

PEMBUATAN KERAMIK Fe_2O_3 YANG DIDOPING 10% MOL CuO DENGAN MENGGUNAKAN METODE SCREEN PRINTING UNTUK SENSOR GAS ETANOL

Wilda Solikha¹, Dani Gustaman Syarif² dan Endi Suhendi¹

¹Jurusan Fisika, FMIPA-UPI, Jl. Dr. Setiabudi 229, Bandung 40154, Indonesia.

²PTNBR-BATAN, Jl. Tamansari 71, Bandung 40132, Indonesia,

E-mail: danigus@batan.go.id, danigusta@yahoo.com

ABSTRAK

PEMBUATAN KERAMIK Fe_2O_3 YANG DIDOPING 10% MOL CuO DENGAN MENGGUNAKAN METODE SCREEN PRINTING UNTUK SENSOR GAS ETANOL. Studi tentang pengaruh gas etanol terhadap sensitivitas sensor gas keramik film tebal Fe_2O_3 yang di doping dengan 10% mol CuO ($Fe_2O_3:10m CuO$) telah dilakukan. Keramik film tebal dibuat dengan metode screen printing pada suhu pembakaran $900^\circ C$. Dalam penelitian ini konsentrasi gas etanol divariasikan. Hasil analisis difraksi sinar-x (XRD) menunjukkan bahwa struktur kristal keramik film tebal $Fe_2O_3:10m CuO$ adalah heksagonal. Sedangkan hasil analisis Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan nilai ukuran butirnya sebesar $1,99 \mu m$. Hasil karakterisasi listrik menunjukkan bahwa keramik film tebal Fe_2O_3 dengan penambahan 10% mol CuO sensitif terhadap etanol. Dari ketiga konsentrasi gas yang diujikan, yaitu 401 ppm, 516 ppm dan 619 ppm, diketahui bahwa suhu optimal sensor gas berada pada rentang nilai $130^\circ C - 160^\circ C$.

Kata kunci: Fe_2O_3 , CuO , sensor gas, film tebal, etanol

ABSTRACT

FABRICATION OF Fe_2O_3 CERAMIC DOPED WITH 10 MOLE% CuO USING SCREEN PRINTING METHOD FOR ETHANOL GAS SENSOR. A study on the effect of ethanol gas on sensitivity of thick film ceramic of Fe_2O_3 doped with 10% mol CuO ($Fe_2O_3:10m CuO$) has been carried out. The thick film ceramics were fabricated using screen printing method at firing temperature of $900^\circ C$. In this study the concentration of ethanol gas was varied. Result of XRD analyses showed that the crystal structure of the ($Fe_2O_3:10m CuO$) ceramic was hexagonal. Where as result of SEM analyses showed that the grain size of the ceramic was $1.99 \mu m$. According to electrical characterization data the ($Fe_2O_3:10m CuO$) ceramic was sensitive to ethanol gas. Among three concentrations of tested gas namely 401 ppm, 516 ppm dan 619 ppm, it was known that the optimal operation temperature was in the range of $130^\circ C - 160^\circ C$.

Key words: Fe_2O_3 , CuO , gas sensor, thick film, ethanol

1. PENDAHULUAN

Penguasaan terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang industri dapat meningkatkan perekonomian suatu bangsa. Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang,

saat ini tengah melakukan pembangunan dalam berbagai bidang kehidupan dengan tujuan agar menjadi bangsa yang maju dan mandiri melaluipenguasaan ilmu dan teknologi. Dengan alasan itu berbagai penelitian dilakukan. Dengan menguasai ilmu dan teknologi, Indonesia dapat

memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia secara berlimpah untuk menunjang pembangunan bangsa. Salah satu sumber daya alam yang banyak ditemukan adalah mineral yang mengandung oksida besi. Mineral tersebut dapat dimanfaatkan untuk bahan industri, salah satunya adalah bahan dasar sensor gas.

