

## Pengaruh Suhu Tumbuh Terhadap Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO 0.02 mol

Wisnu Purno Aji<sup>1\*</sup>, Rizqon Priyotomo<sup>1</sup>, Iwan Sugihartono<sup>1,2</sup>, Erfan Handoko<sup>1,2</sup>,  
Bambang Soegijono<sup>2</sup>, dan M. Hikam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Pemuda No. 10 Jakarta Timur, 13220

<sup>2</sup>PPS Ilmu Material Universitas Indonesia, Jalan Salemba Raya No. 4, Jakarta Pusat, 10430

\*)Email: [wisnu\\_ajii@yahoo.com](mailto:wisnu_ajii@yahoo.com)

### Abstrak

Telah dilakukan penumbuhan lapisan tipis ZnO 0.02 mol diatas substrat Si (111) menggunakan teknik *Ultrasonic Spray Pyrolysis* (USP) dengan suhu tumbuh 400<sup>0</sup>C, 450<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C. Serbuk Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O digunakan sebagai larutan precursor dengan air de-ionisasi sebagai pelarut. Berdasarkan profil warna lapisan tipis ZnO yang tumbuh diatas substrate silikon diprediksikan memiliki ketebalan sekitar 200 nm. Sementara, hasil karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) pada temperature ruang menunjukkan bahwa fasa kristal yang terbentuk merupakan polikristal ZnO dengan intensitas spectrum XRD yang tidak linear dengan penambahan suhu tumbuh.

**Kata kunci:** *Lapisan Tipis, Ultrasonic Spray Pyrolysis (USP), Struktur Kristal*

### 1. Pendahuluan

Film tipis adalah suatu lapisan yang sangat tipis dari bahan organik, anorganik, metal maupun campuran metal – organik yang dapat memiliki sifat – sifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor, maupun isolator.

*Zinc Oxide* (ZnO) merupakan salah satu bahan pembuat lapisan tipis. ZnO adalah bahan semikonduktor yang memiliki kinerja tinggi dan panjang gelombang yang pendek pada perangkat optoelektronik karena besar band gap atau lebar celah pita energi sekitar 3,37 eV dan besar energy ikat exciton sekitar 60 MeV pada suhu kamar [1]. Nilai band gap yang besar mempengaruhi besarnya tegangan untuk mengubah material menjadi penghantar listrik, kemampuan untuk bertahan di bawah medan listrik yang besar, dan kemampuan beroperasi pada suhu dan daya tinggi.

ZnO mengkristal pada tiga bentuk *wurtzite hexagonal*[4], *zinc blende cubic*, *rocksalt cubic*. Kondisi stabil ZnO berada pada struktur *wurtzite hexagonal*. Struktur Kristal *wurtzite* pada ZnO memiliki parameter kisi  $a = 3.2495 \text{ \AA}$  dan  $c = 5.2069 \text{ \AA}$ . Kebanyakan ZnO memiliki karakteristik tipe-n bahkan tanpa adanya pendopingan. Hal ini dikarenakan adanya cacat Kristal alami ZnO seperti kelebihan oksigen dan atom intertisi dari *Zinc*[9]. Karena memiliki lebar celah pita energy yang besar

makan ZnO transparan dalam daerah spectrum sinar tampak[2]. sifat transparan ini dikarenakan perbedaan antara energy foton dan energy gap yang semakin besar menyebabkan serapan turun (transmitansi naik). Dengan demikian bahan ZnO banyak digunakan untuk elektroda transparan maupun sebagai lapisan tipis tipe-n dan jendela sel surya[3].

Film tipis dari oksida logam mempunyai banyak aplikasi, seperti *Surface Acoustic Wave device*(SAW), *Bulk Acoustic Wave devices* (BAW), *Acousti-optic devices* (alat optic akustik), *Micro-Electromechanical System* (MEMS), *Band Pass Filters*, *Optical Waveguide* (penunjuk gelombang optic) dan deflector laser menggunakan sifat piezoelektrik dan piezooptik[4].

