

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Telah disadari bahwa kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi harus dibayar oleh umat manusia berupa pencemaran udara. Dewasa ini masalah lingkungan kerap menjadi sorotan dan perhatian berbagai pihak khususnya dalam penanganan pencemaran udara yang dapat menimbulkan dampak termasuk efek pemanasan global (*global warming*). Pencemaran udara dapat mengubah salah satu komposisi udara dari keadaan normalnya dalam jumlah tertentu dan jangka waktu yang cukup lama sehingga akan mengganggu keseimbangan lingkungan. Udara merupakan campuran berbagai jenis gas, mungkin saja terdiri atas bermacam-macam polutan kimia seperti SO_x , NO_x , NH_3 , H_2S , CO atau senyawa uap organik (metanol, etanol, isopropanol, acetone) tergantung pada kondisi lingkungannya. Beberapa dari polutan ini merupakan gas yang mudah meledak dan beracun dengan tingkat risiko yang cukup tinggi. Partikulat-partikulat yang berada di udara sulit sekali dipisahkan secara alamiah dan dapat menyebabkan pengaruh yang besar bagi kesehatan. Terutama hidup di zaman industri modern seperti sekarang sangat membutuhkan proteksi terhadap gas-gas berbahaya ini.

Untuk mengatasi masalah ini dibutuhkan suatu pengembangan bidang teknologi material ke arah pembuatan divais-divais untuk monitoring gas yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang. Pada penelitian ini digunakan etanol

(C₂H₅OH) sebagai gas yang diujikan karena selain merupakan jenis alkohol yang tersebar luas juga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Pembuatan komponen-komponen elektronik ini dapat diwujudkan dengan mengoptimalkan mineral-mineral yang ada di alam, termasuk sumber daya alam mineral yang ada di Indonesia yang jumlahnya cukup melimpah dan belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimal. Bahan mentah ini dapat dimanfaatkan untuk pembuatan piranti-piranti elektronik yang aplikatif termasuk piranti untuk mendeteksi gas.

Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan untuk sensor gas adalah bahan keramik semikonduktor oksida dari unsur-unsur transisi di alam. Bahan oksida dari unsur logam transisi ini selain mempunyai sifat semikonduktor, sebagian diketahui pula sebagai *ferroelektrik* dan *ferromagnetik* dengan sifat fisik dan kimia yang sangat variatif (Irmansyah, et.al. 2002). Bahan keramik semikonduktor oksida ini reaktif terhadap berbagai jenis gas pada suhu operasi 100 °C sampai dengan 400 °C (Makhija, et.al. 2005). Karakteristik bahan keramik semikonduktor oksida ini tahan panas dan sensitif terhadap berbagai macam gas sehingga dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan yang berisiko tinggi seperti beracun atau dioperasikan pada suhu tinggi. Salah satunya adalah keramik CuFe₂O₄ yang berbasis keramik spinel dengan rumus umum AB₂O₄, dimana A adalah ion logam dengan valensi +2 dan B adalah ion logam dengan valensi +3.

Dalam struktur spinel, ion oksigen membentuk kisi *Face Centered Cubic* (FCC) dan ion A dan B menempati kisi interstisi tetrahedral dan oktahedral. Keramik CuFe₂O₄ ini digunakan secara luas sebagai *soft magnet* dan katalis

(Wiendartun dan Dani Gustaman, 2006). Struktur keramik CuFe_2O_4 ini berbasis sistem CuO (*Copper Oxide*) yang merupakan bahan oksida logam transisi dengan struktur kristal monoklinik dan Fe_2O_3 (*hematite*) yang merupakan bahan *ferromagnetik* dengan struktur kristal heksagonal. Sifat semikonduksi keramik spinel CuFe_2O_4 inilah yang diharapkan dapat digunakan untuk uji karakteristik listriknya di media gas etanol dengan melihat perubahan tahanan listriknya.

Penelitian yang dilakukan yaitu pembuatan keramik film tebal CuFe_2O_4 yang ditambah MgO pada suhu sinter $1100\text{ }^\circ\text{C}$ di udara. Secara hipotesis keramik CuFe_2O_4 yang ditambah MgO akan memiliki butir yang lebih kecil daripada keramik CuFe_2O_4 murni. Selain itu suhu $1100\text{ }^\circ\text{C}$ adalah suhu yang cukup tinggi untuk pembuatan film tebal sehingga secara teoritis reaksi pembentukan keramik CuFe_2O_4 akan berlangsung dengan baik tapi di sisi lain kemungkinan akan terjadi reaksi antar berbagai komponen pembentuk keramik film tebal. Jika dilihat dari diagram fase CuO dan Fe_2O_3 maka pemanasan keramik pada suhu $1100\text{ }^\circ\text{C}$ akan membentuk suatu daerah dimana struktur mikro CuO dan Fe_2O_3 akan berisi fase cair (Gustaman_d, 2006).

