

DOI: doi.org/10.21009/03.1101.FA15

# PENGARUH SUHU TUMBUH 450°C DAN 500°C PADA STRUKTUR KRISTAL LAPISAN TIPIS SENG OKSIDA

Rio Dwi Pambudi<sup>1,a)</sup>, Iwan Sugihartono<sup>2,b)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Pemuda No. 10 Jakarta Timur, 13220, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, 13220, Indonesia

Email: <sup>a)</sup>riodwipambudi\_1306617031@mhs.unj.ac.id, <sup>b)</sup>iwan-sugihartono@unj.ac.id

## Abstrak

Lapisan tipis ZnO telah dideposisikan di atas substrat silikon menggunakan teknik ultrasonic spray pyrolysis (1.7 MHz). Suhu yang digunakan adalah 450°C (ZnO-A) dan 500°C (ZnO-B) dengan waktu deposisi 15 menit. Rata-rata ketebalan untuk ZnO-A adalah 150nm dan ZnO-B adalah 225nm. Analisis struktur kristal dilakukan menggunakan teknik difraksi sinar-x pada suhu ruang. Pola difraksi menunjukkan bahwa kedua lapisan tipis memiliki struktur kristal polikristal dengan bentuk heksagonal wurtzite. Selanjutnya, akan dilakukan analisis struktur kristal menggunakan teknik penghalusan Rietveld secara sistematis dan komprehensif agar diperoleh data yang lebih presisi.

**Kata-kata kunci:** lapisan tipis ZnO, ultrasonik spray pyrolysis, struktur kristal, teknik penghalusan Rietveld

## Abstract

The ZnO thin film layer is deposited over the silicone substrate using ultrasonic spray pyrolysis technique (1.7 MHz). The operating temperature is at 450°C ( for ZnO-A) and 500°C ( for ZnO-B) with deposition time of 15 minutes. The thin film formed from each sample has got different thickness, wich is the average of 150 nm for ZnO-A and 225 nm fot ZnO-B. Next, crystal structure analysis is carried out using x-ray diffraction method in romm temperature. The diffraction pattern shows that each of the thin layer has got polycrystal structure with the shape of wurtzite hexagonal. Eventually, crystal structure analysis is carried out using Rietveld refinement systematically and comprehensively to obtain data with more precision.

**Keywords** ZnO thin film, ultrasonic spray pyrolysis technique, crystal structure, Rietveld refinement

## PENDAHULUAN

ZnO diklasifikasikan sebagai semikonduktor dalam golongan II-VI, yang kovalensinya berada pada batas antara semikonduktor ionik dan kovalen [1] Menurut Biswas (2013), sebuah material dikatakan semikonduktor ketika celah pita untuk suatu material kurang dari 4 eV, ZnO memiliki Pita energi yang luas untuk material kelas semikonduktor yaitu sebesar 3.37 eV, energi ikatan tinggi (60 meV) dan stabilitas termal dan mekanik yang tinggi pada suhu kamar membuatnya menarik untuk penggunaan potensial dalam elektronik, optoelektronik dan teknologi laser [3]. Struktur kristal ZnO ada 3 bentuk, yaitu: *zinc blende*, *wurtzite*, dan *rocksalt*. Zinc oxide (ZnO) yang biasa diproduksi secara komersial merupakan hasil sintesis dan berstruktur *wurtzite*. Struktur wurtzite adalah bentuk seng oksida yang paling umum dan stabil pada suhu ruang [4]. Struktur kristal wurtzite ZnO memiliki parameter kisi a

dan  $c$  sama dengan 3.2495 dan 5.2062 masing-masing dan konstanta piezoelektrik yang besar memungkinkan polarisasi piezoelektrik yang kuat dalam material.

Teknik penumbuhan lapisan tipis ada beberapa macam, antara lain, Spray Pyrolysis, Sputtering [5], Metal Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) [6], Chemical Vapor Deposition (CVD) dan Pulsed Laser Deposition (PLD). 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 dengan suhu tumbuh 450°C, dan 500.