Teknik penumbuhan lapisan tipis ada beberapa macam, antara lain, *Spray Pyrolysis*, *Sputtering*[6], *Metal Organic Chemical Vapor Deposition* (MOCVD)[5], *Chemical Vapor Deposition* (CVD) dan *Pulsed Laser Deposition* (PLD)[1]. Teknik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Spray Pyrolysis*. Kelebihan teknik *Spray pyrolysis* adalah teknik yang sederhana, prosesnya bertekanan rendah, dan kebutuhan bahan baku yang lebih hemat.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh suhu tumbuh terhadap struktur Kristal ZnO 0.02 mol yang tumbuh di atas substrat silikon (111) dengan suhu tumbuh 400<sup>0</sup>C, 450<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C

## 2. Metode Penelitian

Hal pertama yang dilakukan adalah menyiapkan serbuk  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  sebagai larutan precursor dengan air de-ionisasi sebagai pelarutnya. Selanjutnya meletakkan substrat wafer silikon sebesar  $1 \times 1$  cm yang sudah di bersihkan menggunakan air de-ionized ke dalam tabung kuarsa. Kemudian menyalakan dan menaikkan tegangan Slide Regulator guna memanaskan tabung kuarsa yang talah berisi silikon (111) hingga mencapai suhu  $400^{\circ}C$ . Setelah mencapai suhu yang ditentukan lalu menyalakan alat *Ultrasonic Nebulizer* agar larutan precursor *Zinc Acetat Dyhidrate* 0.02 mol ter-*evaporasi* dan mengalir ke substrat silikon melalui *nozzle*. Setelah

10 menit alat itu bekerja, turunkan tegangan Slide Regulator lalu keluarkan wafer silikon yang sudah terdapat lapisan tipis dia atasnya menggunakan pinset. Sebagai pembanding lakukan kembali dengan suhu  $450^{\circ}C$  dan  $500^{\circ}C$ .

## 3. Hasil dan Pembahasan

Proses penumbuhan lapisan tipis ZnO dengan teknik Ultrasonic Spray Pyrolysis di atas substrat silikon berhasil dengan baik. terlihat pada gambar.1. bahwa terdapat warna pada permukaan substrat, permukaan berwarna itulah merupakan lapisan tipis ZnO.

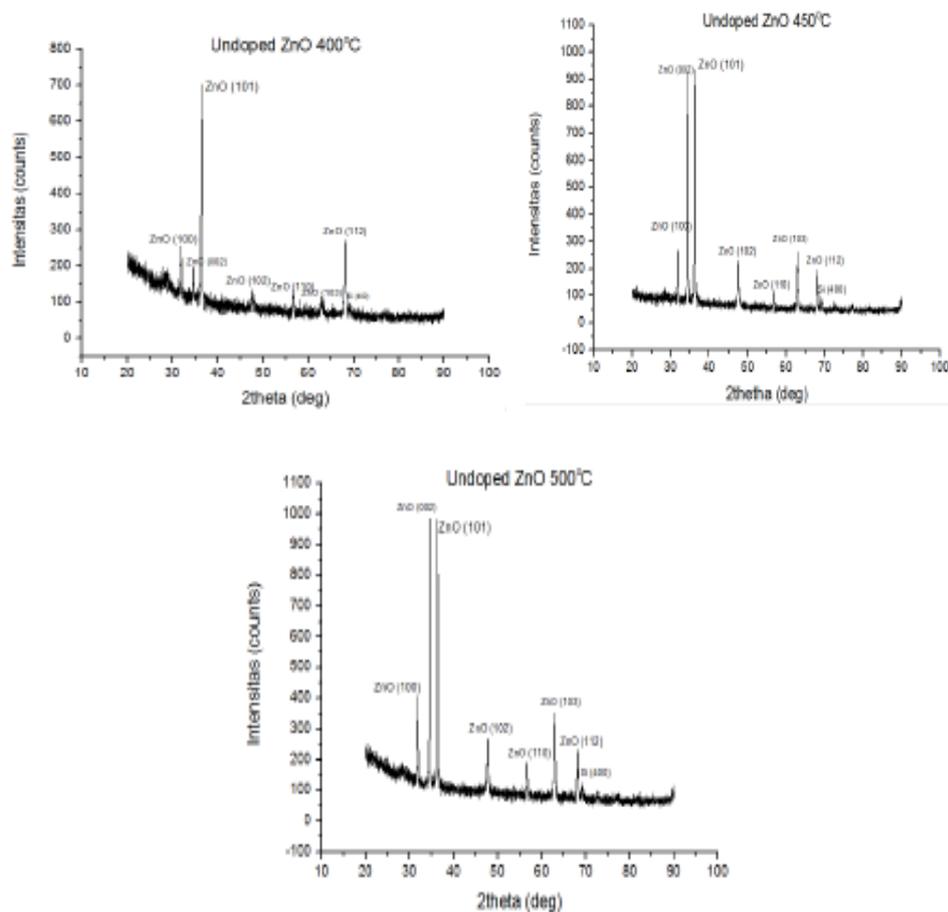
	Suhu tumbuh $400^{\circ}C$	Suhu tumbuh $450^{\circ}C$	Suhu tumbuh $500^{\circ}C$
10 menit			

Gambar.1. Profil permukaan lapisan tipis

Berdasarkan profil warna, terlihat bahwa tebal lapisan tipis ZnO tidak sama pada setiap suhu tumbuh. Pada suhu tumbuh  $400^{\circ}C$  warna yang terbentuk adalah hijau. Pada suhu tumbuh  $450^{\circ}C$  terlihat warna hijau kekuningan. Sedangkan pada suhu tumbuh  $500^{\circ}C$  terlihat warna kuning keemasan. Berdasarkan profil warna dapat diprediksi bahwa

ketebalan lapisan tipis berada di range 150-250 nm[8].

