

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang saat ini sedang melaksanakan pembangunan dalam berbagai bidang khususnya bidang ilmu pengetahuan dan teknologi industri melalui pembangunan berbasis memanfaatkan kelimpahan kekayaan alam. Salah satu kekayaan alam Indonesia adalah mineral yang mengandung oksida besi. Mineral yang mengandung oksida besi biasanya ditemukan dalam bentuk batuan besi atau yarosit. Pada umumnya oksida besi diperoleh dalam bentuk *magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *geotit*, *limonit*, atau *siderite* (Firnando & Astuti. 2015). Kelimpahan mineral yarosit di alam masih memiliki kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebanyak 55,9% (Syarif, dkk. 2005). Dengan jumlah yang melimpah sudah semestinya sumber daya alam tersebut dimanfaatkan untuk menunjang pembangunan bangsa. Di Indonesia kebanyakan mineral hasil tambang dijual dalam bentuk bahan mentah sehingga memiliki nilai jual yang kurang. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan hasil tambang untuk meningkatkan nilai jualnya, salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan industri.

Salah satu industri yang paling pesat kemajuannya dan mempunyai pengaruh besar terhadap peradaban manusia pada saat ini adalah industri elektronik bidang teknologi semikonduktor. Saat ini material semikonduktor merupakan salah satu material yang mendapatkan perhatian khusus dari dunia industri maupun oleh peneliti karena dapat diaplikasikan untuk berbagai jenis divais, salah satunya adalah sensor gas.

Sensor merupakan suatu alat yang dapat mengubah besaran fisika menjadi besaran listrik (Santoso, dkk. 2013). Sensor gas adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan lingkungan dengan menghasilkan sinyal listrik yang besarnya sebanding dengan konsentrasi dan jenis gas (Sujitno, dkk. 2006). Sensor gas yang memiliki kualitas baik adalah sensor gas yang memiliki kemampuan baik dalam mengenali zat yang ingin dideteksinya, meliputi: sensitivitas yang tinggi, selektivitas yang baik, waktu respon yang cepat dalam mendeteksi adanya gas, dan stabilitas yang konstan (Yuliarto. 2005).

Penelitian mengenai sensor gas saat ini telah banyak dikembangkan dari berbagai jenis material untuk menghasilkan sensor gas yang paling baik seperti pembuatan sensor gas dari bahan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Suhendi, dkk. 2010),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didoping 10% mol CuO (Solikha, dkk. 2011),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang didoping 10% mol ZnO (Rahimah, dkk. 2011), dan  $\text{SnO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$  (Masitoh, dkk. 2011). Salah satu cara untuk memperoleh sensor gas yang memiliki kemampuan baik adalah dengan rekayasa bahan. Rekayasa bahan yang dilakukan adalah dengan cara menambahkan doping pada bahan dasar pembuatan keramik untuk aplikasi sensor gas. Hal ini dilakukan karena kualitas akhir dari suatu keramik yang dibuat salah satunya ditentukan oleh doping (Zhang, dkk. 2005).

Penelitian mengenai pembuatan keramik dengan penambahan doping yang diaplikasikan untuk sensor gas sebelumnya telah dilakukan oleh Sayono dkk pada tahun 2008. Penelitian yang dilakukan yaitu efek doping indium terhadap sensitivitas sensor gas ZnO. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa sensor gas berbasis ZnO yang didoping indium dengan massa 0.037 g memiliki sensitivitas sebesar 22.69% sedangkan sensor gas berbasis ZnO yang didoping indium dengan massa 0.485 g memiliki sensitivitas 54.05%. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah konsentrasi dopan yang ditambahkan mempengaruhi nilai sensitivitas dari sensor gas, semakin banyak konsentrasi dopan yang ditambahkan maka sensitivitas dari sensor gas akan semakin besar (Sayono, dkk. 2008). Selain pemberian dopan, terdapat parameter lain yang mempengaruhi sensitivitas sensor gas yaitu ukuran kristalit dan ukuran butir. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Rothschild & Komem (2004), ditemukan bahwa ukuran kristalit mempengaruhi sensitivitas sensor gas yang dibuat. Dalam penelitian ini ukuran kristalit dari material yang digunakan dalam pembuatan *metal-oxide* gas sensor masing-masing adalah 5 nm, 10 nm, 18 nm dan 27 nm dengan sensitivitas yang dihasilkan secara berurutan adalah  $\pm 60$ ,  $\pm 20$ ,  $\pm 15$ , dan  $\pm 10$ . Semakin kecil ukuran kristalit maka nilai sensitivitasnya semakin besar (Rothschild & Komem. 2004). Ukuran kristalit dapat diatur dengan menambahkan dopan seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Celline dkk (2016), pada penelitian ini ditemukan bahwa semakin banyak jumlah dopan yang ditambahkan maka ukuran kristalit akan semakin kecil (Celline, dkk. 2016). Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk (2015) ditemukan

