO₂ yang digunakan umumnya berfase anatase karena kemempuan fotoaktifnya tinggi. Selain itu, TiO₂ dengan struktur nanopori yaitu ukuran pori dalam skala nano akan menaikkan kinerja sistem karena struktur nanopori mempunyai karakteristik luas permukaan yang tinggi sehingga akan menaikkan jumlah dye yang terabsorb yang implikasinya akan menaikkan jumlah cahaya yang terabsorb. Ketebalan lapisan TiO₂ berpengaruh terhadap banyaknya dye yang dapat teradsorpsi. Semakin bertambahnya partikel TiO₂ semakin banyak dye yang terikat pada partikel TiO₂.

DSSC dibentuk melalui mekanisme photoelectrochemical, di mana penyerapan cahaya matahari melalui pewarna tersensitisasi (dye-sensitized) seperti halnya klorofil pada proses fotosintesis daun. Proses pembangkitan dan transfer elektron terjadi melalui bahan semikonduktor yang memiliki pita energi yang lebar, umumnya TiO₂ sebagai fotoelektroda. Larutan elektrolit pasangan redoks I-/I₃ sebagai media transpor muatan dan elektroda lawan (counter electrode) yang diberi lapisan katalis (biasanya platina). Struktur standar DSSC menggunakan dua kaca TCO sebagai substrat tempat pembentukan photoelectrode dan counter electrode

Metode deposisi terdiri dari dua jenis: direct growth material dan pelapisan cairan pada substrat. Metode direct growth material terbagi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, telah dibuat 3 DSSC dengan perbedaan ketebalan di TiO₂. Perbedaan tersebut dilakukan agar menjadi perbandingan antara DSSC satu dengan yang lainnya. IoT digunakan dalam proses pengujian dan pengukuran DSSC. Berikut gambar skema pengujian dan pengukuran DSSC menggunakan IoT dalam Gambar 4.



Gambar 4. Skema Pengukuran Berbasis IoT

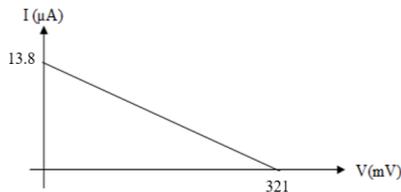
Hasil pengukuran tegangan hubung tertutup (Voc) dan arus hubung singkat (Isc) ketiga DSSC dengan menggunakan IoT terdapat dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran DSSC

DSSC	Voc (mV)	Isc (µA)
1	260	7.3
2	363	2.1

3	321	13.8
---	-----	------

Pada DSSC 3, didapatkan hasil pengukuran Voc sebesar 321 mV dan Isc sebesar 13.8 μ A. Dari hasil pengukuran Voc dan Isc pada sel dengan tersebut kemudian dicari nilai 'm' dan 'y' dengan grafik dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perhitungan Nilai Luasan Maksimal

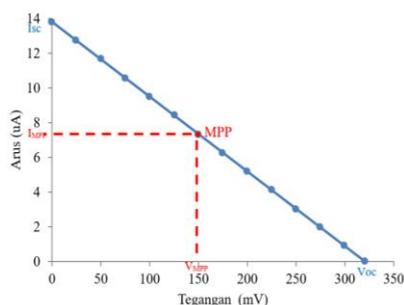
$$m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{13.8 - 0}{0 - 321} = -0,043$$

$$y = -0,043x + 13.8$$

Setelah didapatkan persamaan y, persamaan y selanjutnya digunakan untuk menghitung luasan maksimum dari grafik karakteristik I-V. Perhitungan V_{MPP} dan I_{MPP} pada ketebalan 292 μ m ditunjukkan dalam Tabel 2. Grafik karakteristik I-V ditunjukkan dalam Gambar 6.

Tabel 2. Hasil Perhitungan V_{MPP} dan I_{MPP}

Tegangan (mV)	Arus (μ A)	Daya Maksimal (nW)
0	13.8	0
25	12.725	318.125
50	11.65	582.5
75	10.575	793.125
100	9.5	950
125	8.425	1053.125
150	7.35	1102.5
175	6.275	1098.125
200	5.2	1040
225	4.125	928.125
250	3.05	762.5
275	1.975	543.125
300	0.9	270
321	0.0003	0.0963



Gambar 6. Grafik Karakteristik I-V

Hasil pengujian variasi DSSC yang berbasis IoT, menunjukkan bahwa DSSC 3 yang menghasilkan Voc, Isc paling besar, dan daya maksimum paling

besar yaitu sebesar 321 mV, 13.8 μ A, dan 1102.5 x 10⁻⁹ Watt.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran DSSC yang telah dilaksanakan, maka didapatkan DSSC telah berhasil dirancang dan diuji berbasis IoT 3 variasi ketebalan lapisan masker. Pengujian berbasis IoT mendapatkan informasi yang akurat, termasuk dalam proses pengukuran DSSC yaitu DSSC 1 menghasilkan Voc 260 mV, Isc 7.3 μ A dan daya maksimal 456.25 x 10⁻⁹ watt. DSSC 2 menghasilkan Voc 363 mV, Isc 2.1 μ A dan daya maksimal 184.975 x 10⁻⁹ watt. DSSC 3 menghasilkan Voc 321 mV, Isc 13.8 μ A dan daya maksimal 1008 x 10⁻⁹ watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sembiring, "Pengaruh Variasi Ketebalan Titanium Dioksida (TiO 2) Terhadap Daya Keluaran Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)," pp. 1–6.
- [2] S. H. Pramono, E. Maulana, and M. A. R. Sembiring, "The effect of photoelectrode TiO2 layer thickness to the output power of chlorophyll-based Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)," 2015 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2015 - Proceeding, pp. 107–111, 2015, doi: 10.1109/ISITIA.2015.7219963.
- [3] F. Khair, "Sistem Jaringan Computer Based Test," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. IV, no. 3, pp. 62–66, 2015.
- [4] R. M. Pasquarelli, D. S. Ginley, and R. Ohayre, "Solution processing of transparent conductors: From flask to film," *Chem. Soc. Rev.*, vol. 40, no. 11, pp. 5406–5441, 2011, doi: 10.1039/c1cs15065k.
- [5] Y. Efendi, "Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.