



# Analisis Pengaruh *Aluminium doped Zinc Oxide* sebagai Anoda pada OLED terhadap *Light Extraction Efficiency* Berbasis Simulasi dengan Menggunakan FDTD

Siti Nabila Rahmah\*, Wiendartun

Program Studi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia

\*e-mail: sitinabilarahmah@gmail.com

## Abstrak

*Organic light emitting diodes* (OLEDs) banyak diaplikasikan seperti untuk penerangan, tampilan panel datar, dan pencahayaan solid state, dll. *Indium Tin Oxide* (ITO) yang berperan sebagai anoda pada OLED beracun terhadap makhluk hidup, ketersediaan sumberdaya ITO terbatas dan harganya pun cukup tinggi. *Aluminium Doped Zinc Oxide* (AZO) tidak beracun, ketersediaan sumberdaya tidak terbatas, dan harganya rendah. *Light Extraction Efficiency* (LEE) OLED adalah fraksi daya optik yang dihasilkan dalam lapisan aktif OLED yang lolos ke udara di atas OLED dalam rentang sudut yang diinginkan. Dari hasil simulasi menggunakan software *Finite Difference Time Domain* (FDTD), dapat dilihat bahwa LEE OLED menggunakan AZO memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan ITO.

Kata Kunci : *Aluminium doped Zinc Oxide, Indium Tin Oxide, Organic Light Emitting Diodes.*

## 1. Pendahuluan

*Organic light emitting diodes* (OLEDs) adalah lembaran senyawa organik yang akan memancarkan cahaya bila dilalui arus elektrik. (Mann & Rastogi, 2017) *Organic light emitting diodes* (OLEDs) banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk penerangan, tampilan panel datar, dan pencahayaan solid state, dll (Sasabe & Kido, 2011). Film tipis *Indium Tin Oxide* (ITO) memiliki sifat unik karena transparan dan konduktif, dan hal ini juga telah dipelajari di industry optoelektronik (Kim, Gilmore, Piqué, Horwitz, & Mattoussi, 2013). Struktur dasar OLED terdiri atas bahan organik yang terdiri dari beberapa lembaran tipis (Fundamentals, n.d.), diantaranya *Hole Transporting Layer* (HTL), *Emissive Layer* (EML), dan *Electron Transporting Layer* (ETL), yang terletak di antara katoda dan anoda (Kerja & Setyawan, 2018).

Dari beberapa studi yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa *Indium Tin Oxide* (ITO) beracun terhadap makhluk hidup (Kirby & Background, 2009). Ketersediaan sumberdaya *Indium Tin Oxide* (ITO) terbatas dan harganya pun cukup tinggi. Dalam mengatasi permasalahan ini ditemukan alternatif untuk mengganti *Indium Tin Oxide* (ITO) yaitu *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO), karena memiliki harga yang lebih rendah dan sifat yang setara bahkan bisa ditingkatkan (Woo, Namhee, & Chongmu, 2008).

*Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) sangat menarik karena kegunaan material ini di berbagai teknologi tinggi, biaya rendah, ketersediaan sumberdaya, tidak beracun, dan stabilitas termal/kimia sangat tinggi (Maldonado & Stashans, 2010).

Perbandingan nilai hambatan jenis dan konduktivitas ITO dan AZO dapat dilihat pada table 1 (Insights, 2015).

Tabel 1. Perbandingan nilai ITO dan AZO

	ITO	AZO
Hambatan Jenis	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 3 \times 10^{-3}$
Konduktivitas	$10^{-3} - 10^{-4}$	$10^{-4}$

*Light Extraction Efficiency* (LEE) *Organic light emitting diode* (OLED) adalah fraksi daya optik yang dihasilkan dalam lapisan aktif *Organic light emitting diode* (OLED) yang lolos ke udara di atas OLED dalam rentang sudut yang diinginkan ("No Title," n.d.).

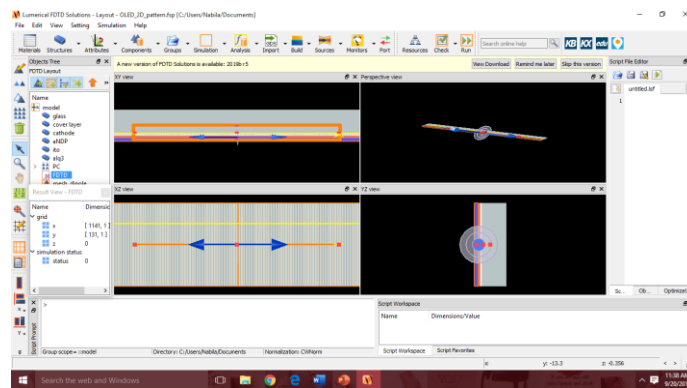
$$LEE = \frac{\gamma_{rad}}{\gamma_{rad} + \gamma_{loss}}$$

Dengan  $\gamma_{rad}$  adalah tingkat peluruhan eksitasi ke foton yang dapat dikumpulkan dan digunakan dalam perangkat.  $\gamma_{loss}$  adalah tingkat peluruhan eksitasi pada foton yang diserap atau hilang dalam perangkat.