Keramik dari oksida besi diketahui bersifat semikonduktor [1]. Beberapa literatur memperlihatkan bahwa keramik semikonduktor sensitif terhadap lingkungannya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sensor gas [1-6]. Di antara berbagai sensor gas, sensor gas etanol banyak digunakan di masyarakat. Pada umumnya sensor gas etanol yang ada saat ini masih merupakan barang impor, yang selain sulit didapat, harganya pun mahal. Dalam rangka pemanfaatan bahan lokal, alih teknologi dan substitusi impor, maka pada penelitian ini dilakukan studi pembuatan sensor gas etanol dari keramik berbasis Fe_2O_3 dengan metode screen printing.

Penelitian tentang sensor gas telah dilakukan beberapa peneliti [5-7]. Pada penelitian ini dicoba untuk memanfaatkan mineral oksida Fe_2O_3 dengan pemberian doping CuO sebesar 10% mol. Pembuatan keramik Fe_2O_3 yang didoping CuO sebesar 10 % mol (Fe_2O_3 :10m CuO) dilakukan dengan metode screen printing. Keramik Fe_2O_3 :10m CuO yang dibuat diuji responnya terhadap gas etanol pada berbagai konsentrasi.

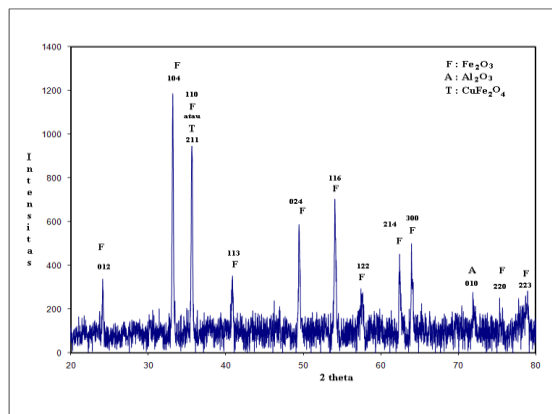
2. METODOLOGI

Serbuk Fe_2O_3 dan CuO dicampur lalu digerus sehingga menjadi campuran serbuk yang homogen. Serbuk campuran kemudian dicampur dengan *organic vehicle* (OV) sehingga menjadi pasta Fe_2O_3 - CuO . Setelah itu dioleskan ke substrat alumina menggunakan metode *screen printing*. Film tebal mentah yang diperoleh kemudian dibakar dilingkungan udara pada suhu 900°C selama 90 menit. Film tebal yang telah jadi dianalisis dengan XRD untuk mengetahui struktur kristalnya dan dengan SEM untuk mengetahui morfologinya. Film tebal yang hendak diuji listrik diberi kontak perak terlebih dahulu dan kemudian diuji sifat listriknya pada konsentrasi etanol yang berbeda, yaitu masing-masing sebesar 401 ppm, 516 ppm, dan 619 ppm.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Struktur kristal film tebal keramik Fe_2O_3 :10m CuO

Gambar 1 menunjukkan pola difraksi sinar-X (XRD) yang dihasilkan film tebal keramik Fe_2O_3 :10m CuO yang dibakar selama 90 menit pada suhu 900°C . Pola difraksi standar (JCPDS) untuk Fe_2O_3 , CuO , CuFe_2O_4 dan Al_2O_3 dijadikan acuan untuk mencocokkan puncak-puncak yang muncul pada pola difraksi pada Gambar 1. Puncak dominan yang terlihat adalah dari heksagonal Fe_2O_3 (ditunjukkan dengan huruf F). Dapat dilihat pula puncak tambahan yang berasal dari substrat alumina. Tanda T adalah kode untuk puncak CuFe_2O_4 yang kemungkinan muncul. Namun di sini puncak tersebut tidak dapat diidentifikasi secara jelas. Jika muncul posisi puncaknya kemungkinan berada di sekitar sudut $2\theta = 35^\circ$. Munculnya fase kedua CuFe_2O_4 dimungkinkan oleh adanya reaksi antara sebagian Fe_2O_3 dan CuO .

