

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Selama beberapa tahun terakhir, lapisan tipis ZnO telah dipelajari secara luas karena potensial yang dimiliki oleh lapisan tipis ZnO tersebut. Lapisan tipis ZnO dapat digunakan sebagai piezoelektrik transduser, optical waveguides, media akustik-optik, perangkat permukaan gelombang akustik, sensor gas konduktif, elektroda konduktif transparan, jendela sel surya dan varistor (Znaidi, 2010). Permintaan dengan biaya rendah namun memiliki kinerja tinggi perangkat optoelektronik mengarah pada pengembangan *transparent conductive oxide* (TCO) lapisan tipis yang lebih efisien, terutama untuk aplikasi seperti solar sel, tampilan kristal cair, cermin panas, sensor gas, system konvasi fototermal, sensor posisi optic, dan gelombang akustik transduser. ZnO adalah bahan yang ramah lingkungan kompatibel dengan organisme lainnya, yang cocok untuk aplikasi di kehidupan sehari-hari yang tidak akan meninggalkan resiko apapun bagi kesehatan manusia, dan dampak terhadap lingkungan (Mauro dkk, 2017).

TCO yang dipelajari dalam beberapa tahun terakhir seng oksida (ZnO) merupakan salah satu bahan yang menjanjikan karena sifat optik dan listriknya, tinggi stabilitas kimia dan mekanik, juga bahan ini sangat melimpah di alam, yang membuatnya lebih murah dibandingkan dengan bahan lainnya seperti (ITO, SnO<sub>2</sub>). ZnO merupakan semikonduktor II-IV yang sekarang ini sudah diakui sebagai bahan yang sangat menjanjikan untuk diode atau laser pemancar cahaya biru dan ultraviolet, karena celah pita yang dimiliki oleh ZnO yaitu dengan lebar 3,37 eV dan eksiton yang besar dengan energy ikat sebesar 60 meV (Znaidi, 2010). Energy ikat eksitonnya yang besar memungkinkan penyerapan eksitonik dan rekombinasi bahkan pada suhu kamar, hal tersebut yang membuat ZnO menjadikan bahan yang menarik (Znaidi, 2010). Namun lapisan tipis ZnO yang tidak didoping tidak stabil terutama pada suhu tinggi. ZnO mudah untuk tumbuh, dan fase termodinamika stabil

adalah struktur wurtzite heksagonal (Mauro dkk, 2017).

Semikonduktor tipe-n menunjukkan bahwa ketika berorientasi pada sumbu c, sifat piezoelektrik dan piezooptik yang besar. Namun, untuk eksploitasi sifat menarik yang dimiliki oleh lapisan tipis ZnO dalam sensor atau perangkat optik aktif, ada kebutuhan untuk menyimpan lapisan yang berorientasi pada sumbu c yang berkualitas tinggi pada substrat suhu sederhana. Biasanya dibawah 450°C hampir semua teknik pengendapan, lapisan tipis ZnO telah dibuat dengan berbagai metode seperti sputtering, deposisi uap kimia, proses sol-gel, dan spray pyrolysis. Teknik spray pyrolysis menarik karena sederhana, efisien dan tidak mencemari proses produksi.

Suhu tumbuh adalah parameter untuk meningkatkan kualitas lapisan dan kinerja perangkat. Penggunaan suhu optimum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap dopan, cacat, dan tegangan pada lapisan ZnO, sehingga mengubah konsentrasi pembawa, struktur kristal, transmitansi optik, dan energi celah pita. Suhu tumbuh telah dilaporkan sangat berkontribusi pada pembuatan lapisan berkualitas tinggi, variasi tegangan, bentuk butiran Kristal, masa pakai pembawa muatan, dan jenis bahan konduksi (Shinho, 2009). Pertumbuhan Kristal dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, sifat zat itu sendiri, meliputi tingkat kelarutan bahan, tingkat kejenuhan dan derajat keasaman, kemudian pertumbuhan Kristal dipengaruhi karena adanya suhu, meliputi suhu lingkungan dan suhu larutan yang salah satunya adalah suhu pertumbuhan ( *growth Temperature* ), dan yang terakhir yang menyebabkan pertumbuhan kristal yaitu gangguan mekanik. Dalam penelitian ini peneliti memfokuskan pada faktor suhu tumbuh saja, sebab faktor yang lainnya relative konstan dengan begitu peneliti ingin meneliti pengaruh suhu tumbuh terhadap struktur Kristal (Thoifah & Ernawati, 2007).

