

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara dengan kekayaan alam yang melimpah dan salah satunya adalah mineral besi. Sejauh ini pemanfaatan mineral kurang maksimal, hanya ditambang dan dijual dalam bentuk mentah saja, sehingga memiliki nilai jual yang rendah. Salah satu mineral yang berlimpah adalah yarosit atau batuan besi. Mineral yarosit banyak terdapat di Provinsi Jawa Barat, Sumatera Barat dan Kalimantan. Pada umumnya besi diperoleh dalam bentuk *magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematit* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *geotit*, *limonit*, atau *siderite* (Firnando & Astuti, 2015). Mineral yarosit alam masih memiliki 60 % kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Syarif, Guntur & Yamin, 2005). Oksida besi hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) telah diteliti secara luas untuk berbagai keperluan.

Salah satu cara untuk memanfaatkan yarosit sebagai sumber daya alam adalah dengan menggunakannya sebagai bahan untuk sebuah komponen elektronik atau divais sensor seperti termistor yang berguna untuk mengukur suhu. Termistor memiliki dua bagian yaitu keramik sebagai komponen utama dan bagian tambahan yang meliputi enkapsulasi, lapisan logam, dan elektroda. Untuk teknologi sensor, keramik merupakan material kristal yang sangat berguna, karena memiliki struktur yang kuat, stabilitas termal yang baik, dan ringan (Jagtap, S., dkk., 2010).

Termistor adalah resistor yang nilai resistansinya dipengaruhi oleh perubahan temperatur (Syarif, D. G. dkk., 2007). Berdasarkan respon suhu yang dihasilkan, termistor dibagi menjadi dua jenis, yaitu *Positive Temperature Coefficients* (PTC) dan *Negative Temperature Coefficients* (NTC). *Negative Thermistor Coefficient* (NTC) merupakan jenis termistor dimana ketika suhu meningkat maka hambatan termistor akan menurun. Termistor NTC memiliki koefisien temperatur sepuluh kali lipat lebih besar daripada sensor platinum dan memiliki beberapa keuntungan yaitu :

sensitivitas tinggi, respon suhu yang cepat, bentuk dapat bervariasi, dan harganya murah (Kim, J. dkk., 2013). Termistor NTC memiliki banyak aplikasi di dalam kehidupan masyarakat, yaitu digunakan pada *air – conditioner* (AC), perangkat elektronik, pengukur suhu, pembatas arus listrik, sensor aliran air, dan sensor tekanan (Kohli, Devi & Reddy, 2012 ; Wiendartun. dkk., 2008).

Termistor yang memiliki kualitas baik adalah termistor dengan respon yang cepat terhadap perubahan temperaturnya. Terdapat dua konstanta yang penting dalam termistor, yaitu konstanta termistor (B) dan sensitivitas termistor ( $\alpha$ ). Kedua konstanta tersebut merupakan konstanta yang menentukan kelayakan termistor agar dapat digunakan secara komersial. Besar nilai konstanta termistor (B) yang umum beredar secara komersial adalah  $\geq 2000$  K (Dede, Syarif & Karim, 2007; Wiendartun, dkk. 2008 ; Kohli, Devi & Reddy, 2012). Termistor NTC biasanya dibuat dalam berbagai bentuk seperti piringan, bulk atau pelet, dan juga film baik film film tebal atau film tipis.

Pada saat ini telah banyak penelitian mengenai termistor NTC untuk menghasilkan termistor dengan kualitas paling baik. Pembuatan termistor NTC dengan mineral besi sebagai bahan utama masih terus dikembangkan seperti pembuatan film tebal berbasis  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  yang dilakukan oleh Wiendartun dkk. pada tahun 2008 dan pembuatan pelet berbasis  $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$  yang didoping  $\text{MnO}_2$  yang dilakukan oleh Wiendartun, Waslaluiddin, & Dani Gustaman Syarif pada tahun 2013. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wiendartun,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal didoping dengan  $\text{CuO}$  menghasilkan struktur spinel  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  dan memiliki konstanta termistor pada rentang nilai 2852 K – 4249 K. Nilai konstanta termistor yang dihasilkan masih cukup kecil sehingga aplikasi termistor terbatas yaitu hanya dapat digunakan pada lingkungan dengan jangkauan suhu yang rendah.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang dicampur dengan  $\text{TiO}_5$  kemudian diberikan doping  $\text{MnO}_2$  menghasilkan konstanta termistor dalam rentang 6424 K - 6740 K. Nilai konstanta termistor yang dihasilkan sudah cukup baik.

