

## **PENGARUH VARIASI SUHU *LAMINATING*, WAKTU *ULTRASONIC CLEANING*, KECEPATAN ROTASI *SPIN COATING* TERHADAP KARAKTERISASI *ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE* (OLED)**

**Bobi Khoerun<sup>1</sup>, Arief Udhiarto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Indramayu Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara

<sup>2</sup>Universitas Indonesia Jurusan Teknik Elektro  
Email: hubbikhoiron31@gmail.com, arief@ee.ui.ac.id

### **Abstrak**

*Organic Light Emitting Diode* (OLED) merupakan divais fotonik yang tersusun dari katoda sebagai sisi negatif, anoda sebagai sisi positif, dan sebuah lapisan *emissive* dari bahan organik yang dapat memancarkan cahaya ketika penghantar diberi arus listrik. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik arus dan tegangan OLED, diantaranya yaitu suhu laminating, waktu *ultrasonic cleaning*, dan kecepatan rotasi *spin coating* saat fabrikasi. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan karakteristik OLED yang baik jika dilihat dari ketiga faktor di atas sehingga karakteristik OLED sesuai dengan karakterisasi arus dan tegangan pada diode dan OLED dapat memancarkan cahaya. Metode atau teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan teknik laminasi. Teknik laminasi merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam pembuatan *Organic Light Emitting Diode* (OLED) dengan cara menempatkan struktur OLED pada plastik laminasi. Kemudian melakukan fabrikasi OLED dengan memvariasikan suhu laminating, waktu *ultrasonic cleaning*, dan kecepatan rotasi *spin coating*. Tahun 2015, Adnan Fatahillah Afiff memfabrikasi *Organic Light Emitting Diode* (OLED) menggunakan teknik laminasi tetapi hasil fabrikasi belum dapat memancarkan cahaya. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian agar OLED yang difabrikasi dapat memancarkan cahaya dengan memperhatikan ketiga faktor di atas. Ketiga faktor tersebut akan mempengaruhi karakteristik arus yang dihasilkan oleh OLED saat fabrikasi. Hasil penelitian yang dilakukan memberikan data bahwa waktu yang paling tepat untuk *ultrasonic cleaning* adalah selama 15 menit, suhu laminating yang baik adalah sebesar 130° C, dan kecepatan rotasi *spin coating* yang sesuai adalah 4500 rpm, sehingga karakterisasi arus dan tegangan yang dihasilkan sesuai dengan karakterisasi OLED dan berhasil memancarkan cahaya.

**Kata Kunci:** OLED, *ultrasonic cleaning*, *spin coating*, suhu laminating.

### **Abstract**

*Organic Light Emitting Diode* (OLED) is a photonic device composed of the cathode as the negative side, the anode as a positive side, and an emissive layer of organic material that can emit light when the conductor is given an electric current. There are several factors that can influence the characteristics of OLED voltage and current, that are laminating temperature, ultrasonic cleaning time, and speed of spin coating rotational during fabrication. The purpose of this research is to produce good characteristics of OLED when influenced by three factors above so that characteristic of OLED suitable with current and voltage characteristic of diode and it can emit the light. The method or technique used in this research is the lamination technique. Lamination technique is one of the techniques that used for making *Organic Light Emitting Diode* (OLED) by placing an OLED structure on laminated plastic. Then fabricate OLED by varying the laminating temperature, ultrasonic cleaning time, and speed of spin coating rotation. In 2015, Adnan Fatahillah Afiff fabricated *Organic Light Emitting Diode* (OLED) using lamination techniques but the result could not emit light. Therefore, the author conduct a research so that OLED can emit light by given attention to the three factors above. Three factors will affect the characteristic of current that produced by OLED during fabrication. The result of this research is the best time for ultrasonic cleaning is 15 minutes, a good laminating temperature is 130° C, and the speed of rotational spin coating is 4500 rpm, so that current and voltage characteristic is suitable with characteristic of OLED and successfully emits the light.