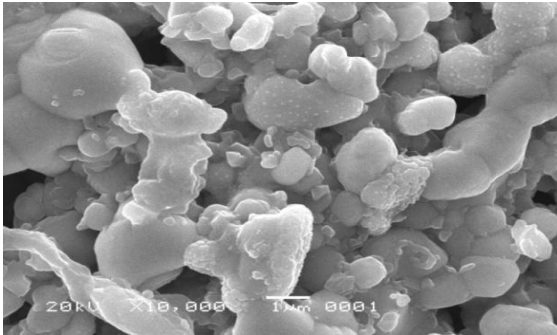


Gambar 1. Pola difraksi sinar-X film tebal keramik Fe_2O_3 :10m CuO yang dibakar selama 90 menit pada suhu 900°C .

3.2. Struktur mikro keramik film tebal Fe_2O_3 :10m CuO

Hasil analisis struktur mikro *Scanning Electron Microscope* (SEM) keramik film tebal Fe_2O_3 :10m CuO yang dibakar selama 90 menit pada suhu 900°C ditunjukkan oleh Gambar 2. Terlihat bahwa film tebal keramik Fe_2O_3 :10m CuO memiliki butir sebesar $1.99 \mu\text{m}$. Dibandingkan ukuran butir keramik film tebal Fe_2O_3 tanpa doping pada studi terdahulu [8] ukuran butir ini lebih besar. Hal ini

mengindikasikan bahwa penambahan doping 10% mol CuO dapat mendorong terjadinya pertumbuhan butir yang teraktivasi.



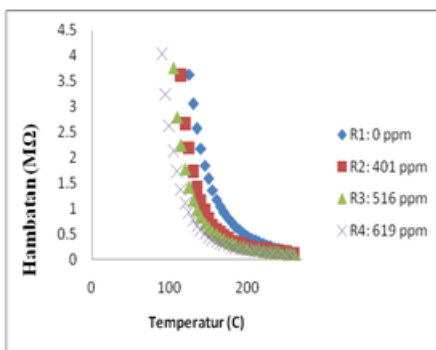
Gambar 2. Struktur mikro film tebal keramik Fe₂O₃:10m CuO yang dibakar selama 90 menit pada suhu 900 °C.

3.3. Karakteristik listrik sensor gas

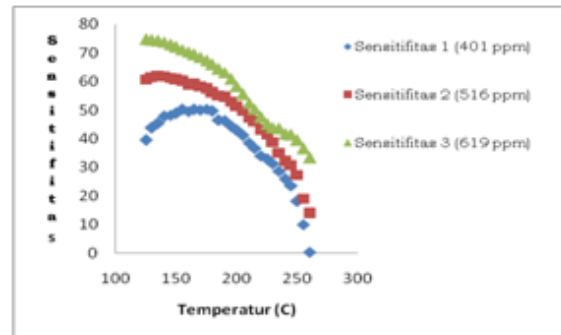
Gambar 3 di bawah menggambarkan perilaku hambatan listrik keramik film tebal Fe₂O₃:10m CuO terhadap perubahan suhu. Sedangkan Gambar 4 mengilustrasikan sensitifitas keramik film tebal Fe₂O₃:10m CuO. Sensitivitas didefinisikan sebagai perbandingan antara (selisih hambatan listrik keramik di dalam atmosfer mengandung gas etanol dan hambatan listrik keramik di dalam atmosfer udara) dan hambatan listrik keramik di dalam atmosfer udara dikali 100 % [7]. Secara matematis sensitivitas ditulis sebagai [7]:

$$\text{Sensitivitas} = (R_u - R_g) / R_u \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Dengan R_u adalah hambatan listrik keramik di dalam atmosfer udara dan R_g adalah hambatan listrik keramik di dalam atmosfer mengandung gas etanol.



Gambar 3. Perilaku hambatan listrik keramik film tebal Fe₂O₃:10m CuO.



Gambar 4. Grafik sensitifitas keramik film tebal Fe₂O₃:10m CuO.