bahwa ukuran butir juga mempengaruhi sensitivitas sensor gas. Dalam penelitian ini ukuran butir dari material yang digunakan dalam pembuatan sensor gas masing-masing adalah 6.5 nm, 15 nm, 42 nm, dan 130 nm dengan sensitivitas yang dihasilkan secara berurutan adalah 16.54, 16.47, 14.58, dan 7.5. Semakin kecil ukuran butir maka nilai sensitivitasnya semakin besar (Zhang, dkk. 2015).

Salah satu jenis sensor gas yang sedang dikembangkan saat ini adalah sensor gas etanol karena target pemasarannya cukup luas mencakup rumah tangga, kedokteran, kepolisian, dan lain-lain. Selain itu, sensor gas etanol memiliki beberapa manfaat seperti mengetahui kandungan gas etanol di dalam ruangan, makanan, dan tubuh manusia melalui tes etanol di bagian mulut. Material yang cocok dijadikan sebagai bahan dalam pembuatan sensor gas etanol adalah  $\text{LaFeO}_3$ . Hal tersebut karena keramik  $\text{LaFeO}_3$  memiliki respon yang baik terhadap gas etanol (Fan, dkk. 2010 ; Khetre, dkk. 2011). Bahan  $\text{LaFeO}_3$  pernah digunakan sebagai bahan dalam pembuatan sensor gas etanol oleh Thaweecai dkk pada tahun 2009, penelitian tersebut didasarkan pada penambahan dopan yang divariasikan untuk mendapatkan sensor gas yang optimal. Penelitian yang dilakukan yaitu pembuatan sensor gas etanol berbasis  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0$  ; 0.1 ; 0.3) dengan menggunakan metode *Metal-Organic Complex Decomposition*. Bahan yang digunakan berupa  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ . Karakteristik paling baik dari sensor gas etanol yang dibuat pada penelitian ini dicapai pada kondisi  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0.1$ ) dengan sensitivitas  $>150$  dan temperatur operasi  $300^\circ\text{C}$  (Thaweecai, T. dkk. 2009).

Pada penelitian ini dilakukan sintesis serbuk  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0$  ; 0.1) dengan menggunakan metode kopresipitasi dari bahan berupa serbuk  $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang berasal dari ekstraksi mineral yarosit, dan  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Serbuk  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0$  ; 0.1) kemudian dibuat dalam bentuk film tebal dengan teknik *screen printing* untuk diaplikasikan sebagai sensor gas etanol. Kebaharuan dari penelitian ini adalah pemanfaatan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal yang berasal dari ekstraksi mineral yarosit sebagai upaya memanfaatkan mineral lokal secara optimal dan meningkatkan nilai jualnya. Bahan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang digunakan telah melalui proses pemurnian dengan kadar kemurnian 91.8%. Hal tersebut berarti dalam bahan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang digunakan masih terdapat kandungan pengotor sebanyak 8.2%.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) dengan pemanfaatan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal yang berasal dari ekstraksi mineral yarosit untuk aplikasi sensor gas etanol dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui sifat kristal yang meliputi struktur kristal, parameter kisi, dan ukuran kristalinitnya, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui sifat morfologi yang berupa ukuran butir, dan karakterisasi sifat listrik untuk mengetahui nilai sensitivitas dan temperatur operasinya. Apabila karakterisasi dari keramik  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) tersebut memiliki karakteristik yang baik maka keramik tersebut dapat difabrikasi untuk dijadikan sensor gas etanol sehingga akan memberikan beberapa nilai tambah terhadap kelimpahan mineral yarosit di Indonesia seperti penghematan devisa dan mengurangi impor material dalam pembuatan sensor gas etanol.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka rumusan masalah yang tepat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana struktur kristal keramik film tebal berbasis  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berasal dari ekstraksi mineral yarosit?
- Bagaimana struktur morfologi keramik film tebal berbasis  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berasal dari ekstraksi mineral yarosit?
- Bagaimana sensitivitas dari sensor gas etanol berbasis keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berasal dari ekstraksi mineral yarosit?