**Keywords:** OLED, *ultrasonic cleaning*, *spin coating*, laminating temperature.

**I. PENDAHULUAN**

*Organic Light Emitting Diodes* (OLED) merupakan divais fotonik yang terdiri dari katoda sebagai sisi negatif, anoda sebagai sisi positif, dan sebuah lapisan *emissive* dari bahan organik yang dapat menghasilkan cahaya ketika diberi arus. *Organic Light Emitting Diodes* (OLED) menjadi perhatian yang menarik karena kelebihan yang dimiliki OLED yaitu dapat digunakan pada *flat display* dengan tegangan yang rendah [3]. Struktur OLED yang paling sederhana adalah struktur *Organic Light Emitting Diodes* (OLED) tunggal yang hanya terdiri dari katoda, anoda, dan sebuah bahan *emissive layer*.

Tahun 2013, Arief et al. [4] berhasil membuat OLED menggunakan *polyfluorene* (PFO) sebagai lapisan emisi menggunakan teknik laminasi di dalam ruangan yang *clean room* dengan alat laminasi khusus serta menggunakan teknik *vacuum evaporation*.

Tahun 2015, Adnan Fatahillah Afiff [1] memfabrikasi *Organic Light Emitting Diodes* (OLED) dengan teknik laminasi menggunakan alat laminasi biasa dan ruangan fabrikasi yang belum *clean room* serta tidak menggunakan teknik *vacuum evaporation*. Hasil OLED yang difabrikasi belum dapat memancarkan cahaya. Hal ini disebabkan karena banyak faktor yang secara signifikan mempengaruhi karakteristik OLED.

Karakterisasi OLED yang baik dapat dilihat dari kesesuaian karakterisasi arus dan tegangan yang dihasilkan sesuai dengan karakterisasi dioda dan OLED dapat memancarkan cahaya. Suhu laminating, waktu *ultrasonic cleaning*, dan kecepatan rotasi *spin coating* merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi arus listrik yang dihasilkan dan dapat memaksimalkan fabrikasi OLED sehingga OLED dapat memancarkan cahaya.

Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian terhadap suhu laminating, waktu *ultrasonic cleaning*, dan kecepatan rotasi *spin coating* yang dapat mempengaruhi karakterisasi OLED sehingga dapat memancarkan cahaya. Ketiga faktor tersebut akan divariasikan dengan cara memvariasikan seberapa tinggi suhu yang diberikan, seberapa lama waktu *ultrasonic cleaning*, dan seberapa cepat kecepatan rotasi *spin coating* yang terbaik agar OLED dapat memancarkan cahaya.

**II. METODE**

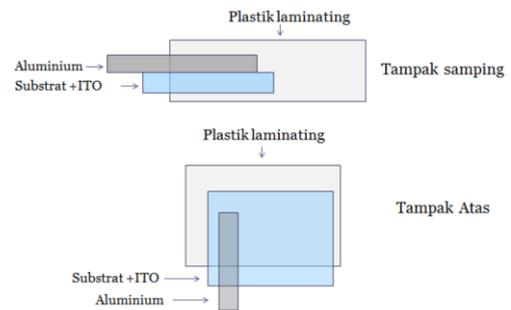
Metode yang digunakan penulis yaitu metode teknik laminasi bukan *vacuum evaporation* karena teknik laminasi merupakan teknik fabrikasi OLED yang murah [5]. Teknik laminasi merupakan teknik menempatkan struktur pada plastik laminasi. Proses laminasi dimulai dengan mengepress dan memanaskan struktur agar struktur melekat satu sama lain [2].

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik arus listrik *Organic Light Emitting Diodes* (OLED) yaitu variasi waktu *ultrasonic cleaning*, kecepatan rotasi *spin coating*, dan suhu laminating.

Langkah awal yang dilakukan adalah memastikan hubungan antara katoda dan anoda secara langsung

memiliki kontak yang baik. Tahap ini memerlukan proses *ultrasonic cleaning* yaitu proses pembersihan material menggunakan *acetone* atau *etanol* serta pembersihan material dengan *aquadest* tanpa *ultrasonic cleaning*. Proses *ultrasonic cleaning* dilakukan dengan variasi waktu dari 5 – 20 menit (kelipatan 5 menit).