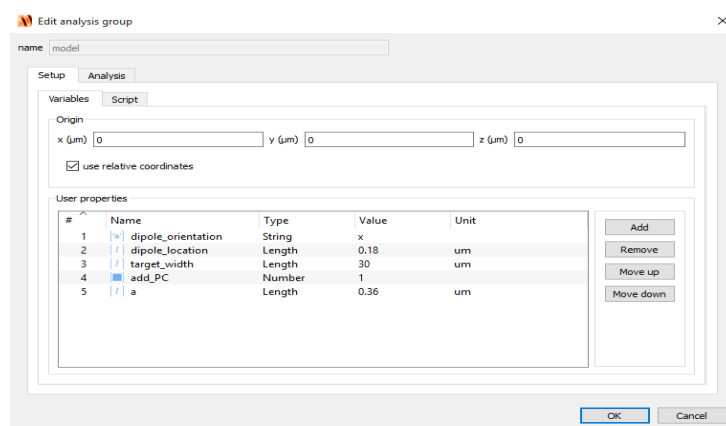
Dalam tulisan ini, membahas tentang masalah pengaruh *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) terhadap performa OLED. Adakah peluang *Light Extraction Efficiency* (LEE) yang dihasilkan oleh *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) yang berperan sebagai anoda pada *Organic light emitting diode* (OLED) lebih baik.

## 2. Metode

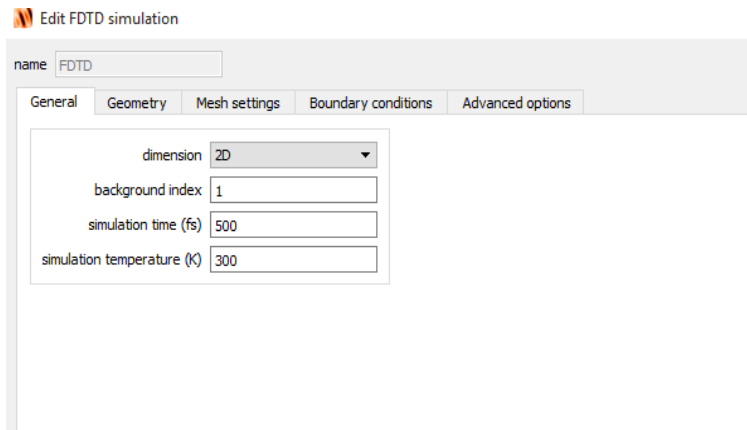
Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu simulasi dan kajian pustaka. Dalam proses simulasi digunakan software *LUMERICAL MODE SOLUTIONS* untuk mengkarakterisasi *Organic light emitting diode* (OLED), antarmuka dari software yang digunakan ditunjukkan oleh gambar 1. Dalam mengkarakterisasi *Organic light emitting diode* (OLED) tentunya perlu dimasukkan parameter-parameter yang berkaitan, parameter yang diinput, agar lebih jelas parameter yang akan diinput ditunjukkan oleh gambar 2. dan 3., keluaran dari simulasi yang dilakukan berupa grafik transmitansi terhadap panjang gelombang, grafik inilah yang akan dianalisis pergeseran panjang gelombang resonansinya yang kemudian akan diplot terhadap indeks bias untuk mendapat nilai sensitivitas devais.



**Gambar 1.** Antarmuka Software Lumerical Mode Solutions



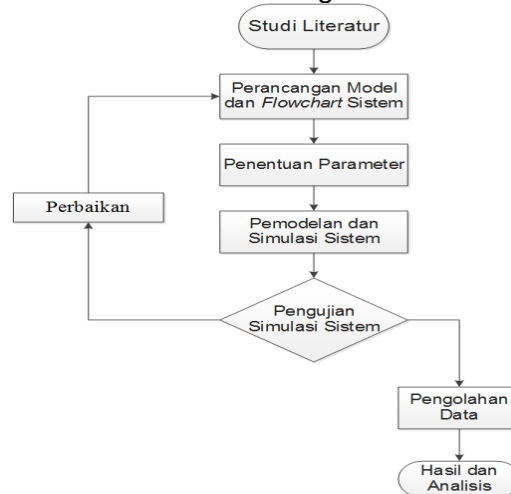
**Gambar 2.** Parameter-Parameter Yang Diinput Untuk Mengkarakterisasi OLED



**Gambar 3.** Parameter-Parameter Yang Diinput Untuk Mengkarakterisasi OLED

Kajian pustaka dilakukan dengan mengkaji referensi yang berkaitan dengan topik, referensi dapat berupa jurnal maupun buku teks, kajian pustaka ini dilakukan

untuk mendapatkan teori-teori yang mendukung hasil analisis. Untuk memperjelas, alur penelitian ini digambarkan oleh flowchart pada gambar 4.



