

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Pengembangan perangkat elektronik, optik dan sensorik merupakan salah satu contoh kemajuan teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam beberapa industri, salah satunya industri elektronik teknologi semikonduktor. Saat ini material semikonduktor mendapatkan perhatian khusus dalam aplikasi untuk berbagai jenis devais, salah satunya sensor gas (Ismangil,dkk 2017). Prinsip kerja dari sensor gas yaitu mendeteksi perubahan lingkungan dengan menghasilkan sinyal listrik yang besarnya sebanding dengan konsentrasi gas (Gao,dkk. 2009).

Sensor gas merupakan salah satu komponen penting yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu untuk mendeteksi gas berbahaya (Xiao,dkk. 2015). Kualitas sensor gas yang baik ditentukan oleh sensitivitas yang tinggi, waktu respon yang cepat, selektivitas yang baik dalam mendeteksi adanya gas dan stabilitas yang konstan sehingga memiliki kemampuan baik dalam mengenali zat yang dideteksinya (Yulianto, 2005). Aplikasi material sebagai sensor gas yang berkembang sampai saat ini antara lain yaitu material keramik film tebal Fe_2O_3 yang didoping ZnO untuk sensor gas alkohol (Rahimah,dkk. 2011), Fe_2O_3 untuk sensor gas aseton (Suhendi, dkk. 2012), potensi struktur pada LaFeO_3 dalam aplikasi sensor gas aseton (Xiao,dkk. 2015), keramik Fe_2O_3 doping La, Ca sebagai sensor gas etanol (Ariyani,dkk 2018), $\text{RuO}_2/\text{LaFeO}_3$ yang dibuat sebagai sensor gas (Hao,dkk. 2019), dan masih banyak aplikasi material yang dikembangkan dan diteliti sebagai sensor gas.

Salah satu jenis sensor gas yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan adalah sensor gas etanol. Hal ini karena sensor gas etanol memiliki target pemasaran dan manfaat yang cukup luas. Manfaat sensor gas etanol mencakup rumah tangga, kedokteran, dan kepolisian. Sebagai contoh, pemanfaatan sensor gas etanol untuk mendeteksi kandungan gas etanol pada parfum, mendeteksi gas pada bahan pangan dan pemeriksaan tubuh manusia bagi para pengemudi kendaraan melalui hembusan nafas (Rahimah,dkk. 2011).

Beberapa penelitian terkait rekayasa material untuk aplikasi sebagai sensor gas etanol antara lain material BaSnO_3 (Tao,dkk. 2000), Fe_2O_3 10% mol CuO

(Solikha,dkk. 2011), Fe_2O_3 10% mol ZnO (Rahimah,dkk 2011), LaFeO_3 doping semikonduktor tipe-p dan Fe_2O_3 doping semikonduktor tipe-p (Fan,dkk. 2011), serbuk LaFeO_3 , Fe_2O_3 doping $\text{La}_{0,9}\text{Ca}_{0,1}$ (Ariyani,dkk. 2018), LaFeO_3 doping SrO (Suhendi,dkk. 2019), dan Al_2O_3 doping LaFeO_3 (Suhendi,dkk. 2019).

Dalam mengembangkan sensor gas etanol, hal utama yang menjadi perhatian adalah sensitivitas sensor, yaitu kemampuan sensor untuk mengenali jenis sensor yang dideteksinya (Yuliarto, 2005). Sensitivitas sensor gas etanol antara lain dipengaruhi oleh ukuran kristal material, material dopan dan komposisi dopan yang diberikan pada material induk, serta ukuran butir yang dapat diidentifikasi dari morfologi permukaan. Semakin kecil ukuran kristalin maka sensitivitas yang dihasilkan semakin besar. Dengan kata lain, nilai sensitivitas yang tinggi dipengaruhi oleh kecilnya ukuran kristalin (Rothschild,dkk. 2004; Song,dkk. 2005; Zhang,dkk. 2015). Penambahan material dopan dan komposisi dopan yang sesuai pada sebuah material induk dapat menyebabkan terjadinya pengecilan ukuran kristalin sehingga dapat meningkatkan sensitivitas sensor (Celline,dkk. 2016). Adapun pengaruh morfologi permukaan terhadap sensitivitas yaitu bahwa semakin besar ukuran butir maka nilai sensitivitas suatu sensor gas akan semakin besar (Song,dkk. 2005).