Struktur katoda dan anoda yang difabrikasi ketika variasi waktu *ultrasonic cleaning* sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur Katoda dan Anoda

Variasi waktu *ultrasonic cleaning* dilakukan untuk mengetahui kondisi waktu optimal *ultrasonic cleaning* yang dapat menghasilkan karakterisasi kontak katoda (negative) dan anoda (positif) yang baik. Alur fabrikasi katoda dan anoda dengan variasi waktu *ultrasonic cleaning* sebagai berikut:



Gambar 2.2 Alur Fabrikasi Katoda dan Anoda Variasi Waktu *Ultrasonic Cleaning*

Variasi waktu yang digunakan adalah 5 menit – 20 menit (kelipatan 5 menit) sedangkan tegangan yang digunakan mulai -3V sampai 3V. Pengukuran dilakukan menggunakan *semiconductor parameter analyzer* dan hasil grafik ditampilkan dengan software OriginPro 2017.

Proses laminating merupakan bagian proses dari fabrikasi yang menentukan performa OLED. Hasil struktur katoda dan anoda yang sudah dibersihkan menggunakan *ultrasonic cleaning* dilaminasi dengan variasi suhu. Variasi suhu laminating dilakukan untuk mengetahui kondisi suhu optimal laminating yang dapat menghasilkan karakterisasi kontak katoda dan anoda yang baik. Variasi suhu laminating yang digunakan adalah mulai suhu 110°C – 150°C (kelipatan

10<sup>0</sup>C). Berikut alur pemasangan katoda dan anoda dengan variasi suhu laminating:



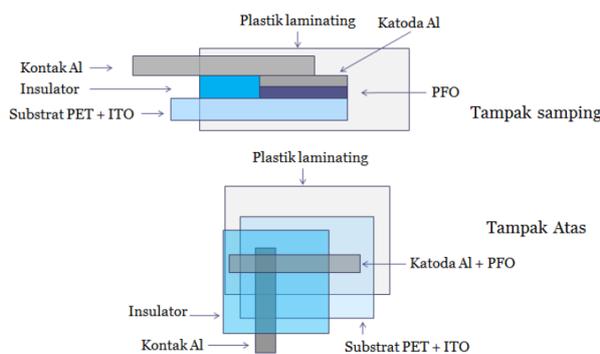
Gambar 2.3 Alur Fabrikasi Katoda dan Anoda Variasi Suhu Laminating

*Spin coating* merupakan proses penumbuhan bahan organik di atas substrat. Proses ini mempengaruhi kerataan bahan organik yang ditumbuhkan di atas substrat sehingga tahap ini juga mempengaruhi performa OLED. Variasi kecepatan *spin coating* dilakukan untuk mengetahui kecepatan *spin coating* optimal yang dapat menghasilkan karakterisasi OLED yang sesuai dengan karakteristik dioda. Kecepatan *spin coating* dimulai dari 2500 rpm – 5500 rpm (kelipatan 1000 rpm). Berikut alur proses dengan variasi kecepatan *spin coating* :



Gambar 2.4 Alur Fabrikasi Katoda dan Anoda Variasi kecepatan *Spin Coating*

Struktur OLED yang difabrikasi saat variasi kecepatan *spin coating* seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.5 Struktur OLED dengan Variasi Kecepatan *Spin Coating*

Kondisi fabrikasi optimal merupakan proses fabrikasi dengan waktu *ultrasonic cleaning*, kecepatan rotasi *spin coating*, dan suhu laminating optimal yang menghasilkan hasil fabrikasi yang sesuai dengan karakteristik OLED. Data diambil dari hasil fabrikasi yang dilakukan. Data diolah dan dianalisis untuk memperoleh kesimpulan. Penelitian ini menganalisis karakterisasi arus listrik OLED yang terbaik sehingga mendapatkan struktur OLED yang baik.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan analisa hasil karakterisasi kontak katoda dan anoda dengan variasi waktu *ultrasonic cleaning*, variasi suhu *laminating*, serta struktur OLED dengan variasi kecepatan rotasi *spin coating*. Analisa ini dilakukan berdasarkan hasil pengukuran struktur menggunakan *Semiconductor Parameter Analyzer* dan software *OriginPro 2017* untuk menampilkan grafik. Hasil fabrikasi dan analisis adalah sebagai berikut:

Fabrikasi struktur katoda dan anoda dengan variasi waktu *ultrasonic cleaning* dilakukan untuk melihat kondisi lama waktu optimal yang menghasilkan karakterisasi arus dan tegangan yang sesuai dengan karakterisasi tahanan. Pengukuran ini dilakukan pada tegangan -3V sampai 3V.

