

PEMBUATAN KERAMIK FILM TEBAL Fe_2O_3 -NiO DENGAN PEMANFAATAN Fe_2O_3 LOKAL UNTUK SENSOR GAS ASETON

Lilik Hasanah¹, Endi Suhendi¹ dan Dani Gustaman Syarif²

Jurusan Pendidikan Fisika, UPI,

Jl. Setiabudi, Bandung

Pusat Teknologi Nuklir dan Radiometri (PTNBR)-BATAN

Jl. Tamansari No. 71, Bandung 40132

e-mail: lilik_hasanah@yahoo.com

ABSTRAK

PEMBUATAN KERAMIK FILM TEBAL Fe_2O_3 -NiO DENGAN PEMANFAATAN Fe_2O_3 LOKAL UNTUK SENSOR GAS ASETON. Dalam rangka swasembada sensor gas khususnya gas aseton dengan pemanfaatan bahan lokal, telah dilakukan pembuatan keramik film tebal Fe_2O_3 -NiO dengan memakai Fe_2O_3 lokal sebagai bahan dasar. Serbuk Fe_2O_3 diolah dari mineral dengan pelarutan dan pengendapan. Serbuk yang diperoleh dicampur dengan serbuk NiO dengan komposisi 50 % mol Fe_2O_3 dan 50 % mol NiO secara homogen. Serbuk campuran kemudian dicampur dengan *Organic Vehicle (OV)* terbuat dari campuran terpineol dan etil selulose dengan komposisi 75 % berat serbuk campuran dan 25 % berat *OV* dan diaduk membentuk pasta. Pasta dilapiskan di atas substrat alumina dengan metode *screen printing* lalu dibakar pada suhu 1000 °C selama 90 menit hingga membentuk keramik film tebal. Film tebal dianalisis dengan *X-Ray Diffraction (XRD)*. Film tebal juga dianalisis dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Resistansi listrik keramik film tebal diukur pada berbagai suhu di udara dan di dalam gas aseton. Analisis *XRD* memperlihatkan bahwa keramik yang dibuat memiliki fasa $NiFe_2O_4$. Data *SEM* memperlihatkan bahwa keramik ini memiliki ukuran butir yang kecil dan porositas yang tinggi. Data listrik memperlihatkan bahwa keramik ini sensitif terhadap gas aseton.

Kata kunci : Film tebal, Sensor gas, Aseton, Fe_2O_3 , NiO, $NiFe_2O_4$

ABSTRACT

SYNTHESIS OF THICK FILM Fe_2O_3 -NiO CERAMICS USING LOCAL Fe_2O_3 FOR ACETONE GAS SENSOR. In order to get self capability in gas sensor especially acetone gas sensor by utilization of local material, thick film Fe_2O_3 -NiO ceramics have been fabricated using local Fe_2O_3 as raw material. Powder of Fe_2O_3 has been processed from mineral by dissolution and precipitation. The derived powder was mixed with NiO powder homogeneously with composition of 50-50 in mole %. The mixed powder was then mixed with Organic Vehicle (OV) made of alpha terpineol and ethyl cellulose with composition of 75 weight % mixed powder and 25 weight % OV forming a paste. The paste was coated on alumina substrates by screen printing method, then fired at 1000°C for 90 minutes to get thick film ceramics. The thick film was analyzed using X-Ray Diffraction (XRD). The film was subjected to Scanning Electron Microscope (SEM) analyses. Resistance of the thick films was measured at different temperatures in air and acetone gas atmosphere. Analyses of XRD showed that the produced ceramic has phase of $NiFe_2O_4$. Data of SEM showed that the ceramic has small grain and high porosity. Electrical data showed that the ceramic was sensitive to acetone gas.

Key words : Thick film, Gas sensor, Acetone, Fe_2O_3 , NiO, $NiFe_2O_4$

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari manusia memerlukan berbagai kebutuhan. Salah satu yang diperlukan manusia adalah lingkungan yang nyaman. Polusi dapat mengganggu manusia di antaranya jika ada gas seperti aseton di lingkungan. Untuk menjaga lingkungan agar tetap nyaman dan tidak terganggu oleh gas pencemar, maka diperlukan pengontrolan lingkungan

dengan menggunakan sensor gas. Jika gas aseton yang akan dikontrol, maka diperlukan sensor gas aseton. Kemampuan dalam pengontrolan gas aseton secara teliti dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi kadar gula penderita diabetes karena seorang penderita diabetes cenderung menghasilkan gas aseton dari nafasnya [1]. Umumnya sensor gas masih harus diimpor. Oleh karena

itu untuk swasembada sensor gas aseton diperlukan usaha pembuatan sensor gas aseton secara mandiri dari bahan lokal.