Dari Gambar 3 di atas terlihat bahwa hambatan listrik menurun secara eksponensial dengan pertambahan suhu dan untuk nilai temperatur yang sama, hambatan listrik menurun dengan bertambahnya konsentrasi gas etanol. Sedangkan dari Gambar 4 di atas diketahui bahwa keramik film tebal Fe₂O₃:10m CuO memiliki suhu optimum yang berkisar pada rentang harga 130 °C – 160 °C. Terlihat bahwa meningkatnya sensitifitas seiring dengan semakin besarnya konsentrasi yang diberikan. Temperatur operasi ini cukup rendah karena biasanya temperatur operasi berada pada suhu yang lebih tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa sensor yang dibuat lebih ekonomis.

Penurunan hambatan listrik keramik film etanol melalui mekanisme sebagai berikut. Oksigen yang teradsorpsi di permukaan keramik film tebal membentuk halangan dengan potensial halangan tertentu akibat pemberian elektron oleh keramik yang bersifat semikonduktor ke gas oksigen untuk membentuk ion oksigen (O⁻). Hambatan pada kondisi ini merupakan hambatan awal keramik sensor. Ketika keramik sensor kemudian ditempatkan di lingkungan yang mengandung gas etanol, gas etanol bereaksi dengan ion oksigen sambil melepaskan elektron ke keramik sensor. Potensial halangan turun dan hambatan keramik sensor menurun.

4. KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat keramik film tebal Fe₂O₃:10m CuO yang sensitif terhadap gas etanol menggunakan metode *screen printing*. Keramik film tebal yang dibuat dapat diaplikasikan sebagai sensor gas etanol. Sensitivitasnya meningkat dengan bertambahnya konsentrasi gas etanol.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. **DANI GUSTAMAN SYARIF**, Karakterisasi keramik $\text{Fe}_2\text{O}_3:1\text{mTi}$ hasil sinter dan perlakuan panas, *Jurnal Mesin Trisakti* 9 (1) (2007).
2. **DANI GUSTAMAN SYARIF, ENKIR, S., GUNTUR, D.S., YAMIN, M.**, Studi awal pemanfaatan mineral magnetit sebagai bahan dasar termistor NTC, *Jurnal Mesin* 6 (3) (2004).
3. **DANI GUSTAMAN SYARIF, ENKIR, S., GUNTUR, D.S., SAEFUL, H.**, Karakterisasi termistor NTC yang dibuat dari serbuk hasil proses presipitasi magnetit asal Garut, *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, V (2) (2004).
4. **DANI GUSTAMAN SYARIF, ENKIR, S., GUNTUR, D.S., YAMIN, M.**, Studi awal pembuatan keramik termistor berbahan dasar mineral yarisit dan evaluasi karakteristiknya (Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir, P3TkN – BATAN Bandung , 14 – 15 Juni 2005), P3TkN BATAN, Bandung (2005).
5. **RESLEZCU, N., RESLEZCU, E., TUDORACHE, F., POPA, P.D.**, Gas sensing properties of porous Cu, Cd and Zn Ferrites, *Romanian Reports in Physics*, 61 (2009) 223-234.
6. **YAMAZOE, N., SHIMANOE, K.**, Receptor function and response of semiconductor gas sensor (Review), *Journal of Sensors* (2009) 1-21.
7. **RESLEZCU, E., IFTIMIE, N., POPA, P.D., RESLEZCU, N.**, Porous nickel ferrite for semiconducting gas sensor, *Journal of Physics: Conference Series* 15 (2005) 51–54.
8. **DANI GUSTAMAN SYARIF**, Data listrik keramik Fe_2O_3 , PTNBR BATAN, Unpublished work.

6. DISKUSI

M. Yamin:

Dari mana asal bahan Fe_2O_3 ?

Wilda Solikha:

Bahannya berasal dari bahan murni, bukan *raw* material dari tambang.

Saiful Hidayat:

Bagaimana aplikasi alatnya?

Wilda Solikha:

Sensor ditempatkan di alat sebagai pengukur gas etanol. Peralatan sensor dipadukan dengan teknologi instrumentasi.