## 1.3 Batasan Masalah Penelitian

Untuk memfokuskan permasalahan yang akan dibahas maka terdapat beberapa batasan masalah dalam penelitian ini. Pertama, karakterisasi struktur kristal yang dilakukan menggunakan alat difraktometer sinar-X untuk mengetahui struktur kristal keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ). Dari hasil karakterisasi ini dapat diketahui beberapa parameter yang dianggap memiliki pengaruh terhadap kinerja

sensor gas yang dibuat yaitu struktur kristal, parameter kisi, dan ukuran kristalit. Kedua, karakterisasi struktur morfologi yang dilakukan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang bertujuan untuk mengetahui struktur morfologi dari keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ). Dari hasil karakterisasi ini dapat diketahui parameter yang dianggap memiliki pengaruh terhadap kinerja sensor gas yang dibuat yaitu ukuran butir. Ketiga, karakterisasi sifat listrik yang dilakukan menggunakan alat *chamber gas* untuk mengetahui sifat listrik dari keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ). Karakterisasi sifat listrik ini dilakukan dengan memanaskan keramik  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) dari temperatur ruang sampai dengan temperatur  $390^\circ\text{C}$ . Setiap kenaikan  $5^\circ\text{C}$  nilai hambatan dan temperaturnya dicatat. Pengujian karakterisasi sifat listrik ini dilakukan di dalam ruang tanpa gas etanol (keadaan *ambient*) dan di dalam ruang yang berisi gas etanol dengan konsentrasi gas etanol yang divariasikan. Konsentrasi gas etanol yang diujikan yaitu 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm. Hasil karakterisasi sifat listrik ini adalah nilai sensitivitas dan temperatur operasi.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendapatkan gambaran mengenai struktur kristal keramik film tebal berbasis  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berasal dari ekstraksi mineral yarosit,
- b. Mendapatkan gambaran mengenai struktur morfologi keramik film tebal berbasis  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berasal dari ekstraksi mineral yarosit,
- c. Mendapatkan gambaran mengenai sensitivitas sensor gas etanol berbasis keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berasal dari ekstraksi mineral yarosit.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai karakteristik keramik  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) yang salah satu bahannya yaitu

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal yang berasal dari ekstraksi mineral yarosit dan diaplikasikan untuk sensor gas etanol. Apabila keramik  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ) memiliki karakteristik yang baik maka keramik tersebut dapat difabrikasi untuk dijadikan sensor gas etanol sehingga akan memberikan beberapa nilai tambah terhadap kelimpahan mineral yarosit di Indonesia seperti penghematan devisa dan mengurangi impor material dalam pembuatan sensor gas etanol. Selain itu diharapkan penelitian ini nantinya dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang berkepentingan sebagai bahan rujukan.

### 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan bertujuan untuk menjelaskan bab-bab yang ada pada penulisan skripsi ini secara garis besar. Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab. Bab satu merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat, dan sistematika penulisan skripsi. Bab dua merupakan kajian pustaka yang berisi mengenai penjelasan sensor gas, sensitivitas, keramik semikonduktor untuk aplikasi sensor gas, struktur kristal keramik untuk aplikasi sensor gas serta pengaruhnya terhadap sensitivitas sensor gas dan struktur morfologi keramik untuk aplikasi sensor gas serta pengaruhnya terhadap sensitivitas sensor gas. Bab tiga merupakan metode penelitian yang terdiri dari rincian mengenai waktu dan tempat penelitian, desain penelitian, serta tahapan penelitian yang terdiri dari pembuatan serbuk  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ), pembuatan film tebal, proses karakterisasi dan analisis data yang dilakukan untuk mengetahui struktur kristal, parameter kisi, ukuran kristalit, ukuran butir, sensitivitas, dan temperatur operasi dari sensor gas berbasis keramik film tebal  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ). Bab empat merupakan temuan dan pembahasan yang berisi penjelasan mengenai hasil penelitian diantaranya analisis struktur kristal, analisis struktur morfologi, dan analisis sifat listrik dari keramik film tebal berbasis  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$  ( $x=0 ; 0.1$ ). Kemudian yang terakhir yaitu bab lima yang merupakan simpulan dan rekomendasi, bagian ini terdiri dari kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan rekomentasi untuk perbaikan serta pengembangan penelitian lebih lanjut.