

KARAKTERISTIK LISTRIK KERAMIK FILM Fe_2O_3 DENGAN VARIASI KETEBALAN YANG DIBUAT DARI MINERAL LOKAL DI ATMOSFIR UDARA DAN ATMOSFIR ALKOHOL

Endi Suhendi¹, Hera Novia¹, Dani Gustaman Syarif²

¹Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI Jl. Setiabudhi 229, Bandung, Indonesia.

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

E-mail: endis@upi.edu

Abstrak

Dalam upaya memberikan nilai tambah dari bahan/material lokal yang melimpah, pembuatan keramik film tebal berbasis Fe_2O_3 dari bahan lokal mineral yarosit dengan ketebalan bervariasi telah dilakukan. Karakteristik listrik dari hasil film tebal yang telah dibuat juga dipelajari. Serbuk Fe_2O_3 diperoleh dari mineral yarosit dengan menggunakan metode pelarutan – pengendapan. Serbuk Fe_2O_3 hasil pelarutan – pengendapan dicampur dengan *organic vehicle* (OV) berupa alfa terpineol and etil selulose agar membentuk pasta. Dengan metode screen printing, pasta yang dihasilkan ditumbuhkan pada substrat alumina dengan ukuran screen yang bervariasi yaitu 183 mesh, 225 mesh dan 375 mesh. Film tebal-film tebal yang dihasilkan kemudian dibakar pada suhu 950°C selama 90 menit. Film tebal-film tebal hasil pembakaran dianalisis dengan menggunakan *x-ray diffractometer* (XRD) untuk mengetahui struktur kristalnya dan dianalisis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui struktur morfologinya. Resistansi film tebal-film tebal yang dihasilkan diukur pada suhu yang bervariasi dalam udara dan udara yang mengandung gas alkohol. Penampakan secara visual dari film tebal-film tebal yang telah dipanaskan menunjukkan bahwa film-film tersebut telah dibuat cukup baik. Data hasil analisis XRD menunjukkan bahwa film tebal-film tebal yang dihasilkan memiliki struktur kristal hematit. Data hasil analisis SEM juga menunjukkan bahwa film tebal-film tebal yang dihasilkan sangat berporos dengan ukurannya yang relatif kecil. Resistansi film tebal-film tebal yang dihasilkan menunjukkan bahwa ketika berada di udara resistansinya lebih besar dari pada ketika berada dalam udara yang mengandung gas alkohol. Hasil ini menunjukkan bahwa film tebal-film tebal yang dihasilkan dari bahan lokal berpotensi untuk diaplikasikan sebagai sensor gas alkohol.

Kata kunci: Film tebal, Fe_2O_3 , alkohol, sensor gas

PENDAHULUAN

Dalam rangka memberikan nilai ekonomi yang tinggi dari bahan mineral yang melimpah di Indonesia, diperlukan upaya untuk mengkonversi bahan mineral yang melimpah tersebut menjadi produk yang bernilai tinggi seperti sensor gas. Sensor gas dapat dibuat dari berbagai macam keramik semikonduktor seperti $MgFe_2O_4$ [1], ZnO [2] dan Fe_2O_3 [3] yang dapat diperoleh dari mineral. Upaya untuk mewujudkan hal tersebut telah dilakukan dengan pembuatan keramik film tebal berbasis Fe_2O_3 dari bahan lokal mineral yarosit yang berasal dari bahan mineral di Indonesia.

Film tebal dibuat dengan menggunakan metode screen printing. Karakteristik film khususnya karakteristik listrik bergantung pada beberapa parameter yang salah satunya adalah ukuran screen. Perbedaan ukuran screen akan menghasilkan perbedaan ketebalan ukuran film. Perbedaan ketebalan dapat

menghasilkan perbedaan karakteristik film. Disini, pengaruh ukuran screen yang berbeda pada karakteristik listrik dari film tebal di udara dan di udara yang mengandung gas alkohol telah dipelajari dan didiskusikan.