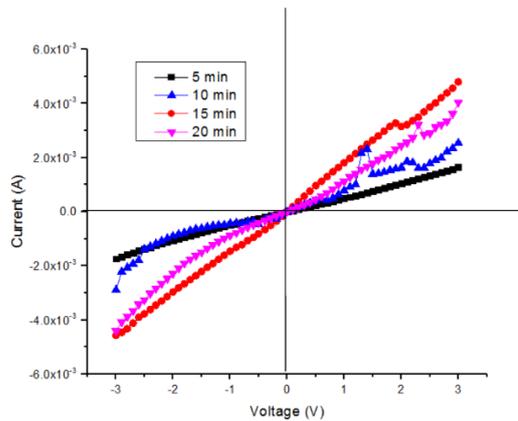
Gambar 3.1 menunjukkan grafik hubungan antara arus dan tegangan yang terukur dari fabrikasi kontak katoda dan anoda dengan variasi waktu *ultrasonic cleaning*. Sedangkan grafik pada Gambar 3.2 menunjukkan hubungan antara waktu *ultrasonic cleaning* dengan arus listrik yang mengalir pada *Organic Light Emitting Diodes (OLED)*.

Variasi waktu yang dilakukan yaitu mulai 5 – 20 menit (interval 5 menit). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semua grafik sesuai dengan karakterisasi tahanan. Seiring bertambahnya tegangan, arus yang dihasilkan semakin meningkat. Sesuai dengan hukum ohm yang menyatakan bahwa : “ Arus yang mengalir pada sebuah penghantar berbanding lurus dengan beda potensial (tegangan) dan berbanding terbalik dengan hambatan/tahanan”.

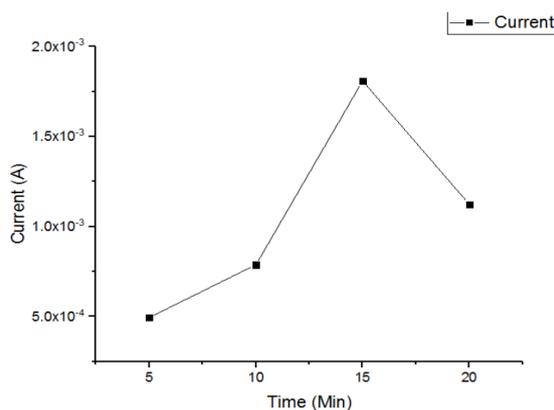
$$I = V/R$$

- I = Arus Listrik
- V = Tegangan/Beda Potensial
- R = Hambatan/Tahanan

Berikut gambar yang menunjukkan grafik hubungan antara arus dan tegangan yang terukur:



Gambar 3.1 Hasil Pengukuran Resistansi Katoda dan Anoda Variasi Waktu *Ultrasonic Cleaning*