Rietveld Refinement adalah usaha pencocokan antara pola difraksi terhitung dengan pola yang terukur dimana selisih antara keduanya diminimalkan dengan cara melakukan iterasi sampai mencapai nilai indikator yang baik (Chan Park, 2019). Pencocokan tersebut dilakukan dengan menghaluskan nilai parameter struktur kristal menggunakan asas kuadrat terkecil (least square). Adapun parameter struktur yang

dihaluskan dari 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. Rietveld refinement diproses dengan menggunakan perangkat yang bernama GSAS. Dengan GSAS kita dapat mengetahui hasil indikator yang dibutuhkan dalam penelitian seperti hasil chi-square, ukuran kristal dan lainnya. Data yang digunakan dalam proses penghalusan ini yaitu dengan menggunakan lapisan tipis ZnO dengan variasi suhu tumbuh yang berbeda yaitu dengan menggunakan suhu 450°C dan 500°C hal tersebut dipilih karena adanya penelitian sebelumnya yang memperlihatkan bahwa warna kristal yang dihasilkan dari penambahan suhu yang berbeda mengakibatkan adanya perbedaan hal tersebut diteliti oleh Wisnu dkk (2013).

Wisnu dkk (2013) telah melakukan penelitian Pengaruh Suhu Tumbuh Terhadap Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO 0.02 mol. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil Pada suhu tumbuh 400°C warna yang terbentuk adalah hijau. Pada suhu tumbuh 450°C terlihat warna hijau kekuningan. Sedangkan pada suhu tumbuh 500°C terlihat warna kuning keemasan. Berdasarkan profil warna dapat diprediksi bahwa ketebalan lapisan tipis berada di range 150-250 nm. Kemudian berdasarkan grafik XRD 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.

Kwang sik dkk (2002) telah melakukan penelitian dengan judul Effect of growth temperature on ZnO thin film deposited on SiO<sub>2</sub> substrate. Dari penelitian tersebut peneliti mendemonstrasikan untuk menumbuhkan lapisan tipis pada substrat SiO<sub>2</sub> pada suhu 100 °C dan 250°C menggunakan teknik MOCDV. Hasil didapatkan bahwa pertumbuhan suhu mempengaruhi dalam menentukan property lapisan ZnO. Orientasi sumbu c dari lapisan tipis ditingkatkan maka ukuran butir pun meningkat sesuai dengan meningkatnya suhu pertumbuhan. Dalam analisis difraksi sinar-x dengan puncak ZnO (002), lebar penuh pada setengah maksimum (FWHM) kurang dari 0,58 dicapai pada 200/250°C.

Cho Shinho (2009) telah melakukan penelitian dengan judul Effect of growth

temperature on the properties of ZnO thin films grown by radio-frequency magnetron sputtering. Dari penelitian tersebut pengaruh suhu tumbuh pada sifat structural. Optic dan listrik lapisan tipis ZnO diselidiki dengan difraksi sinar-x, SEM, spektrofotometri UV-VIS dan pengukuran Hall. Intensitas puncak ZnO (002) untuk lapisan yang ditumbuhkan pada 400°C memiliki nilai tertinggi dan FWHM nya diukur sebesar 0,23°. dengan meningkatnya suhu tumbuh maka celah pita optic dan resistivitas listrik menurun secara signifikan dan peningkatan kristalinitas film ZnO.

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. 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 dengan suhu tumbuh 450°C dan ZnO dengan suhu tumbuh 500°C. Pola difraksi dapat dianalisis menggunakan metode penghalusan data (*rietveld refinement*) dengan tujuan untuk menganalisis struktur kristal ZnO dan mengetahui pengaruh penambahan suhu tumbuh 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 pengaruh hasil analisis struktur kristal lapisan tipis ZnO dengan penghalusan rietveld menggunakan GSAS?
2. Bagaimana pengaruh penambahan suhu terhadap volume dan densitas kristal ZnO?
3. Bagaimana bentuk visualisasi 3D struktur kristal dari unit sel?

## **C. Tujuan penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh hasil struktur kristal lapisan tipis ZnO dengan penghalusan rietveld menggunakan GSAS
2. Menganalisis pengaruh penambahan suhu tumbuh ZnO 450°C dan ZnO 500°C terhadap volume dan densitas struktur kristal lapisan tipis ZnO.
3. Memvisualisasikan struktur kristal lapisan tipis ZnO 3D unit sel dan bentuk kristal.

## **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 suhu tumbuh 450°C dan 500°C terhadap hasil struktur kristal dan parameter fisiknya menggunakan GSAS
2. Mendapatkan hasil visualisasi struktur kristal 3D unit sel