METODE

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental murni. Keramik film tebal berbasis Fe_2O_3 dibuat dengan menggunakan yarosit hasil proses pelarutan-pengendapan. Untuk proses pemurnian, serbuk yarosit dipanaskan pada suhu $1000^{\circ}C$ selama 4 jam, lalu dilarutkan di dalam HCl dan disaring. Ke dalam larutan yang telah disaring ditambahkan NH_4OH untuk mendapatkan endapan $Fe(OH)_3$. Endapan yang diperoleh dibersihkan, lalu dipanaskan pada suhu $80^{\circ}C$ hingga kering. Serbuk yang telah kering kemudian dikalsinasi pada suhu $700^{\circ}C$ selama 2 jam untuk mendapatkan serbuk Fe_2O_3 . Serbuk Fe_2O_3 yang diperoleh dianalisis kimia untuk

memperoleh komposisi kimianya dan dianalisis dengan XRD untuk mengetahui struktur kristalnya. Serbuk Fe_2O_3 yang telah dihasilkan kemudian dicampur dengan *organic vehicle* berupa alfa terpineol (90%) and etil selulose (10%) untuk membentuk pasta. Dengan metode screen printing, pasta yang dihasilkan ditumbuhkan pada substrat alumina dengan ukuran screen yang bervariasi yaitu 183 mesh, 225 mesh dan 375 mesh. Film tebal-film tebal yang dihasilkan kemudian dibakar pada suhu 950°C selama 90 menit. Film tebal-film tebal hasil pembakaran dianalisis dengan menggunakan *x-ray diffractometer* (XRD) untuk mengetahui struktur kristalnya dan dianalisis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui struktur morfologinya. Pasta perak diprint screen pada permukaan film tebal untuk membuat elektroda. Resistansi film tebal-film tebal yang dihasilkan diukur pada suhu yang bervariasi dari

sekitar 50° sampai 400° dalam udara dan udara yang mengandung gas alkohol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