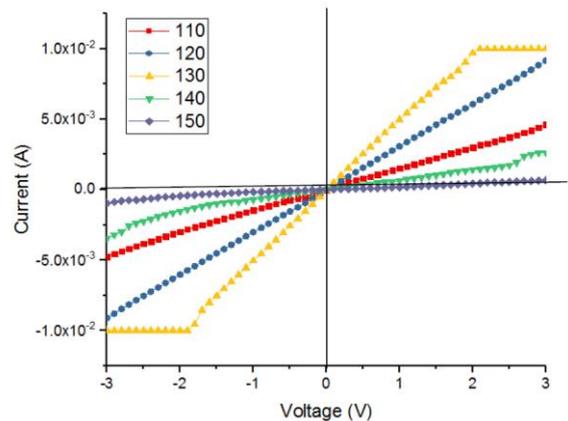


Gambar 3.2 Hubungan antara Waktu dan Arus pada Struktur Katoda dan Anoda

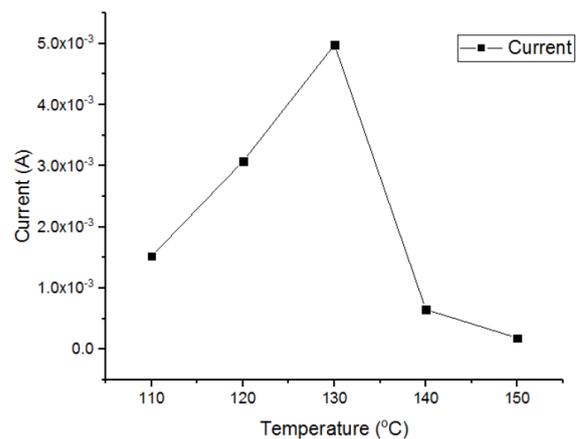
Grafik pada Gambar 3.2 menunjukkan bahwa pada tegangan 1V, seiring bertambahnya waktu *ultrasonic cleaning*, arus yang dihasilkan semakin tinggi. Waktu pelaksanaan *ultrasonic cleaning* selama 15 menit merupakan waktu yang optimal menghasilkan arus yang optimal. Waktu *ultrasonic cleaning* berikutnya mengalami penurunan arus yang dihasilkan. Waktu *ultrasonic cleaning* 15 menit ini yang dijadikan patokan karena menghasilkan arus tertinggi.

Fabrikasi kontak katoda dan anoda dengan variasi suhu laminating dilakukan untuk melihat kondisi suhu optimal yang menghasilkan karakterisasi arus dan tegangan kontak anoda dan anoda yang sesuai dengan tahanan. Pengukuran ini dilakukan pada tegangan -3V sampai 3V.

Gambar 3.3 menunjukkan grafik hubungan antara arus dan tegangan yang terukur dari fabrikasi struktur katoda dan anoda dengan variasi suhu laminating. Suhu laminating yang diberikan adalah mulai dari 110°C sampai 150°C (interval 10°C). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semua grafik sesuai dengan karakterisasi tahanan. Seiring bertambahnya tegangan, arus yang dihasilkan semakin meningkat.



Gambar 3.3 Hasil pengukuran kontak katoda dan anoda dengan variasi suhu laminating