Termistor NTC yang dibuat dalam bentuk film tebal memiliki beberapa keunggulan dari termistor NTC berbentuk pelet. Keuntungan

teknologi film tebal yaitu dapat diproduksi dalam jumlah yang besar, akurasi yang tepat, dalam pembuatan hanya memerlukan bahan yang sangat sedikit dan dapat diaplikasikan dalam bentuk terintegrasi yang kompak dengan volume yang kecil (Wiendartun, Syarif, & Rusdiana, 2009 ; Klym, H., dkk., 2014). Salah satu metode yang sering digunakan untuk membuat film tebal adalah metode *screen printing*. Metode *screen printing* merupakan metode pelapisan film tebal dengan cara menyapukan pasta menggunakan alat penyapu mengikuti pola tertentu pada *screen* di atas substrat

Dalam merekayasa sifat listriknya, termistor NTC biasanya dibuat oleh reaksi binary atau ternary dari sistem transisi metal oksida seperti Mn, Co, Ni, Cu, dan Fe (Jagtap,S., dkk., 2010). Mangan (II) Oksida (MnO) merupakan bahan semikonduktor yang biasa digunakan dalam pembuatan divais untuk pengukuran pada suhu ruang karena memiliki resistivitas suhu ruang yang rendah (Park & Bang, 2003).Mangan oksida memiliki beberapa kelebihan, yaitu harga murah, mudah untuk dibuat, dan sifat listrik yang sangat baik (Jadhav, Mathad, & Puri, 2012).Mangan memiliki beberapa bentuk transisi yaitu  $MnO_2$ ,  $MnO$ ,  $Mn_2O_3$ , dan  $Mn_3O_4$ , sehingga mangan berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tahanan. Transisi logam Mangan Oksida akan terbentuk ketika keramik diberikan perlakuan seperti pembakaran pada suhu tertentu dan perlakuan panas seperti reduksi.Zinc Oksida (ZnO) merupakan bahan semikonduktor ekstrinsik II-VI dengan *band gap* 3,37 eV dan energi eksitasi pada suhu ruang 60 MeV serta memiliki karakteristik seperti tahanan yang rendah, stabilitas kimia yang tinggi dan tidak beracun (Xin, M. dkk., 2014).Sehingga pada penelitian ini dilakukan pembuatan termistor NTC dari bahan dasar  $Fe_2O_3$  sebagai upaya memanfaatkan mineral besi secara optimal dan meningkatkan nilai jualnya dengan campuran MnO dan ZnO untuk meningkatkan tahanannya

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wiendartun dkk.pada tahun2008,  $Fe_2O_3$  lokal didoping dengan CuO dan. menghasilkanstruktur spinel  $CuFe_2O_4$ . Keramik disinter pada waktu *sintering* yang berbeda yaitu disinter selama 1 jam dan 5 jam pada lingkungan udaradan konstanta termistor

yang dihasilkan adalah 3325 K dan 2852 K. Semakin berkurangnya waktu *sintering* maka akan semakin meningkatkan nilai konstanta termistor. Hal ini menunjukkan jika proses *sintering* mempengaruhi karakteristik listrik yang dihasilkan. Selain waktu *sintering*, terdapat parameter lain yang mempengaruhi karakteristik listrik keramik termistor NTC yaitu suhu *sintering* atau suhu pembakaran. Suhu pembakaran dipilih dibawah suhu dekomposisi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Proses *sintering* atau pembakaran akan mempengaruhi struktur mikro keramik karena proses *sintering* mengakibatkan adanya pertumbuhan butir. Perbedaan suhu pembakaran yang diberikan akan mempengaruhi struktur mikro keramik yaitu ukuran butir. Ukuran butir yang berbeda tentu akan menghasilkan jumlah batas butir yang berbeda. Batas butir mempengaruhi mobilitas pembawa muatan di dalam keramik akibatnya resistansi keramik juga akan berubah. Sehingga perubahan ukuran butir ini akan mempengaruhi karakterisasi termistor seperti energi aktivasi, konstanta termistor (B), dan sensitivitas ( $\alpha$ ). Berdasarkan latar belakang yang disampaikan, pengaruh suhu pembakaran terhadap karakteristik keramik film tebal berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$  untuk termistor NTC dipelajari.