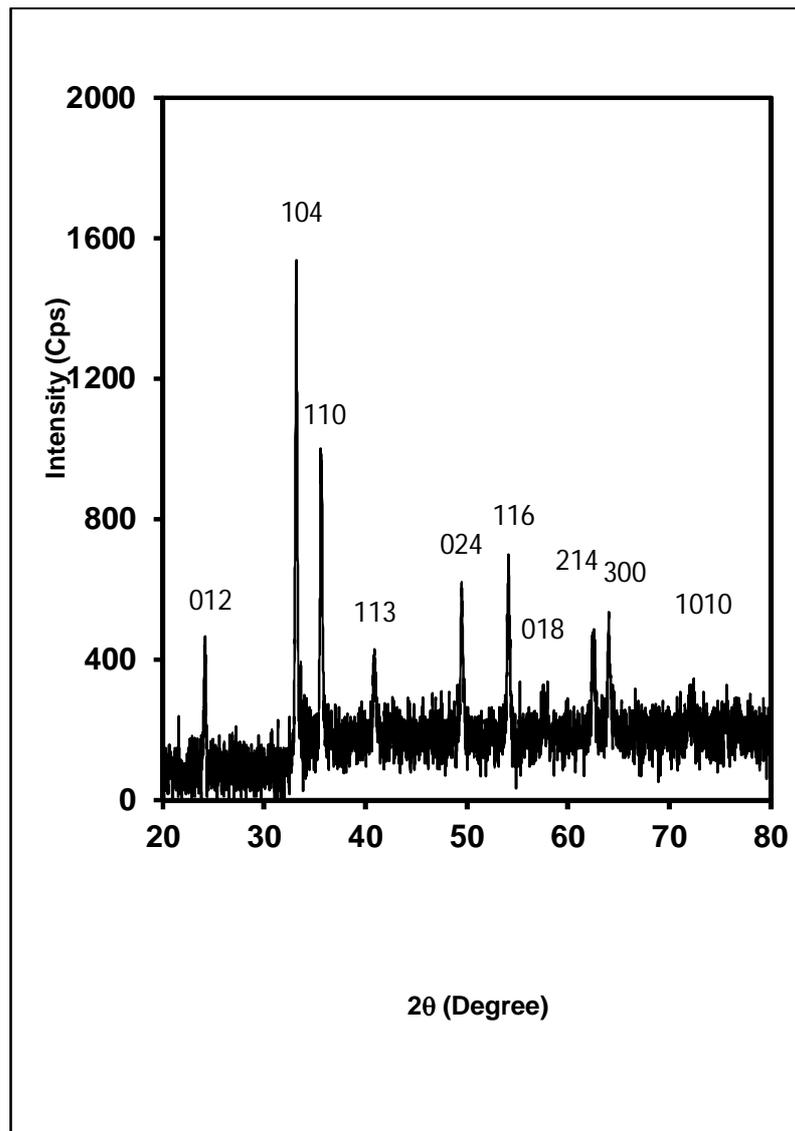
Sintesis Serbuk Fe_2O_3

Gambar 1 memperlihatkan secara visual bubuk Fe_2O_3 yang diperoleh dengan menggunakan metode pelarutan – pengendapan. Komposisi kimia serbuk diperlihatkan pada tabel 1. Terlihat bahwa terdapat material lain seperti SiO_2 dan TiO_2 yang memiliki konsentrasi lebih besar dari material pengotor lainnya. Material inilah sebenarnya yang membuat keramik film tebal yang dihasilkan aplikabel untuk dijadikan sensor. Profil XRD dari serbuk Fe_2O_3 ditunjukkan oleh gambar 4.2. Hasil analisis profil tersebut memperlihatkan bahwa serbuk memiliki struktur kristal hematit (JCPDS No. 33-0664). Ukuran partikel serbuk adalah sekitar 30 nm yang dihitung menggunakan metode Debye Scherrer [4,5].

Tabel 1. Komposisi kimia serbuk Fe_2O_3 dari hasil pemurnian mineral Yarosit

No.	Material	Konsentrasi (%)
1.	Fe_2O_3	93,80
2.	SiO_2	1,02
3.	MgO	0,09
4.	CaO	0,19
5.	TiO_2	1,15
6.	MnO	0,12
7.	Na_2O	0,59
8.	K_2O	0,50

**Gambar 1.** Penampakan visual serbuk Fe_2O_3 hasil proses pemurnian mineral Yarosit



Gambar 2 Profil XRD serbuk Fe_2O_3 hasil pemurnian mineral Yarosit

Pembuatan dan Karakterisasi Film Tebal

Fe_2O_3

Penampakan visual (representatif) film tebal Fe_2O_3 yang telah dipanaskan

ditunjukkan pada gambar 4.3. Keramik film tebal yang dihasilkan sangat baik, terlihat tanpa adanya retakan. Ketebalan keramik-keramik film tebal yang dihasilkan berturut-turut adalah 20 μm (screen size 375 mesh),

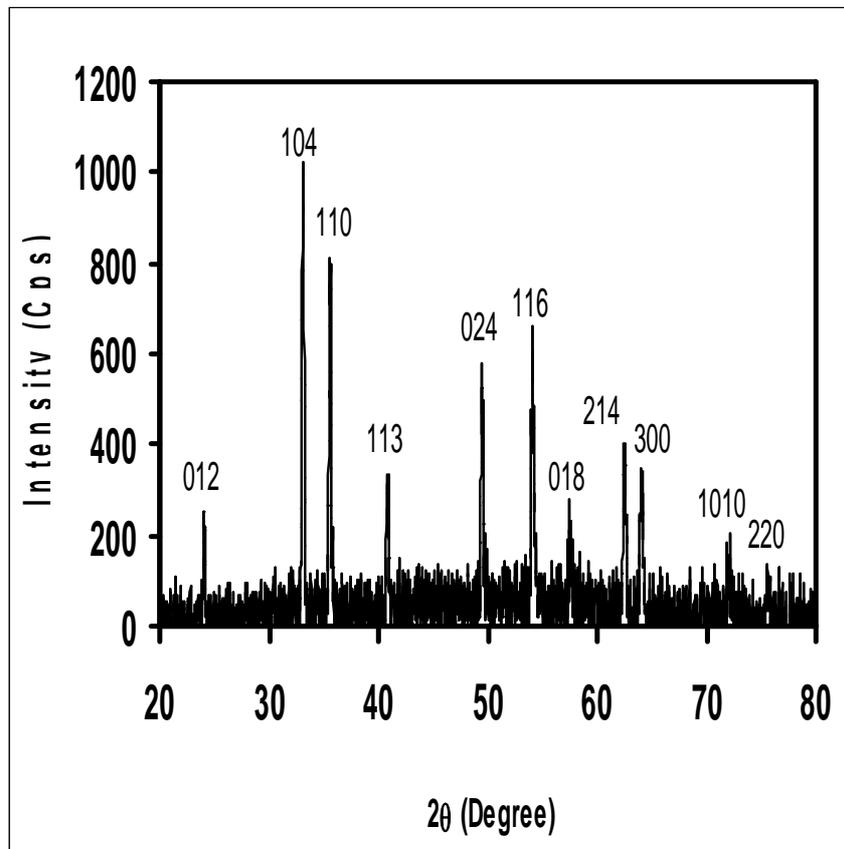
30 μm (screen size 225 mesh) dan 60 μm (screen size 183 mesh).