Bahan keramik film tebal CuFe_2O_4 dengan penambahan MgO sebesar 10 % mol dalam penelitian ini dibuat dengan menggunakan metode *screen printing* melalui teknik *snap off*. Teknologi film tebal merupakan pembuatan rangkaian terintegrasi dengan menggunakan metode *screen* dan *printing*. Dengan metode ini pembuatan film tebal CuFe_2O_4 memerlukan proses yang tidak begitu rumit namun memerlukan kontrol yang baik terutama saat proses pencetakan yang dapat mempengaruhi kualitas *screen printing*. Metode ini adalah salah satu bagian dari

teknologi proses mikroelektronika untuk fabrikasi komponen-komponen elektronika dan banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti otomotif, telekomunikasi, medikal, dan pengembangan sensor serta aktuator. Ditinjau dari segi pembuatannya teknologi film tebal diklasifikasikan ke dalam dua hal yaitu untuk aplikasi elektronik seperti pembuatan komponen elektronik dan untuk aplikasi non elektronik seperti pembuatan divais 3D (*three-dimensional*) seperti *microchannel*. Dengan teknologi ini diharapkan dapat dilakukan miniaturisasi suatu rangkaian elektronika dan mengintegrasikannya pada sebuah substrat alumina (Al_2O_3) (Manurung, et.al. 2005).

Dalam pembuatannya perlu diperhatikan parameter-parameter yang berkaitan dengan proses fabrikasinya karena karakteristik hasil akhir dari proses fabrikasi tergantung dari parameter-parameter tersebut. Oleh karena itu untuk memperoleh sifat-sifat bahan yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan perlu ditinjau kondisi parameter-parameter pembuatannya. Hal ini hanya akan tercapai dengan dilakukannya penelitian yang intensif dan perlu waktu serta biaya yang tidak sedikit.

1.2 Rumusan dan Pembatasan Masalah

Pembuatan film tebal keramik CuFe_2O_4 dipengaruhi oleh beberapa parameter penting seperti proses sintering, konsentrasi doping, proses kompaksi, proses pencetakan, dan parameter lainnya. Pada penelitian ini digunakan pendekatan berupa parameter sintering bahan keramik film tebal CuFe_2O_4 pada suhu $1100\text{ }^\circ\text{C}$ di atmosfer udara. Di sini dipelajari apakah film tebal CuFe_2O_4 :

10% mol MgO dapat dibuat dengan baik pada suhu tersebut dan bagaimanakah karakteristik listrik keramik tersebut di udara dan gas etanol dengan didukung oleh analisis struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* dan analisis struktur kristalnya menggunakan *X-Ray Diffractometer (XRD)*.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pembuatan keramik film tebal CuFe_2O_4 ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Untuk tahap pertama dilakukan proses preparasi serbuk CuO dan Fe_2O_3 dengan penambahan MgO sebesar 10 % mol. Proses ini dilakukan dengan penimbangan serbuk CuO dan Fe_2O_3 dengan perbandingan persentase mol 45:45 dari berat total yang diinginkan sebanyak 5 gram, dan serbuk MgO yang ditambahkan sebanyak 10 % mol. Masing-masing bahan secara terpisah digerus, disaring, dan kemudian bahan pendoping dicampurkan terhadap CuO- Fe_2O_3 sebesar 10 % mol.

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan pasta dengan mencampurkan senyawa gelas (frit) dengan senyawa organik (Organic Vehicle/OV) yang dibuat dengan proses yang cukup panjang. Setelah itu serbuk CuO- Fe_2O_3 yang telah ditambah MgO dengan persentase 10 % mol tadi dicampur dengan pasta untuk selanjutnya dicetak pada substrat alumina (Al_2O_3) menggunakan teknik *screen printing*. Hasil film tebal mentah kemudian disinter pada temperatur $1100\text{ }^\circ\text{C}$ di atmosfer udara.

Sebagai tahap akhir dilakukan karakterisasi listrik menggunakan seperangkat alat uji yang telah diset sebelumnya untuk mengetahui harga tahanan listrik sampel di media udara dan pada saat diberi gas uji etanol untuk berbagai konsentrasi. Selain itu dilakukan analisis SEM untuk mengetahui struktur mikro dan analisis dengan XRD untuk mengetahui struktur kristalnya dan fase-fase yang terjadi. Keramik yang dibuat diharapkan dapat diproyeksikan untuk divais sensor gas etanol.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik listrik keramik film tebal CuFe_2O_4 : 10 % MgO yang disintesis pada suhu 1100°C di atmosfer udara dan gas etanol.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan film tebal CuFe_2O_4 yang memiliki karakteristik listrik keramik yang dapat diukur di media udara dan gas etanol sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dijadikan suatu terobosan baru ke arah pembuatan sensor gas keramik. Produksinya dapat dilakukan sendiri sesuai kebutuhan tanpa bergantung pada negara lain. Dengan begitu, pada masa sekarang dan akan datang kita dapat menjadi tuan rumah di negeri sendiri dalam pembuatan divais-divais elektronika yang bermanfaat bagi masyarakat.

Dengan adanya pembuatan film tebal berbasis keramik semikonduktor oksida seperti CuFe_2O_4 ini diharapkan gas-gas beracun maupun yang mudah meledak selain gas etanol dengan kadar melewati batas ambang toleransi yang diberikan di sekitar kita dapat terdeteksi oleh adanya sifat fisik dan kimia keramik yang dibuat dalam penelitian ini.