## **B. Rumusan masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang maka permasalahan yang muncul dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu pembakaran terhadap struktur kristal termistor berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$ ?
2. Bagaimana pengaruh suhu pembakaran terhadap struktur mikro termistor NTC berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$ ?
3. Bagaimana pengaruh suhu pembakaran terhadap sifat listrik termistor NTC berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$ ?

## **C. Tujuan masalah**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan gambaran tentang pengaruh suhu pembakaran terhadap struktur kristal termistor NTC berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$ .
2. Mendapatkan gambaran tentang pengaruh suhu pembakaran terhadap struktur mikro termistor NTC berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$ .
3. Mendapatkan gambaran tentang pengaruh suhu pembakaran terhadap sifat listrik termistor NTC berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$ .

#### D. Batasan masalah

Batasan pada penelitian ini antara lain:

1. Komposisi serbuk  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  dan  $\text{ZnO}$  yang digunakan adalah 50% mol : 25% mol : 25% mol karena sebagai upaya memanfaatkan mineral besi secara maksimal sehingga digunakan komposisi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang paling banyak .
2. Pencampuran antara serbuk  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  dan  $\text{ZnO}$  dan *organic vehicle* (OV) dilakukan dengan perbandingan 70% wt : 30% wt karena disesuaikan dengan penelitian – penelitian sebelumnya yaitu seperti yang dilakukan oleh Wiendartun & Syarif dalam pembuatan termistor berbasis  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ .
3. Proses pembakaran dilakukan pada tiga suhu berbeda yaitu  $1000^\circ\text{C}$ ,  $1100^\circ\text{C}$ , dan  $1200^\circ\text{C}$  selama 2 jam karena suhu pembakaran berada dibawah suhu dekomposisi serbuk yaitu 0,6-0,85 dari suhu dekomposisi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Fajarin, R. dkk., 2015).
4. Pengujian resistansi pada keramik film tebal berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$  untuk termistor NTC dilakukan pada rentang suhu  $40^\circ\text{C}$ - $200^\circ\text{C}$  karena struktur spinel yang terdiri dari oksida logam transisi seperti Mn, Cu, Ni, dan Fe pada umumnya digunakan untuk suhu lingkungan dibawah  $200^\circ\text{C}$  (Lee & Park, 2014).

#### E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan gambaran tentang proses pembuatan keramik film tebal berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$  untuk termistor NTC dan pengaruh suhu pembakaran terhadap sifat listrik keramik film tebal

berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$  untuk termistor NTC kepada penulis dan pembaca serta hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang berkepentingan sebagai bahan rujukan.

## F. Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini disusun secara bab per bab dan terdiri dari lima bab. Bab satu merupakan pendahuluan dari skripsi yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan struktur organisasi. Bab dua merupakan tinjauan pustaka atau dasar teori yang berkaitan dengan skripsi yang terdiri dari penjelasan mengenai pengertian bahan semikonduktor, keramik, keramik semikonduktor, proses *sintering*, pengertian dan proses pembuatan film tebal, dan termistor NTC. Bab tiga merupakan metode penelitian yang digunakan pada saat penelitian yang terdiri dari proses penelitian sampai langkah pengolahan data diantaranya, metode penelitian, lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, desain penelitian yang terdiri dari proses studi literatur, percobaan, analisis data dan penulisan. Percobaan dimulai dengan pencampuran serbuk  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan MnO dan ZnO kemudian dilakukan proses *grinding* selama 2 jam. Serbuk campuran yang sudah halus dicampurkan dengan *organic vehicle* (OV) dengan perbandingan 70% wt:30% wt hingga berbentuk pasta. Proses *screen printing* dilakukan untuk mendapatkan film tebal berbasis  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MnO-ZnO}$  kemudian film tebal mentah dibakar pada suhu  $1000^\circ\text{C}$ ,  $1100^\circ\text{C}$ , dan  $1200^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Kemudian pada akhirnya dilakukan karakterisasi sifat listrik dengan pengukuran resistansi termistor NTC pada suhu  $40^\circ\text{C}$ – $200^\circ\text{C}$  dengan beda suhu  $5^\circ\text{C}$  dan analisis struktur kristal menggunakan XRD dan analisis struktur mikromenggunakan SEM. Bab empat merupakan hasil dan pembahasan yang terdiri dari penjelasan mengenai hasil penelitian dan pembahasan diantaranya analisis struktur kristal, struktur mikro, dan sifat listrik. Kemudian yang terakhir adalah bab lima yang merupakan kesimpulan dan saran yang terdiri dari kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran untuk perbaikan dan pengembangan penelitian lebih lanjut.