

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Arah perkembangan industri beberapa tahun terakhir ini berkaitan dengan eksplorasi *smart material* yang memberikan kontribusi besar terhadap kinerja dan efisiensi energi produk elektronik. Salah satu industri yang berkembang dengan *smart material* adalah industri elektronika yang berusaha melakukan peningkatan kinerja produk elektroniknya dalam berbagai hal seperti kuantitas penyimpanan data yang besar. Berdasarkan penelitian saat ini telah dikeluarkan produk *hard drive* computer dengan total penyimpanan data 16 tera *bite* yang menggunakan bahan *smart material* oksida multiferroik. Sistem memori baru yang digunakan adalah *Spintronics Magnetoresistive Random Acces Memory* (MRAM) <sup>(1)</sup>.

Peningkatan kinerja perangkat elektronik didukung oleh penggunaan bahan *smart material* multiferroik yang handal serta semakin canggihnya teknik elektronika yang dipakai saat sekarang ini. Bahan *smart material* multiferroik merupakan suatu material yang memiliki dua atau lebih gabungan sifat ferroik seperti sifat ferroelektrik, ferromagnetik, piezoelektrik, dan magnetoelastisitas dalam satu material tunggal. Dengan adanya gabungan sifat-sifat unggul ini diharapkan akan meningkatkan kinerja dari produk yang terbentuk.

Material multiferroik yang digunakan sebagai bahan penyimpanan data adalah *smart material* yang memiliki gabungan sifat ferroelektrik dan ferromagnetik dalam satu fasa tunggalnya. Sifat ferroelektrik adalah sifat bahan yang dapat menahan polarisasi listrik yang diberikan setelah sumber arus listrik dihilangkan. Dengan adanya sifat ini maka bahan dapat digunakan sebagai bahan penyimpanan arus listrik (superkapasitor) dan sebagai bahan penyimpan data *binary bite* komputer yang terbuat dari rangkaian masuk tidaknya arus listrik. Namun, Apabila hanya mengandalkan bahan ferroelektrik dalam menyimpan data maka hanya sedikit kapasitas penyimpanan data yang dapat digunakan <sup>(2)</sup>.

Metode penyimpanan data yang lebih canggih menggunakan prinsip arah magnetisasi untuk membentuk pola-pola medan magnet sebagai data yang dikenal dengan metode *spintronik* <sup>(3)</sup>. Oleh karena itu bahan penyimpan data yang lebih baik berupa senyawa multiferroik, dimana sifat ferromagnetiknya digunakan untuk

penulisan data dan sifat ferroelektrik digunakan untuk pembacaan data dan penyimpanan data, sehingga memperbesar ruang dalam mengolah data hingga tera bite.

Hasil dari berbagai penelitian, senyawa oksida Aurivillius memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan utama dalam perangkat elektronik, seperti pembuatan bahan kapasitor, bahan untuk menyimpan data pada memori komputer non-*volatile* (NVRAMs), serta bahan-bahan elektro optik untuk penyimpanan data dan *display* yang disebabkan oleh sifat ferroelektriknya. Saat ini telah dikembangkan senyawa Aurivillius yang memiliki sifat multiferroik (magnetoelektrik), dimana diketahui memiliki kemampuan yang besar dalam penyimpanan data karena adanya penambahan sifat dielektrik dan magnetik pada material <sup>(4)</sup>.

Senyawa Aurivillius telah banyak dikembangkan sifat ferromagnetiknya dengan pendopingan menggunakan kation logam yang memiliki banyak elektron tidak berpasangan umumnya dari logam golongan transisi, sehingga menghasilkan sifat magnetik dari senyawa. Dari berbagai penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa doping kation logam transisi yang berorbital  $d^n$  pada struktur Aurivillius dapat memunculkan sifat magnetik dan doping kation lantanida mampu meningkatkan sifat ferroelektrik Aurivillius.

Garida dan Bera telah mempelajari efek pendopingan ion logam lantanida pada senyawa Aurivillius SBTO. Hasilnya menunjukkan peningkatan sifat ferroelektrik dari senyawa Aurivillius yang dihasilkan dengan peningkatan konsentrasi pendopingan logam  $La^{3+}$ . Nilai ferroelektrik tertinggi didapatkan pada pendopingan logam lantanum 1 mol terhadap senyawa Aurivillius  $SrLa_xBi_{8-x}Ti_{6,88}Nb_{0,12}O_{27}$  <sup>(5)</sup>.

Pendopingan dengan kation logam transisi  $Mn^{3+}$  telah dilakukan pada senyawa  $Pb_{1-x}Bi_{4+x}Ti_{4-x}Mn_xO_{15}$  dan hasil yang didapat kation  $Mn^{3+}$  masuk hingga komposisi  $x = 0,6$  mol yang menghasilkan fasa tunggal Aurivillius dan bersifat multiferroik <sup>(6)</sup>. Walaupun demikian senyawa ini dikhawatirkan dapat menyebabkan keracunan pada manusia disebabkan mengandung logam berat Timbal (Pb). Efek keracunan logam timbal telah menjadi isu hangat akhir-akhir ini dikarenakan beberapa penelitian menyatakan bahwa keberadaan timbal dalam tubuh dapat menyebabkan timbulnya penyakit anemia *microcitic* (mengecilnya sel darah merah) dan anemia *hypocromic* (tidak terbentuknya hemoglobin) yang sangat berbahaya bagi manusia <sup>(7)</sup>.

Penelitian yang dilakukan adalah sintesis senyawa Aurivillius baru  $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$  yang memiliki empat lapisan struktur perovskit, dimana dilakukan pendopingan kation  $\text{La}^{3+}$  dan  $\text{Mn}^{3+}$  untuk menghasilkan senyawa Aurivillius dengan fasa tunggal yang bersifat multiferroik (Magnetoelektrik) yang tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan dasar penyimpanan data yang aman serta kegunaan lainnya. Selain itu, untuk mengeksplorasi kegunaan logam tanah jarang atau unsur-unsur golongan lantanida yang cukup banyak terdapat di Negara Indonesia.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Dapatkah dibuat senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$  dengan metode lelehan garam menggunakan campuran garam sulfat  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ?
2. Apakah sintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$  dengan  $x = 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; \text{ dan } 1,0$  mol dapat terbentuk fasa tunggal ?
3. Bagaimanakah bentuk struktur senyawa Aurivillius yang disintesis dan bagaimana sifat dielektrik yang dihasilkan ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$  dengan metode lelehan garam menggunakan campuran garam sulfat  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .
2. Mensintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$  dengan  $x = 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; \text{ dan } 1,0$  mol.
3. Menganalisis bentuk struktur sampel senyawa Aurivillius yang disintesis dan menentukan sifat dielektriknya.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi dalam sintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$  dan zat yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan perangkat elektronik yang menggunakan material multiferroik serta meningkatkan kinerja produk tersebut.