Sensor gas dapat dibuat dari berbagai bahan dan di antaranya dapat dibuat dari keramik khususnya keramik dalam bentuk film tebal. Berbagai keramik seperti SnO₂ [2] TiO₂ [3], Ferrit [4,5] dan Fe₂O₃ [6,7] menurut literatur dapat dibuat menjadi sensor gas. Khusus pada penelitian ini yang menjadi fokus perhatian adalah keramik kombinasi Fe₂O₃ dan NiO yang dapat diperoleh dari mineral yang melimpah di Indonesia.

Keramik kombinasi Fe₂O₃ dan NiO akan memiliki fasa yang jenisnya tergantung pada suhu pembuatan. Tiga fasa berbeda dapat terjadi selama pembuatan yaitu, pertama, Fe₂O₃ sebagai matriks dan NiFe₂O₄ sebagai fasa kedua, kedua, NiO sebagai matriks dan NiFe₂O₄ sebagai fasa kedua dan ketiga, NiFe₂O₄ sebagai matriks utama tanpa fasa kedua atau dengan sedikit fasa kedua Fe₂O₃ atau NiO.

Pada penelitian ini 50% mol Fe₂O₃ dan 50 % mol NiO dicampur dengan *Organic Vehicle (OV)* untuk membentuk pasta, kemudian pasta dilapiskan pada substrat alumina dan dibakar pada suhu 1000 °C. Fasa yang terbentuk di dalam keramik film tebal dan respon keramik tersebut terhadap gas aseton menjadi pokok bahasan makalah ini.

METODE PERCOBAAN

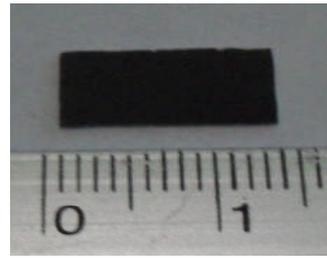
Serbuk Fe₂O₃ diolah dari mineral dengan pelarutan dan pengendapan. Serbuk yang diperoleh dicampur dengan serbuk NiO dengan komposisi 50 % mol Fe₂O₃ dan 50 % mol NiO secara homogen. Serbuk campuran kemudian dicampur dengan *Organic Vehicle (OV)* berupa campuran terpineol dan etil selulose dengan komposisi 75 % berat serbuk campuran dan 25 % berat *OV* dan diaduk membentuk pasta. Pasta dilapiskan di atas substrat alumina dengan metode *screen printing* lalu dibakar pada suhu 1000 °C selama 90 menit hingga membentuk keramik film tebal. Analisis difraksi sinar-X (*XRD*) terhadap film tebal kemudian dilakukan untuk melihat struktur kristal dan fasa-fasa yang terjadi. Tahanan listrik dari film tebal diukur pada berbagai suhu di udara dan di dalam atmosfer gas aseton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

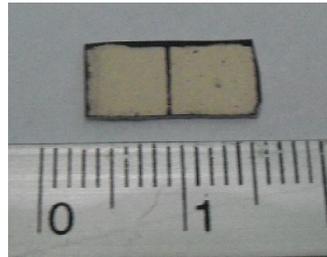
Penampilan Visual dan Analisis X-Ray Diffractometer

Contoh film tebal diperlihatkan pada Gambar 1. Setelah diberi elektroda perak keramik film tebal membentuk sensor seperti terlihat pada Gambar 2.

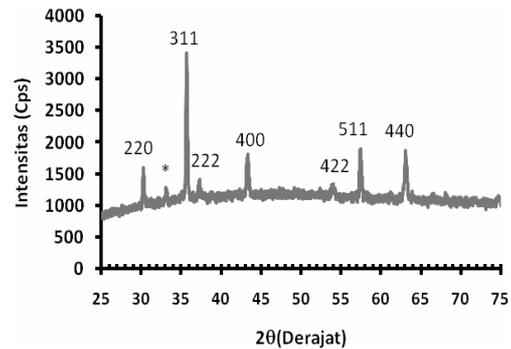
Data *XRD* dari film tebal yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3. Dari data pola difraksi



Gambar 1. Keramik film tebal Fe₂O₃-NiO.

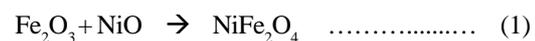


Gambar 2. Keramik film tebal Fe₂O₃-NiO yang telah diberi *electrode* perak.



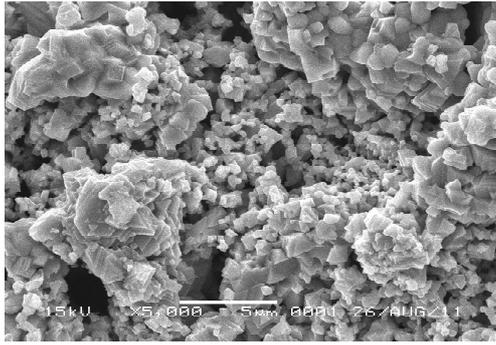
Gambar 3. Pola *XRD* keramik film tebal Fe₂O₃-NiO, membentuk fasa NiFe₂O₄.

diketahui bahwa struktur kristal keramik film tebal adalah kubik dan senyawa keramik yang terbentuk adalah NiFe₂O₄. Seperti terlihat pada Gambar 3, terdapat sebuah puncak tambahan di 2θ sebesar 33°. Puncak ini berasal dari Fe₂O₃ yang tidak membentuk NiFe₂O₄. Ini memperlihatkan bahwa suhu 1000 °C cukup untuk membentuk keramik NiFe₂O₄ meskipun sebagian kecil Fe₂O₃ tidak bereaksi. Reaksi pembentukan keramik NiFe₂O₄ mengikuti reaksi Persamaan (1).