Profil XRD film-film yang dihasilkan adalah ditunjukkan pada gambar 4–6. Analisis profil XRD menunjukkan bahwa struktur kristal film-film yang dihasilkan memiliki struktur yang sama yaitu hematit

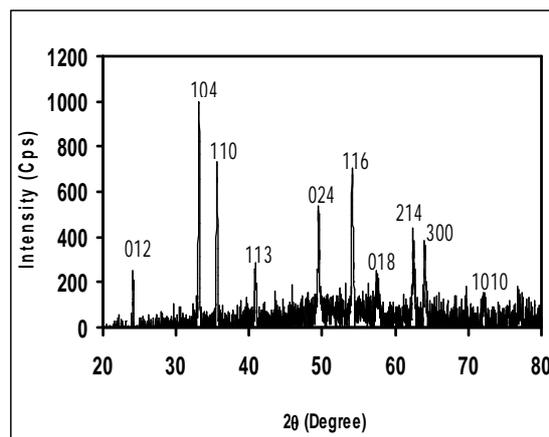
(JCPDS No. 33-0664). Beberapa puncak dari substrat alumina (yang dicirikan dengan A) ditemukan pada profil XRD film yang dibuat berukuran 375 mesh. Hal ini terjadi karena film yang dihasilkan lebih tipis dari film-film yang lain. Hasil ini menunjukkan bahwa ketebalan film tidak mempengaruhi struktur kristal yang terbentuk.



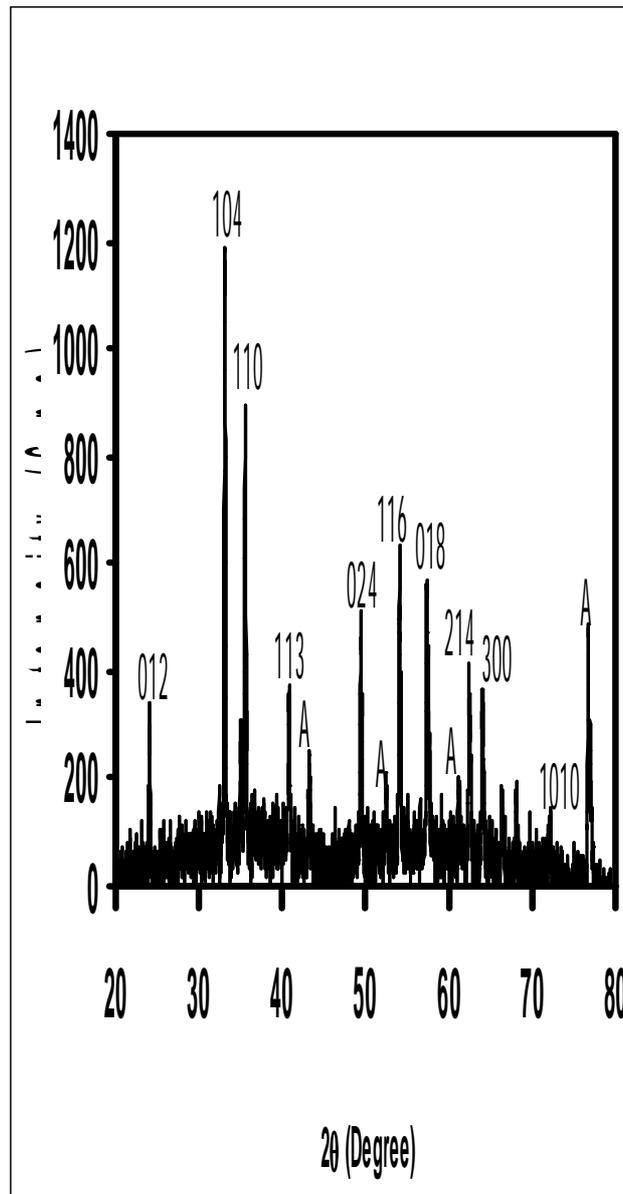
Gambar 3 Penampakan visual film tebal Fe_2O_3 yang telah dipanaskan