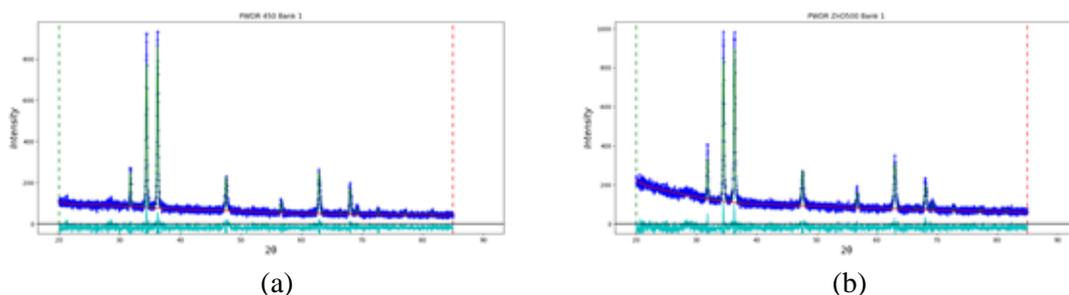
Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rietveld Refinement, Rietveld Refinement adalah usaha pencocokkan antara pola difraksi terhitung dengan pola yang terukur dimana selisih antara keduanya diminimalkan dengan cara melakukan iterasi sampai mencapai nilai indikator yang baik [7]. Pencocokan tersebut dilakukan dengan menghaluskan nilai parameter struktur kristal menggunakan asas kuadrat terkecil (least square). Adapun parameter struktur yang dihaluskan dari data difraksi adalah parameter kisi, posisi dan hunian atom, analisis fase kuantitatif (kristal dan amorf), getaran suhu (isotropik dan unisotropik) serta informasi lainnya yaitu ukuran kristal, grain size, dan regangan mikro.

## METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan analisis Rietveld Refinement. Langkah awal menyiapkan perangkat penelitian seperti Match!, Bella V2 digunakan untuk membuat data input yang sesuai dengan format data yang diperlukan GSAS II. Perangkat lunak GSAS II digunakan untuk menghaluskan parameter data yaitu terkait konstanta kisi dan posisi-posisi atom material ZnO 450°C dan ZnO 500°C Metode *retviold refinement* dilakukan penghalusan sampai model pola difraksi kalkulasi/terhitung dengan pola difraksi terukur (pengamatan) berdasarkan database kristal yang telah dipilih. Selanjutnya data statistik hasil penghalusan akan digunakan untuk menghitung Mean Crystallite Size, Grain Size dan Strain ZnO 450°C dan ZnO 500°C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang telah dilakukan hasil karakterisasi XRD pada ZnO dengan suhu tumbuh 450°C dan 500°C berupa pola difraksi dengan puncak-puncak tertentu. Pola difraksi dari kedua sampel tersebut di analisis lebih lanjut dengan menggunakan beberapa perangkat seperti Match, Bella V.2, dan Gsas II dengan menggunakan metode *Rietveld refinement*. Untuk mengetahui parameter-parameter struktur Kristal pada ZnO 450°C dan ZnO 500°C. Gambar 1 (a) dan (b) menunjukkan bahwa hasil *refinement fitting* berbentuk kurva dengan indikasi kurva berwarna biru tua yaitu kurva observasi, kurva berwarna hijau yaitu hasil perhitungan, dan kurva berwarna biru muda merupakan kurva error hasil dari *refinement* yang diperhalus.



**GAMBAR 1.** (a) kurva hasil *refinement fitting* ZnO 450°C, (b) kurva hasil *refinement fitting* ZnO 500°C

Pada GAMBAR 1 memperlihatkan bahwa kurva menunjukkan eror yang sangat kecil dengan begitu dapat di artikan bahwa hasil *Rietveld refinement* dari kedua sampel sudah cukup baik. Selain itu adapula parameter lainnya yang terukur seperti Chi-Square, nilai Rwp, massa jenis, kisi, ukuran Kristal, dan lainnya.