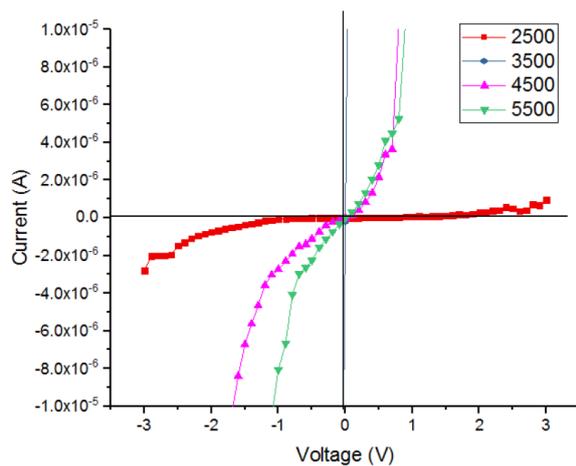


Gambar 3.4 Hubungan Antara Temperatur dan Arus pada Struktur Katoda dan Anoda

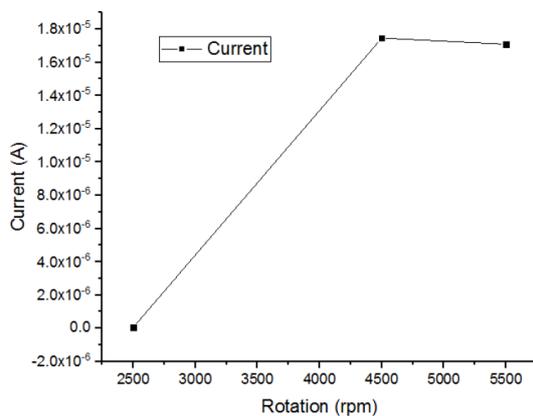
Grafik pada Gambar 3.4 menunjukkan bahwa pada tegangan 1V, seiring bertambahnya suhu sampai 130°C, arus yang dihasilkan semakin tinggi. Suhu laminating 130°C merupakan suhu yang optimal karena menghasilkan arus yang paling tinggi. Suhu setelah 130°C mengalami penurunan arus yang dihasilkan. Suhu laminating sebesar 130°C yang dijadikan patokan karena menghasilkan arus tertinggi.

Fabrikasi struktur OLED dengan variasi kecepatan rotasi *spin coating* dilakukan untuk mengetahui kondisi kecepatan rotasi *spin coating* optimal yang menghasilkan karakterisasi arus dan tegangan OLED yang sesuai dengan karakterisasi pada OLED.

Gambar 3.5 menunjukkan grafik hubungan antara arus dan tegangan yang terukur dengan variasi kecepatan rotasi *spin coating*. Kecepatan rotasi yang diberikan mulai dari 2500 rpm sampai 5500 rpm (interval 1000 rpm). Grafik pada Gambar 3.6 menunjukkan bahwa kecepatan 4500 dan 5500 mengalami kenaikan arus seiring dengan bertambahnya tegangan. Kecepatan rotasi 2500 rpm menghasilkan sedikit perubahan arus yang dihasilkan.



Gambar 3.5 Hubungan Arus dan Tegangan OLED dengan Variasi Kecepatan Spin Coating

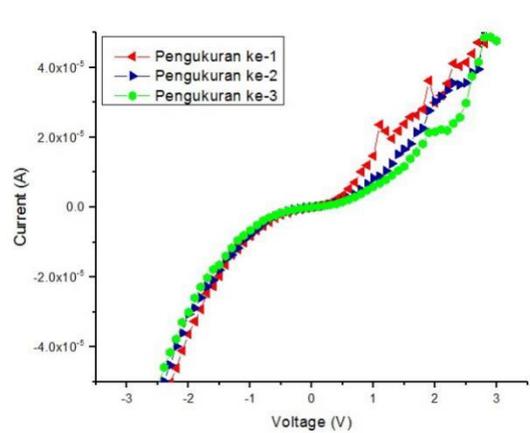


Gambar 3.6 Hubungan Kecepatan Rotasi Spin Coating dengan Arus

Grafik pada Gambar 3.6 menunjukkan bahwa pada tegangan 1V, seiring bertambahnya kecepatan rotasi *spin coating* sampai 4500 rpm, arus yang dihasilkan semakin tinggi. Kecepatan rotasi *spin coating* 4500 rpm merupakan kecepatan rotasi yang optimal karena menghasilkan arus yang paling tinggi. Kecepatan rotasi *spin coating* setelah 4500 rpm mengalami penurunan arus yang dihasilkan. Kecepatan rotasi *spin coating* 4500 rpm yang dijadikan patokan karena menghasilkan arus tertinggi.

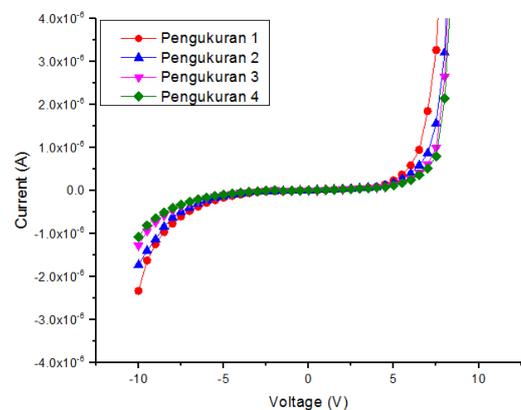
Selanjutnya patokan dari masing masing faktor yaitu waktu *ultrasonic cleaning* selama 15 menit, kecepatan *spin coating* sebesar 4500 rpm, dan suhu laminating sebesar 130°C dapat dijadikan acuan agar karakterisasi arus dan tegangan OLED sesuai dengan karakterisasi dioda dan OLED dapat memancarkan cahaya.

