

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Teknologi semikonduktor telah memberikan kontribusi yang besar bagi kehidupan manusia. Salah satu aplikasi yang banyak digunakan adalah sensor gas. Sensor gas adalah sensor yang dirancang untuk mendeteksi dan mengidentifikasi keberadaan gas di suatu area. Sensor gas merupakan sebuah divais elektronik yang dapat menghasilkan sinyal listrik karena adanya respon interaksi kimia dengan gas (Yadav dkk., 2016). Sensor gas banyak digunakan untuk keselamatan manusia, seperti mendeteksi keberadaan gas yang beracun atau untuk mendeteksi kebocoran gas yang biasa terjadi di berbagai bidang pekerjaan, khususnya bidang industri (C Lin dkk., 2019).

Permintaan terhadap material sensor gas masih sangat tinggi, khususnya sensor gas etanol. Dikarenakan ini berkaitan dengan penggunaannya yang dapat diaplikasikan dalam uji kandungan etanol dalam ruangan, dalam tubuh manusia melalui tes alkohol dibagian mulut untuk memonitor supir kendaraan, uji kemasan dalam makanan (Haron dkk., 2017), dan uji fermentasi. Etanol merupakan jenis alkohol yang mudah menguap, mudah terbakar, tidak berwarna dan merupakan alkohol yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. C_2H_6O merupakan rumus kimia dari etanol, yang diharapkan dari unsur oksigen pada etanol dapat mempengaruhi konduktivitas material pada sensor gas.

Pada umumnya, jenis material yang dimanfaatkan dalam pembuatan sensor gas, adalah metal oksida dan semikonduktor oksida. Fe_2O_3 , SnO_2 , TiO_2 , adalah beberapa contoh material yang digunakan dalam pembuatan sensor gas (Cosandey dkk., 2000). Terdapat beberapa klasifikasi yang lebih spesifik untuk suatu material dapat dijadikan sebagai material penyusun sensor gas. Salah satunya adalah material perovskite. Material perovskite dengan rumus kimia ABX_3 , dimana X pada rumus ini adalah anion yang biasanya diisi dengan unsur oksigen dan kation pada rumus ini adalah A dan B, sehingga penulisannya menjadi ABO_3 .

LaFeO₃ adalah salah satu dari material perovskite yang banyak diteliti penggunaannya untuk sensor gas (Johnsson dkk., 2005). LaFeO₃ adalah salah satu jenis perovskite oksida yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti, sensor gas, elektroda SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*), katalis dll. Penelitian LaFeO₃ sebagai sensor gas etanol dilakukan karena LaFeO₃ memiliki respon yang baik terhadap keberadaan gas etanol (Fan dkk., 2011; Haron dkk., 2017; Suhendi dkk., 2017). Selain itu, LaFeO₃ yang diaplikasikan dengan sensor gas memiliki temperatur kerja yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan sensor gas Fe₂O₃ (Fan dkk., 2011; Suhendi dkk., 2017).

LaFeO₃ adalah salah satu bahan penyusun untuk sensor gas, yang terdapat sensitivitas terhadap keberadaan suatu gas tertentu. Namun, untuk dapat mendeteksi gas dalam volume yang besar, diperlukan rekayasa material dengan penggunaan *doping*. *Doping* adalah metode yang digunakan untuk mengubah sifat dari suatu material dimana satu atau lebih elemen atau senyawa ditambahkan ke dalam substrat dengan tujuan menghasilkan sifat material yang berbeda dengan yang sebelumnya, sebelum diberi *doping* (Q. Zhou dkk., 2015).

Pada penelitian ini LaFeO₃ akan di-*doping* dengan semikonduktor logam transisi kobalt (Co). Logam transisi yang digunakan sebagai *doping* dapat mengikat molekul hidrogen melalui donor elektron. *Doping* kobalt meningkatkan respons gas melalui peningkatan reseptor serta fungsi transduser (Kumar, Srivastava, & Jain, 2009). *Doping* kobalt juga memberikan peningkatan sensitivitas, waktu respon dan dapat menurunkan temperatur operasi (Luo dkk., 2022). Sehingga menjadikan logam transisi kobalt (Co) adalah salah satu dopan yang paling efektif untuk meningkatkan sifat optik dan sifat elektronik struktur LaFeO₃.

Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa *graphene* telah terbukti menjadi bahan pendeteksi gas yang menjanjikan karena memiliki luas permukaan yang besar (Robinson dkk., 2008; Schedin dkk., 2007a). *Graphene* adalah molekul yang terdiri dari atom karbon murni yang saling terkait satu sama lain membentuk pola heksagonal dua dimensi menyerupai sarang lebah. *Graphene* berpotensi dapat mendeteksi spesies gas hingga ke tingkat molekul tunggal (Schedin dkk., 2007a). *Reduced Graphene Oxide* (rGO) merupakan salah satu material berbasis *graphene* yang digunakan dalam sensor gas. Material ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan

relatif terjangkau sehingga mudah untuk mendapatkannya. Berdasarkan penelitian – penelitian tersebut, penelitian ini akan menganalisis efek dari penambahan lapisan rGO pada sensor gas berbasis LaFeO_3 yang di-*doping* Co (LFCO).

Analisis efek yang terjadi ketika ditambahkan lapisan rGO akan menggunakan perhitungan berdasarkan energi adsorpsi. Energi adsorpsi pada suatu material dengan sebuah gas dapat menjadi acuan terhadap tingkat sensitivitas dan selektivitas material tersebut dengan sebuah gas tertentu (Fellah, 2021). Dan juga semakin negatif energi adsorpsi suatu material akan semakin stabil konfigurasi dan adsorpsi eksotermiknya (Farmanzadeh & Ghazanfary, 2013).

Pada penelitian ini perhitungan dilakukan menggunakan *Density Functional Theory* (DFT) dengan metode pendekatan gradien atau *Generalized Gradient Approximation of Perdew-Burke-Enzerhof* (GGA-PBE). Perhitungan komputasi dengan DFT akan menggunakan program Quantum Espresso dalam *High Performance Computer* (HPC) yang disediakan oleh BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional). Perhitungan menggunakan HPC ini diperlukan dikarenakan komputasi yang akan dilakukan cukup berat dimana komputer biasa tidak akan cukup untuk melakukan komputasi ini. Dalam metode ini dimungkinkan pencarian material dengan simulasi sebelum dilakukannya fabrikasi. Sehingga hasil eksperimen dapat dibandingkan dengan simulasi yang telah dilakukan. Sehingga diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan wawasan serta pengetahuan yang baru dalam sensor gas yang berbasis LaFeO_3 .

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh penambahan rGO terhadap nilai energi adsorpsi LFCO pada gas etanol. Masalah ini dapat dijabarkan menjadi:

1. Bagaimana koordinat atom pembentuk struktur LFCO untuk komputasi perhitungan energi adsorpsi?
2. Bagaimana konvergensi parameter untuk perhitungan energi adsorpsi?
3. Bagaimana pengaruh penambahan rGO terhadap energi adsorpsi molekul gas etanol?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Dalam penelitian ini lapisan rGO pada LFCO adalah lapisan *single layer* dimana terbentuk dari struktur *graphene* yang ditambahkan satu atom oksigen dan disaturasi dengan atom hidrogen. Kemudian parameter makroskopisnya seperti lebar dan tebalnya diabaikan dikarenakan strukturnya didefinisikan sebagai struktur mikroskopis.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini dapat dibuat sebagai poin-poin sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai energi adsorpsi pada sensor gas berbasis LFCO untuk sensor gas etanol.
2. Mengetahui nilai energi adsorpsi dari penambahan rGO pada sensor gas berbasis LFCO untuk gas etanol.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai pengaruh dari rGo pada sensor gas berbasis LaFeO_3 yang didoping Co. selain itu, dapat diperoleh informasi mengenai nilai energi adsorpsi dari LFCO dan ditambahkan lapisan rGO.

Apabila pengaruh dari penambahan rGO pada LFCO untuk sensor gas etanol memiliki pengaruh yang baik, maka penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pembuatan sensor gas etanol yang lebih baik dalam berbagai aplikasi dan untuk penelitian berikutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan beberapa sub bab pelengkap sebagai penjelasan untuk mendapatkan gambaran dan arah yang jelas mengenai hal yang di tuliskan. BAB I pada skripsi ini merupakan pendahuluan yang berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematikan penulisan. BAB II pada skripsi ini ialah tinjauan pustaka yang menjelaskan tentang kajian pustaka yang digunakan untuk pembahasan sensor gas, material – material dan teori - teori yang digunakan dalam penelitian ini. Pada BAB III skripsi ini menyajikan metode – metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini. Dijelaskan pula pemodelan dan penyusunan algoritma

untuk kemudian ditulis kedalam program serta diagram alur perhitungan dan diagram alir penelitian dengan menggunakan pemrograman.

BAB IV berisi tentang hasil dan pembahasan penelitian yang dibuat berdasarkan rumusan atau pokok permasalahan, latar belakang, dan tujuan penelitian yaitu tentang pengaruh rGO pada sensor gas berbasis LFCO. BAB V pada skripsi ini merupakan penutup yang terdiri dari pembahasan dan kesimpulan yang dilakukan dari skripsi ini serta saran untuk penelitian berikutnya.