Gambar 4 Profil XRD film tebal Fe_2O_3 yang dipanaskan pada suhu 950°C selama 90 menit dengan ukuran screen 183 mesh



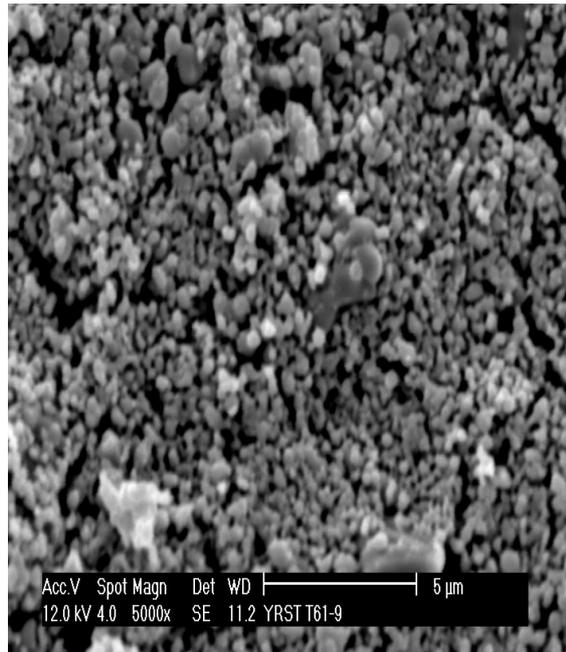
Gambar 5 Profil XRD film tebal Fe_2O_3 yang dipanaskan pada suhu 950°C selama 90 menit dengan ukuran screen 225 mesh



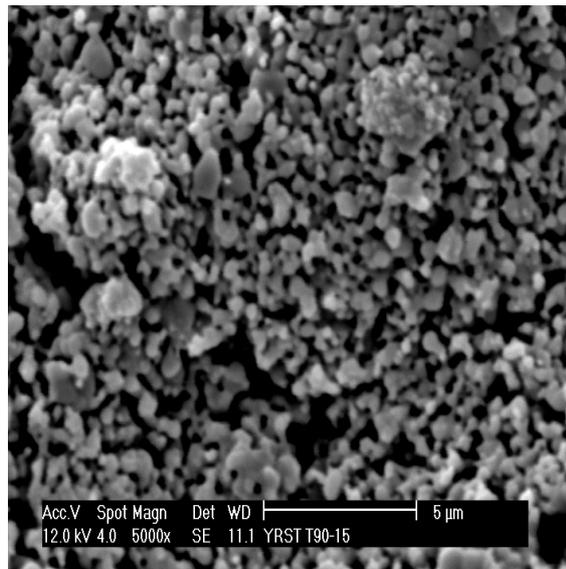
Gambar 6 Profil XRD film tebal Fe_2O_3 yang dipanaskan pada suhu 950°C selama 90 menit dengan ukuran screen 375 mesh

Gambar hasil analisis SEM yang menunjukkan bahwa semua film yang dihasilkan berporos dengan ukuran grain yang kecil (sub