Ada dua substrat yang dipakai yaitu substrat plastik PET dan substrat plastik laminating. Hasil karakterisasi arus dan tegangan OLED menggunakan substrat PET dan anoda ITO adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 Hubungan Arus dan Tegangan Menggunakan Substrat PET

Hasil karakterisasi arus dan tegangan OLED menggunakan substrat plastik laminating dan anoda TC07s adalah sebagai berikut:

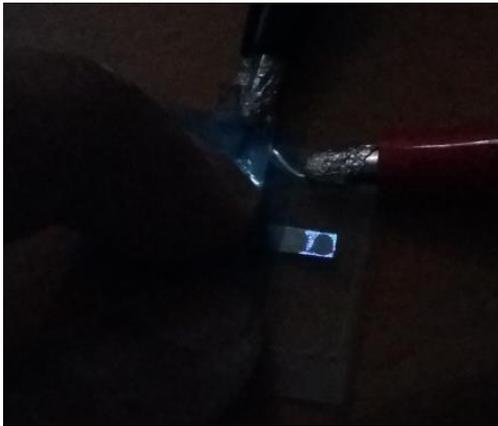


Gambar 3.8 Hubungan Arus dan Tegangan Menggunakan Substrat Plastik Laminating

Kedua tabel di atas menunjukkan bahwa karakterisasi arus dan tegangan OLED sudah sesuai dengan karakterisasi dioda dengan menggunakan patokan masing masing faktor (waktu *ultrasonic cleaning* selama 15 menit, kecepatan *spin coating* sebesar 4500 rpm, dan suhu laminating sebesar 130°C)

OLED yang menggunakan substrat PET dan anoda ITO masih belum dapat memancarkan cahaya walaupun sudah diberi tegangan sampai 30V. Hasil ini menunjukkan bahwa OLED belum dapat memancarkan cahaya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kontak antara PFO dan ITO kurang maksimal dan pengaruh lingkungan seperti debu.

OLED yang menggunakan substrat plastik laminating dan anoda TC07s berhasil memancarkan cahaya ketika diberi tegangan sampai 7 V.



Gambar 3.9. OLED dapat memancarkan cahaya

Udhiarto, Arief and Yefa Sister, Sandia Rini, Muhammad Asvial, Badrul Munir, and Wataru Mizutani. (2014). *Fabrication Of Organic Light Emitting Diode Using Lamination Method With Plastic As Substrate*, The 2nd ICNERE

Wang, Wei and Chua, Soo, Jin. (2009). *Laminates For Encapsulating OLED Devices*. Singapore : Institute of Materials Research & Engineering.

#### IV. PENUTUP

##### Kesimpulan

Karakterisasi arus dan tegangan OLED yang dihasilkan sesuai dengan karakterisasi dioda sehingga OLED dapat memancarkan cahaya. Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik OLED disetting secara optimal yaitu waktu *ultrasonic cleaning* selama 15 menit, suhu optimal disetting 130<sup>0</sup>C, kecepatan rotasi *spin coating* adalah 4500 rpm.

##### Saran

Saran untuk meningkatkan hasil analisa yang dilakukan adalah saat pengambilan data *Organic Light Emitting Diode* (OLED) harus bersih dari kotoran terutama debu karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran.

##### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Bapak Arief Udhiarto yang telah membantu dan memberikan arahan dalam penyelesaian penelitian ini.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Afiff, Adnan Fatahillah . (2015). *Fabrikasi Dan Karakterisasi Arus-Tegangan Organic Light Emitting Diode Menggunakan Material Polyfluorene Sebagai Lapisan Emisi*. Universitas Indonesia : Tesis

Du , Jing and Tiffany Tong, Wali Akande, Androniki Tsakiridou, and Wole Soboyejo. (2013). *Pressure Effects on the Lamination of Organic Light-Emitting Diodes*

Shing Li, Chi dkk. *Luminous Efficiency Enhancement of Organic Light- Emitting Diodes by an External Electron Source*. Taiwan : Department of Electronic Engineering, Ishou University.