

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi semakin berkembang pesat dalam berbagai sektor kehidupan. Penggunaannya semakin tak terelakkan dan melekat dalam kehidupan manusia juga dapat mempengaruhi daya saing industri nasional dimasa depan. Upaya pengembangan teknologi pada dunia menjadi salah satu bentuk strategi untuk meningkatkan daya saing Indonesia dalam menghadapi era perdagangan global yang semakin kompetitif. Bentuk perkembangan teknologi yang menarik dan sedang hangat di perbincangkan ialah nanoteknologi yang merupakan sebuah inovasi dengan mengacu pada penelitian dan pengembangan teknologi pada skala atom, molekuler, dan makromolekul, yang mengarah pada manipulasi terkontrol dan studi struktur dan perangkat dengan skala rentang 1 hingga 100 nanometer (MC Neil, 2007). Salah satu bentuk pengembangan nanoteknologi yang tersebar di berbagai bidang ialah nanomaterial. Nanomaterial menjadi sangat populer karena memiliki sifat optik, magnet, listrik yang unik sehingga sangat berdampak besar dalam bidang elektronik, kedokteran dan juga berbagai bidang lainnya (Alagarasi A, 2011).

Pada riset nanomaterial khususnya bidang eksperimen, tidak bisa lepas dari kegiatan karakterisasi atau pengukuran. Dengan melakukan karakterisasi, dapat diyakini material yang disintesis sudah memenuhi kriteria nanostruktur (dimensinya berukuran nanometer) juga dapat memberikan informasi tentang sifat-sifat fisis maupun kimiawi nanomaterial tersebut (Abdullah & Khairurrijal, 2009). Berdasarkan dimensinya, nanomaterial dapat diklassifikasikan menjadi 0-D (quantum-dots, nanopartikel), 1-D (karbon nanotube, nanorods, dan nanowires), 2-D (nanofilms), dan 3-D nanomaterial (Jyotishkumar, 2017).

Sejak penemuan karbon nanotube pada tahun 1991, struktur nano 1D seperti nanorod, nanowires, dan nanotube telah banyak menarik perhatian besar karena memiliki sifat listrik, optik dan mekanik yang unik sehingga sangat menjanjikan untuk aplikasi perangkat elektronik dan optoelektronik dalam skala nano (Zhai & Yao, 2013) termasuk *waveguides*, pemancar cahaya, dioda laser, sel surya dan fotodetektor (Liao & Duan, 2012). Jika dibandingkan

dengan dengan nanowires dan nanotube, nanorods memiliki keunggulan yaitu dapat dibuat dari sebagian besar elemen (logam dan nonlogam) dan senyawa, serta syarat untuk sintesis produksinya lebih fleksibel. Nanorods memiliki panjang khas 10-120 nm (Ghassan, 2019). Berbagai macam jenis nanorod antara lain nanorod logam, nanorod semikonduktor, nanorod karbon, dan nanorod oksida sangat penting dalam pengembangan perangkat elektronik, optik, magnetik dan mikromekanik (Li Y et al, 2012 & Patzke et al, 2002). Bahan berstruktur nanorod 1D khususnya nanomaterial semikonduktor yang paling banyak dipelajari karena sifat fisik dan kimianya yang menarik adalah *Zinc Oxide* (ZnO). Zinc Oxide memiliki celah pita lebar langsung sebesar 3.37 eV, energi eksiton yang besar sebesar 60meV pada suhu kamar (Schlur et al, 2018) dan sifat piezoresistif (Xu & Wang, 2011).

Laila et al (2017) telah melakukan penelitian sel surya perovskit (PSC) pada suhu rendah, ZnO dilapisi substrat kemudian dengan teknik yang berbeda seperti elektrodposisi, sonokimia, sol-gel, hidrotermal dan solvotermal serta metode fase uap seperti deposisi uap kimia dan uap cair-padat (VLS) telah berhasil digunakan untuk menumbuhkan nanorod ZnO pada substrat kaca. Substrat memiliki peran sebagai tempat melekatnya semikonduktor, dimana menurut Ridhuan, et al (2012) pra-pelapisan substrat tersebut dapat secara efektif mengontrol pertumbuhan dan morfologi batang nano yang nantinya berhasil disintesis.