Selain itu, penambahan material dopan dengan konsentrasi yang tepat dapat berpengaruh terhadap perpindahan elektron maupun hole yang bersesuaian dengan energi gap (Jorena, 2009). Hal ini akan membuat sensitivitas sensor semakin besar (Suharni,dkk. 2009; Solikha,dkk. 2011). Dengan demikian, penambahan dopan yang tepat pada film tebal keramik akan menghasilkan sensitivitas yang lebih baik jika dibandingkan tanpa dopan (Suhendi,dkk. 2019).

Dari beberapa penelitian terkait material untuk aplikasi sensor gas etanol, diketahui bahwa material LaFeO_3 dan Fe_2O_3 merupakan material yang memiliki prospek baik untuk diaplikasikan sebagai sensor gas etanol (Fan,dkk. 2011; Khetre,dkk. 2013). Dalam aplikasinya sebagai sensor gas etanol, material LaFeO_3 memiliki suhu operasi yang relatif lebih rendah dan respon yang lebih baik dibandingkan dengan material Fe_2O_3 . Selain itu, unsur yang berada pada golongan *Lantanoida* memiliki harga yang lebih ekonomis. Dalam aplikasinya sebagai sensor

gas etanol, serbuk LaFeO_3 dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam mesintesis lapisan atau film tebal LaFeO_3 (Suhendi,dkk. 2017).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja sensor berbahan dasar LaFeO_3 adalah dengan menambahkan material dopan yang sesuai. Material yang potensial untuk dipilih sebagai dopan pada LaFeO_3 antara lain yaitu unsur *Gadolinium* (Gd). Pemilihan unsur Gd sebagai dopan pada film tebal keramik LaFeO_3 dengan pertimbangan bahwa material Gd dan material *Lanthanum* (La) terdapat pada golongan yang sama yaitu *Lantanoida*, sehingga memiliki sifat yang hampir sama. Dengan demikian maka diharapkan unsur Gd dapat mensubsitusi La dalam material LaFeO_3 (Salah,dkk. 2017) sehingga dapat memperkecil ukuran kristalin. Pemilihan unsur Gd sebagai dopan yang bersal dari golongan yang sama dengan La, berpotensi menghasilkan sensor gas dengan suhu operasi yang tidak lebih tinggi dari suhu operasi sensor gas berbasis LaFeO_3 atau bahkan lebih rendah. Bahan dengan doping logam tanah jarang memiliki sensitivitas lebih tinggi terhadap etanol dibandingkan oksida timah, dan mampu berkerja pada suhu ≥ 150 °C (Tsang,dkk. 1998).

Pada sintesis film tebal keramik LaFeO_3 terdapat tahap perlakuan panas (*heat treatment*) berupa *firing* pada keramik film tebal dengan suhu tertentu. Suhu *firing* ini dapat berpengaruh terhadap morfologi permukaan film tebal yang terbentuk. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai pengaruh suhu *firing* terhadap struktur morfologi yang mana dapat berpengaruh terhadap sensitivitas sensor gas etanol. Suhendi dkk. (2017, 2019) dan Hao dkk. (2019) menunjukkan adanya pengaruh suhu *firing* terhadap sensitivitas sensor gas.