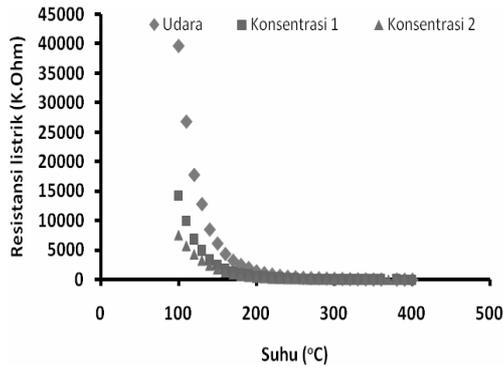


Analisis Scanning Electron Microscope

Morfologi permukaan keramik film tebal yang dipotret dengan *SEM* diperlihatkan pada Gambar 4. Ukuran butir keramik film tebal tampak bervariasi tetapi secara keseluruhan relatif berukuran kecil sekitar 100 nm hingga 1000 nm. Porositas keramik juga relatif banyak. Ukuran butir yang kecil dan porositas yang banyak adalah paduan karakteristik yang diperlukan oleh sebuah sensor gas.



Gambar 4. Morfologi film tebal $NiFe_2O_4$.



Gambar 5. Karakteristik listrik keramik film tebal Fe_2O_3 -NiO.

Karakteristik Listrik

Harga tahanan listrik keramik $NiFe_2O_4$ sebagai fungsi suhu untuk dua atmosfer yang berbeda yaitu udara dan gas aseton diperlihatkan pada Gambar 5. Konsentrasi aseton terdiri atas dua harga. Seperti terlihat pada Gambar 5, harga tahanan listrik menurun dengan meningkatnya suhu sampel secara eksponensial. Ini merupakan ciri dari semikonduktor. Dari sini diketahui bahwa keramik yang dibuat memiliki sifat semikonduktor.

Harga tahanan listrik juga dipengaruhi oleh konsentrasi aseton. Semakin besar konsentrasi aseton, semakin kecil harga tahanan listrik keramik. Turunnya resistansi listrik keramik melalui mekanisme berikut. Pada tahap awal permukaan keramik mengadsorpsi oksigen

dan memberikan elektron yang berada di pita konduksi kepada oksigen tersebut, menyebabkan kenaikan potensial penghalang. Pada saat gas aseton teradsorpsi di permukaan keramik, oksigen yang teradsorpsi bereaksi dengan gas aseton dan memberikan elektronnya ke pita konduksi. Potensial penghalang turun. Pada saat ini konduktansi naik atau resistansi turun. Data ini mengindikasikan bahwa keramik yang dibuat sensitif terhadap gas aseton dan berpotensi untuk diaplikasikan sebagai sensor gas aseton.

KESIMPULAN

Keramik film tebal $NiFe_2O_4$ berstruktur kubik telah dapat dibuat dari Fe_2O_3 yang diolah dari mineral dan NiO pada suhu $1000\text{ }^\circ\text{C}$ dengan sedikit menyisakan Fe_2O_3 yang tidak bereaksi. Keramik film tebal yang dibuat sensitif terhadap gas aseton sehingga berpotensi sebagai sensor gas aseton.

DAFTAR ACUAN

- [1]. M. RIGHETTONI, A. TRICOLI, S.E. PRATSINIS, *Analytical Chemistry*, **82** (2010) 3581-3587
- [2]. J. K. SRIVASTAVA, P. PANDEY, V. N. MISHRA, R. DWIVEDI, *Journal of Natural Gas Chemistry*, **20** (2011) 179-183
- [3]. L.R. SKUBAL, N.K. MESHKOV, M.C. VOGT, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **148** (2002) 103-108
- [4]. N. REZLESCU, E. REZLESCU, F. TUDORACHE, P. D. POPA, *Romanian Reports in Physics*, **61** (2) (2009) 223-234
- [5]. P.P. HANKAREA, S.D. JADHAVA, U.B. SANKPALA, R.P. PATIL, R. SASIKALA, I.S. MULLAC, *Journal of Alloys and Compounds*, **488** (2009) 270-272
- [6]. N. IFTIMIE, E. REZLESCU, P. D. POPA, N. REZLESCU, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, **8** (3) (2006) 1001-1003
- [7]. S. WANG N, L. WANG, T.Y., X. LIU, J. ZHANG, B. ZHU, S. ZHANG, W. HUANG, S. WU, *Journal of Solid State Chemistry*, **183** (2010) 2869-2876