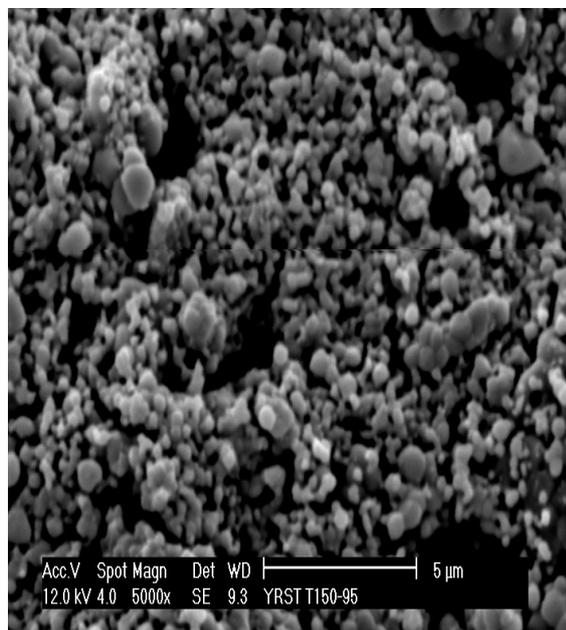
micron). Porositas meningkat dengan kenaikan ukuran screen. Ukuran grain sedikit lebih besar seiring kenaikan ukuran screen meskipun kenaikan ini tidak berpengaruh.



Gambar 7 Gambar morfologi hasil SEM film tebal Fe₂O₃ yang dipanaskan pada suhu 950°C selama 90 menit dengan ukuran screen 183 mesh



Gambar 8 Gambar morfologi hasil SEM film tebal Fe₂O₃ yang dipanaskan pada suhu 950°C selama 90 menit dengan ukuran screen 225 mesh



Gambar 9 Gambar morfologi hasil SEM film tebal Fe₂O₃ yang dipanaskan pada suhu 950°C selama 90 menit dengan ukuran screen 375 mesh

Karakteristik Listrik

Sampel didisain menurut gambar 10. Karakteristik listrik dari film tebal Fe₂O₃ di udara dan di udara yang mengandung gas alkohol adalah ditunjukkan pada gambar 11. Kita bisa melihat dari gambar tersebut bahwa resistansi film yang dibuat dengan ukuran screen 183 mesh lebih kecil dari resistansi film yang dibuat dengan ukuran screen 225 mesh dan 375 mesh. Makin besar ukuran screen maka makin besar pula resistansi film. Hal ini berarti pula makin tipis film maka resistansinya makin besar. Kecenderunagn ini mengikuti hubungan antara resistansi dan volume bulk keramik untuk resistivitas yang sama. Tetapi, perubahan resistansi juga dipengaruhi oleh porositas keramik film.

Resistansi film dalam atmosfer yang mengandung gas alkohol lebih rendah dibandingkan dalam atmosfer berisi udara. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antara

gas alkohol dengan keramik film. Gas alkohol mentransfer elektron pada keramik sehingga meningkatkan jumlah elektron konduksi pada keramik yang mengakibatkan menurunnya resistansi keramik film.

Respon keramik film terhadap gas alkohol secara kuantitatif dinyatakan oleh sensitivitas yang dihitung dengan menggunakan persamaan 1 [6,7] di bawah ini:

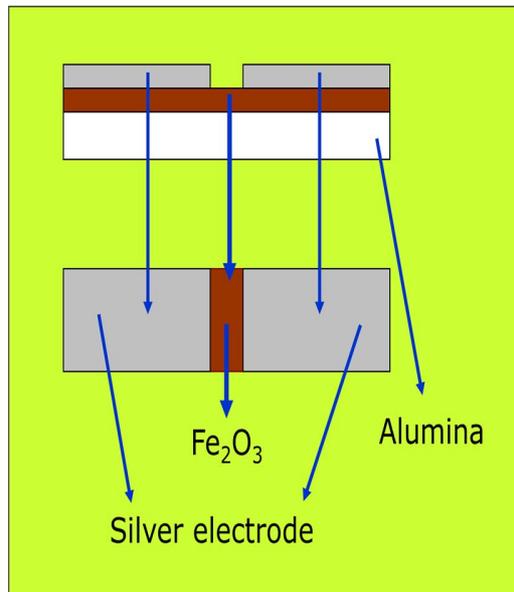
$$S = [(Re - Ro)/Ro] \times 100 \%$$

(1)