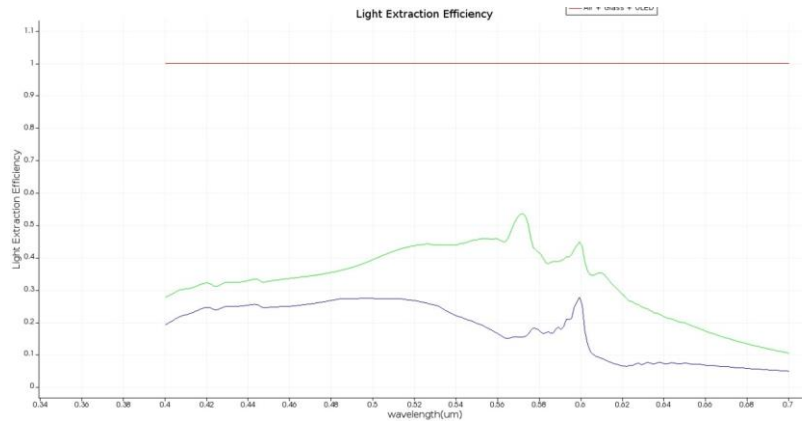
**Gambar 4.** Flowchart alur penelitian yang akan dilakukan

Hasil simulasi *Organic light emitting diode* (OLED) digunakan untuk memplot data efisiensi cahaya terhadap panjang gelombang kemudian efisiensi cahaya kedua anoda dibandingkan, yang mana yang dapat menghasilkan cahaya lebih efisien, jika seandainya *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) menghasilkan cahaya lebih efisien maka *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) sebagai anoda yang terbaik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 5 merupakan kurva *light extraction efficiency* terhadap panjang gelombang, pada gambar terdapat 2 buah kurva, kurva yang berwarna hijau

merupakan *Indium Tin Oxide* (ITO) dan kurva yang berwarna biru merupakan *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO). Dari gambar dapat dilihat bahwa kurva *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) lebih tinggi dibandingkan *Indium Tin Oxide* (ITO). Puncak tertinggi ITO yaitu berada pada titik 0.27, sedangkan puncak tertinggi pada *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) berada pada titik 0.53. Sehingga dapat dipastikan bahwa *light extraction efficiency* (LEE) *Organic light emitting diode* (OLED) dengan menggunakan *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) sebagai anoda lebih baik dibandingkan dengan *Indium Tin Oxide* (ITO).



**Gambar 5.** Light extraction efficiency

#### 4. Simpulan

Kami telah melakukan pemodelan dan simulasi *Organic light emitting diode* (OLED) menggunakan software FDTD. Kami membandingkan *light extraction efficiency* (LEE) *Indium Tin Oxide* (ITO) dan *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO). Dan di dapatkan hasil, *Organic light emitting diode* (OLED) yang menggunakan *Aluminium doped Zinc Oxide* (AZO) sebagai anoda lebih tinggi efisiensinya dibandingkan menggunakan *Indium Tin Oxide* (ITO).

#### Daftar Pustaka

- Fundamentals, O. D. n.d. *No Title*.
- Insights, T. 2015. *AZO – The Replacement for ITO ?* 3, 62–66.
- Kerja, P., & Setyawan, L. B. 2018. *Prinsip Kerja dan Teknologi OLED*. (September).  
<https://doi.org/10.31358/techne.v16i02.165>
- Kim, H., Gilmore, C. M., Piqué, A., Horwitz, J. S., & Mattoussi, H. 2013. *Electrical , optical , and structural properties of indium – tin – oxide thin films for organic light-emitting devices*. 6451(1999).  
<https://doi.org/10.1063/1.371708>
- Kirby, P., & Background, N. 2009. *NTP Research Concept: Indium and Indium-Tin Oxide Toxicity*. 1–6.
- Maldonado, F., & Stashans, A. 2010. Journal of Physics and Chemistry of Solids Al-doped ZnO : Electronic , electrical and structural properties. *Journal of Physical and Chemistry of Solids*, 71(5), 784–787.

<https://doi.org/10.1016/j.jpccs.2010.02.001>

- Mann, V., & Rastogi, V. 2017. *crossmark. Optics Communications*, 387(November 2016), 202–207.  
<https://doi.org/10.1016/j.optcom.2016.11.059>
- No Title. n.d. Retrieved from [https://apps.lumerical.com/oleds\\_simulation\\_methodology.html](https://apps.lumerical.com/oleds_simulation_methodology.html)
- Sasabe, H., & Kido, J. 2011. *Multifunctional Materials in High-Performance OLEDs: Challenges for Solid-State Lighting* †. 621–630.  
<https://doi.org/10.1021/cm1024052>
- Woo, H., Namhee, K. Æ., & Chongmu, C. Æ. 2008. *Enhancement of the electrical properties of Al-doped ZnO films deposited on ZnO-buffered glass substrates by using an ultrathin aluminum underlayer*. 1159–1161.  
<https://doi.org/10.1007/s10853-007-2379-y>