Gambar 2. adalah grafik hasil pengujian XRD lapisan tipis ZnO. Pengujian XRD dilakukan untuk mengkonfirmasi fasa lapisan tipis ZnO yang terbentuk di atas substrat silikon (111)



**Gambar 2.** Grafik XRD lapisan tipis ZnO dengan suhu tumbuh (a) 400<sup>0</sup>C ; (b) 450<sup>0</sup>C ; (c)500<sup>0</sup>C

Berdasarkan spectrum XRD yang nampak pada gambar.1. lapisan tipis ZnO merupakan polikristal dengan orientasi bidang kristal yang bervariasi pada suhu tumbuh yang berbeda. Hal itu dapat diartikan bahwa intensitas spectrum XRD tidak linear dengan penambahan suhu tumbuh.

Ketidaklinearan intensitas spectrum orientasi Kristal pada suhu tumbuh dimungkinkan terjadi karena kondisi lingkungan penumbuhan dari masing-masing sampel berbeda satu dengan yang lain.

#### 4. Kesimpulan

Lapisan tipis ZnO berhasil dibentuk di atas substrat silicon (111), lapisan tipis tersebut merupakan polikristal dengan orientasi bidang Kristal yang bervariasi pada suhu tumbuh yang berbeda. Berdasarkan profil warna pengaruh suhu tumbuh

menyebabkan ketebalan pada masing – masing sampel berbeda. ketebalan lapisan tipis ZnO diprediksi berada pada range 150-250 nm

#### Daftar Pustaka

- [1]. Kwang-Sik Kim, Hyoun Woo Kim, Chong Mu Lee. Effect of growth temperature on ZnO thin film deposited on SiO<sub>2</sub>. Materials Science and Engineering B98 (2003) 135 – 139
- [2]. Erlyta Septa Rosa, Shobih, HariTejaLesmana. Pembuatan film OksidakonduktifTransparanZnO:AlMenggunakanMetoda Screen Printing. JurnalElektronika No. 1 Vol. 9, Januari-Juni 2009, ISSN 1411-8289.
- [3]. Lugo Fernando. 2010. Synthesis And Characterization Of Silver Doped Zinc Oxide Thin Films For Optoelectronic Devices. University Of Florida

- [4]. Adi Muhamad, K. SofjanFirdaus, Wahyu Setia Budi. Efek Magneto Optispada Lapisan Tipis (ZnO). *BerkalaFisika*, Vol 10, No.1, 1 Januari 2007, hal 31-34. ISSN: 1410-9662. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro.
- [5]. L. C. Nehru, M. Umadevi<sup>1</sup>, C. Sanjeeviraja. Studies on Structural, Optical and Electrical Properties of ZnO Thin Films Prepared by the Spray Pyrolysis Method. *International Journal of Materials Engineering* 2012, 2(1): 12-17
- [6]. Yuantao Zhang, Guontong Du, Dali Liu, etc. Crystal growth of undopedZnO films on Si substrates under different sputtering conditions. *Journal of Crystal Growth* 243 (2002) 439-443.
- [7]. Jonghyun Lee, Wonjoon Choi, Chaeok Kim and Jinpyo Hong. Electrical and Optical Properties of a n-Type ZnO Thin Film Deposited on a Si Substrate by Using a Double RF Co-Sputtering Method. *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. 49, No. 3, September 2006, pp. 1126 – 1129
- [8]. Grzegorz Luka, Tomasz Krajewski, Lukasz Wachnicki, etc. Transparent and Conductive Undoped Zinc Oxide Thin films Grown by Atomic Layer Deposition. *Physica Status Solidi A* 207, No. 7, 1568-1571 (2010) / DOI 10.1002/pssa.100983709
- [9]. Yunanto, Triamardji Atmono, Wirjoadi. Deposisi Lapisan Tipis ZnO Sebagai Lapisan Tipis Tipe-n dan Jendela Sel Surya. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) – BATAN.