Romero, et al (2016) dalam penelitiannya, telah berhasil mendapatkan struktur nano seperti bunga dari hasil sintesis ZnO nanorod pada substrat silikon dan kaca *seeded* dengan menggunakan metode hidrotermal pada suhu 90° C. Pola XRD dari sampel yang ditumbuhkan pada substrat silikon dan kaca mengonfirmasi bahwa semuanya sesuai dengan ZnO dengan struktur wurtzite. Semua puncak difraksi sampel merupakan fasa heksagonal ZnO yang memiliki parameter kisi $a = 3.249$ dan $c = 5.206$ nm serta ukuran batang antara diameter 200-300 nm. Hasil XRD menunjukkan bahwa sifat substrat tidak berpengaruh terhadap struktur kristal dari material yang diendapkan. Teknik hidrotermal umum digunakan untuk mensintesis material berstruktur nano, sintesis nanorod menggunakan teknik ini menawarkan beberapa keunggulan seperti biaya rendah, pengaturan eksperimental yang mudah, dan hasil yang tinggi (Huang Guo, et al. 2019).

Pengetahuan akan sifat-sifat suatu material sangat diperlukan karena berhubungan dengan pemanfaatan dan penggunaannya secara optimal. Sifat-sifat material antara lain seperti sifat optik, mekanik, elektrik dan termal sangat berkaitan erat dengan struktur kristal. Dengan menganalisis struktur kristal kita akan mengetahui material padatan yang disintesis. Analisis struktur kristal dan penentuan ukuran unit sel kristal dapat dilakukan dengan menggunakan pola difraksi sinar-X. Pola difraksi sinar-X akan diplotkan dan dibandingkan untuk mengetahui struktur, kristalinitas dan kemurnian ZnO yang dihasilkan (Alfarisa dkk, 2018). Metode difraksi sinar-X merupakan salah satu metode untuk mengetahui mikroparameter material (Situmeang dkk, 2012). Data difraksi sinar-X (DRX) dapat digunakan untuk menganalisis secara kuantitatif dengan menggunakan metode Rietveld. Analisis metode rietveld adalah sebuah metode pencocokan tak-linier kurva pola difraksi terhitung (model) dengan pola difraksi terukur yang didasarkan pada data struktur kristal dengan menggunakan asas kuadrat terkecil (*least-squares*), serta di dalam penghalusan data menggunakan metode rietveld, pola difraksi terhitung (model) dicocokkan dengan pola difraksi terukur (Nayiroh, 2014)

Penelitian ini dilakukan berdasarkan data sekunder berupa data *X-Ray Diffraction* (XRD) sampel ZnO Kaca nanorod dan ZnO Silikon nanorod yang dimulai dengan membuat *seed layer* kemudian melakukan sintesis dengan teknik hidrotermal pada suhu 95°C dalam waktu 2 jam diatas substrat kaca dan silikon (penelitian Amalia Dini, Fisika UNJ 2014). Pola difraksi dapat dianalisis menggunakan metode penghalusan data (*rietveld refinement*) dengan tujuan untuk menganalisis struktur kristal ZnO dan mengetahui pengaruh substrat silikon maupun kaca terhadap parameter fisika yaitu terkait konstanta kisi, ukuran kristalit, strain, volume unit atom, densitas serta dapat memvisualisasikan model 3D unit sel.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil struktur kristal dengan penghalusan rietveld menggunakan GSAS/EXPGUI?
2. Bagaimana pengaruh substrat kaca dan silikon pada parameter fisika, yaitu terkait konstanta kisi, ukuran kristalit, strain, dan volume unit atom serta densitas?
3. Bagaimana visualisasi 3D struktur kristal dari unit sel?

C. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis hasil struktur kristal dengan penghalusan rietveld menggunakan GSAS/EXPGUI
2. Menganalisis pengaruh substrat kaca dan silikon terhadap parameter fisika yaitu konstanta kisi, ukuran kristalit, strain, dan volume unit atom/densitas dari pola difraksi ZnO Nanorod.
3. Memvisualisasikan struktur kristal 3D unit sel

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini akan menghasilkan beberapa manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi penelitian bagi seluruh civitas akademika mengenai hasil struktur kristal dengan penghalusan rietveld dan pengaruh substrat kaca dan silikon terhadap hasil struktur kristal dan parameter fisiknya menggunakan GSAS/EXPGUI
2. Mendapatkan hasil visualisasi struktur kristal 3D unit sel