Berdasarkan paparan di atas, dilakukan penelitian mengenai pengaruh suhu *firing* terhadap karakteristik film tebal pada komposit Fe_2O_3 - LaFeO_3 - La_2O_3 untuk aplikasi sensor gas etanol menggunakan metode kopresipitasi dari material dasar serbuk Fe_2O_3 , serbuk La_2O_3 dan serbuk Gd_2O_3 . Teknik yang digunakan dalam pembuatan film tebal pada penelitian ini adalah teknik *screen printing*. Karakteristik film tebal tersebut meliputi struktur kristal, dan struktur morfologi. Selain itu diteliti juga mengenai pengaruh suhu *firing* terhadap sensitivitas sensor pada beberapa konsentrasi gas etanol.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

- 1.2.1. Bagaimana karakteristik Difraksi Sinar-x keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ didoping Gd pada variasi suhu *firing* untuk aplikasi sensor gas etanol?
- 1.2.2. Bagaimana struktur morfologi keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ didoping Gd pada variasi suhu *firing* untuk aplikasi sensor gas etanol?
- 1.2.3. Bagaimana pengaruh suhu *firing* film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ didoping Gd terhadap sensitivitas sensor gas etanol terhadap variasi?

1.3. Tujuan Penelitian

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

- 1.3.1. Mendapatkan gambaran karakteristik difraksi sinar-x keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ didoping Gd pada variasi suhu *firing* untuk aplikasi pada sensor gas etanol,
- 1.3.2. Mendapatkan gambaran struktur morfologi keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ didoping Gd pada variasi suhu *firing* untuk aplikasi pada sensor gas etanol,
- 1.3.3. Mendapatkan gambaran mengenai pengaruh suhu *firing* keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ didoping Gd untuk aplikasi pada sensor gas etanol terhadap sensitivitas sensor gas etanol.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

- 1.4.1. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya untuk meningkatkan kinerja sensor gas etanol. Hasil penelitian terdahulu terkait aplikasi sensor gas etanol umumnya hanya memberi gambaran terkait pengaruh dari penambahan dopan terhadap meningkatnya kinerja sensor gas etanol. Sedangkan hasil penelitian ini memberikan kontribusi terkait pengaruh penambahan dopan dan variasi suhu *firing* terhadap kinerja sensor gas etanol.

- 1.4.2. Penelitian ini berkontribusi dalam mengetahui adanya pengaruh suhu *firing* terhadap meningkatnya kinerja sensor gas. Sehingga penelitian ini dapat dijadikan referensi bahwa suhu *firing* yang tepat pada keramik sensor gas dapat meningkatkan kinerja sensor gas etanol.
- 1.4.3. Penelitian ini berkontribusi dalam mengetahui pengaruh suhu *firing* yang tepat pada keramik film tebal untuk aplikasi sensor gas etanol sehingga menghasilkan nilai sensitivitas tinggi dengan temperatur operasi yang rendah.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar skripsi ini berisi lima bab yang bertujuan untuk menjelaskan sebagai penjas agar mendapat arah dan gambaran terkait penelitian yang dilakukan. Bab satu merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan penelitian. Bab dua merupakan tinjauan pustaka yang digunakan sebagai rujukan dan dasar dalam melakukan penelitian yang berisi sensor gas, keramik semikonduktor, struktur kristal, struktur morfologi, sifat listrik, keramik semikonduktor berbahan dasar mineral yarosit, dan aplikasi doping gadolinium. Bab tiga merupakan metode penelitian yang dilakukan dalam proses penelitian sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai terkait waktu dan tempat penelitian, desain penelitian dan tahapan penelitian. Bab empat merupakan temuan dan pembahasan berisi hasil yang diperoleh dari proses penelitian serta pembahasan yang berhubungan dengan teori pada hasil rujukan penelitian terkait karakterisasi kristal, karakterisasi struktur morfologi dan karakterisasi sifat listrik film tebal. Bab lima merupakan penutup hasil penelitian berisi simpulan dan rekomendasi hasil penelitian yang telah dilakukan.