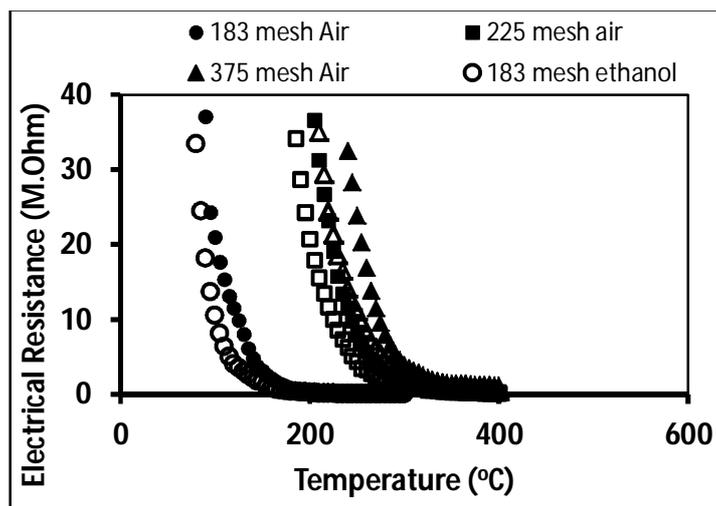
dimana S adalah sensitivitas keramik film, Ro adalah resistansi keramik film di udara dan Re adalah resistansi keramik film di atmosfer udara yang mengandung gas alkohol. Suhu yang dioperasikan diperoleh dari data sensitivitas dimana nilai sensitivitas terbesar ketika kisaran suhu yang rendah. Suhu yang dioperasikan untuk tiap film tebal ditunjukkan pada tabel 2. Berdasarkan tabel 2 kita dapat melihat

bahwa keramik film paling baik diperoleh dari pembuatan dengan ukuran screen 183 mesh. Film ini dapat dioperasikan pada suhu

yang relatif rendah (120°C) dengan sensitivitas yang tinggi (65%).



Gambar 10 Disain sampel untuk sensor gas alkohol



Gambar 11 Resistansi sebagai fungsi suhu film tebal di udara dan udara yang mengandung gas alkohol

Tabel 2 Suhu operasi dan sensitivitas dari film tebal

Ketebalan film (μm) / Ukuran Screen (mesh)	Suhu operasi ($^{\circ}\text{C}$)	Sensitivitas (%)
60/183	120	65
30/225	210	50
20/375	240	55

Kesimpulan

Keramik film tebal berbasis Fe_2O_3 yang berasal dari bahan lokal mineral yarosit yang melimpah telah dibuat dengan menggunakan metode screen printing. Keramik yang dibuat dengan metode ini bervariasi dalam ukuran screen 183 mesh, 225 mesh dan 375 mesh. Keramik film tebal yang dihasilkan memiliki sifat semikonduktor. Resistansi (listrik) dari keramik-keramik film tebal yang dihasilkan menurun seiring dengan kenaikan suhu dan ketebalan keramik. Resistansi keramik-keramik film dalam

atmosfir yang mengandung gas alkohol lebih rendah dibandingkan resistansi keramik-keramik film dalam udara. Hasil ini mengindikasikan bahwa keramik-keramik film yang telah dibuat berpotensi menjadi sensor gas alkohol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Pendidikan Indonesia atas suport dana penelitian melalui DIPA UPI SK No. 1710/PL/2010 tanggal 5 Mart 2010.

DAFTAR PUSTAKA

1. C. Doroftei, E. Rezlescu, N. Rezlescu, P. D. Popa, Rom. Journ. Phys., Vol. 51, Nos. 5–6, pp. 631–640, 2006.
2. C. Liewhiran, S. Phanichphant, *Sensors* 7, pp.1159-1184, 2007.
3. G.S. Guo, Y. Wang, W. Ren, F. Gu, H.Y.Guo, Solid State Phenomena Vols 121-123, pp 61-64, 2007.
4. B. Cela, D. A. de Macedo, G. L. de Souza, R. M. do Nascimento, A. E. Martinelli, C. A. Paskocimas, *J. New Mater. Electrochem. Sys.* 12, 109-113 (2009).
5. K. S. Rathore, D. Patidar, Y. Janu, N. S. Saxena, K. Sharma, T. P. Sharma, *Chalcogenide Lett.* 5 (6), 105-110 (2008).
6. D. R. Patil, L.A. Patil, D.P. Amalnerkar, Bull. Mater. Sci. Vol.30, No.6, pp.553-559 (2007).
7. A. Reungchaiwat, T. Wongchanapiboon, S. Liaruangrath, S. Phanichphant, *Sensors*, 7, pp. 201-213 (2007).