**TABEL 1.** Parameter hasil *refinement* ZnO 450°C dan ZnO 500°C

Sampel	D (nm)	P	A	C	X <sup>2</sup>	R <sub>wp</sub>
ZnO suhu tumbuh 450	0.8095	17.126	3.24353	5.19625	1.27	0.12986
ZnO suhu tumbuh 500	0.3283	17.147	3.24205	5.19467	1.28	0.10627

Pada TABEL 1 diperoleh nilai Chi-Square ( X<sup>2</sup>) untuk ZnO 450°C sebesar 1,27 dan untuk ZnO 500°C sebesar 1,28 hal tersebut sesuai dengan literature yang menyatakan bahwa nilai maskimum Chi-Square untuk ZnO yaitu sebesar 1,36.

**TABEL 2.** parameter kisi lapisan tipis ZnO 450°C dan lapisan tipis ZnO 500°C

parameter kisi										
Lapisan Tipis ZnO 450					lapisan Tipis ZnO 500					
H	k	L	d-hkl	I	h	K	L	d-hkl	I	
1	0	0	2.80898	272	1	0	0	2.8077	407	
0	0	2	2.59812	922	0	0	2	2.59733	986	
1	0	1	2.47104	931	1	0	1	2.47	983	
1	0	2	1.90734	231	1	0	2	1.90663	267	
1	1	0	1.62177	177	1	1	0	1.62103	193	
1	0	3	1.47433	265	1	0	3	1.47382	348	
2	0	0	1.40449	72	2	0	0	1.40385	84	
1	1	2	1.37575	195	1	1	2	1.37518	231	
2	0	1	1.35584	96	2	0	1	1.35523	122	
0	0	4	1.29906	79	0	0	4	1.29867	97	
2	0	2	1.23552	67	2	0	2	1.235	82	
1	0	4	1.17908	67	1	0	4	1.17869	79	

## SIMPULAN

Dari hasil pengolahan yang telah dilakukan menggunakan Gsas II memperoleh hasil Chi-square untuk ZnO 450°C sebesar 1,27 dan untuk ZnO 500°C sebesar 1,28 dengan begitu hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan literature yang ada yaitu menyebutkan bahwa chi-square maksimum untuk ZnO adalah 1,36. Dan dengan hasil yang diperoleh pula dapat disimpulkan bahwasanya ZnO yang diberikan suhu tumbuh akan berbeda-beda hasilnya sesuai dengan penambahan suhu tersebut.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Bapak Dr. Iwan Sugihartono selaku dosen pembimbing dan teman – teman yang sudah membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Agnieszka Radzimska, Teofil Jesionowski, “Zinc Oxide-From Synthesis to Application: A Review,” *Journal Materials*, vol. 7, pp. 2833-2881, 2014, doi:10.3390/ma7042833.
- [2] Biswas Shantou, “Optimization Of Nanowire Photodiode Devices For Neuronal Cell Survival,” *Thesis Master*, LUND University, 2013.
- [3] Quanchang Li *et al.*, “Fabrication of ZnO nanorods and nanotubes in Aqueous Solution,” *Journal of Material dan Chemical*, vol. 17, no. 5, pp. 1001-1006, 2005, <https://doi.org/10.1021/cm048144q>.
- [4] S. Baruah, J. Dutta, “Hydrothermal growth of ZnO nanostructures,” *Science and Technology of Advanced Materials*, vol. 10, no. 1, 2009, <https://doi.org/10.1088/1468-6996/10/1/013001>.
- [5] Yuantao Zhang *et al.*, “Crystal growth of undoped ZnO films on Si substrates under different sputtering conditions,” *Journal of Crystal Growth*, vol. 243, pp. 439-443, 2002.

- [6] L. C. Nehru, M. Umadevi, C. Sanjeeviraja, "Studies on Structural, Optical and Electrical Properties of ZnO Thin Films Prepared by the Spray Pyrolysis Method," *International Journal of Materials Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 12-17, 2012.
- [7] Chan Park, "RIETVIELD REFINEMENT Guidelines (Crystal Structure Analysis)," *Denver X-ray Conference Journal Appl. Cryst*, vol. 32, pp. 36-50, 2019, <http://home.wxs.nl/~rietv025>.