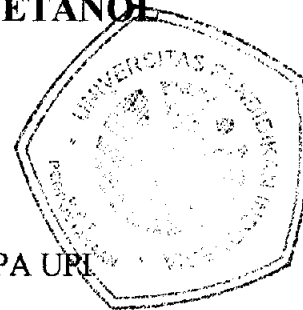


**SINTESIS KERAMIK FILM TEBAL CuFe_2O_4 YANG DITAMBAH
10 % MgO PADA SUHU SINTER 1100°C DAN KARAKTERISTIK
LISTRIKNYA DI MEDIA UDARA DAN GAS ETANOL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI



Oleh:

**DICKY ZULFIKRIDIN
033009**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2008

LEMBAR PENGESAHAN
SINTESIS KERAMIK FILM TEBAL CuFe_2O_4 YANG DITAMBAH
10 % MgO PADA SUHU SINTER 1100°C DAN KARAKTERISTIK
LISTRIKNYA DI MEDIA UDARA DAN GAS ETANOL

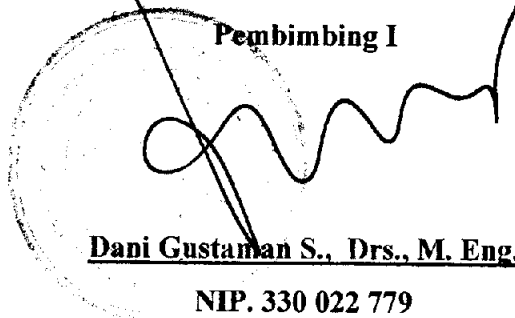
Oleh :

Dicky Zulfikridin

NIM: 033009


Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I




Dani Gustaman S., Drs., M. Eng.
NIP. 330 022 779

Pembimbing II



Wiendartun., Dra., M.Si.
NIP. 131 128 521

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika



Taufik Ramlan R., Drs., M.Si.
NIP. 131 570 027

"Jika lautan menjadi tinta dan pepohonan menjadi kalam untuk mencatat ilmu-Nya maka tidaklah cukup meskipun ditambah dengan tujuh kali banyaknya."

- H.S. Habib Adnan -

"Barang siapa yang keluar rumah untuk belajar satu bab dari ilmu pengetahuan, maka ia telah berjalan fisabilillah sampai ia kembali ke rumahnya."

- H.R. Tirmidzi dari Anas Ra -

Take time to THINK, It is the source of power

Take time to READ, It is the foundation of wisdom

Take time to QUIET, It is the opportunity to seek God

Take time to DREAM, It is the future made of

Take time to PRAY, It is the greatest power on earth

- Author unknown -

$E = mc^2$

"Dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan (berimbang) supaya kamu mengingat kebesaran Allah."

- Q.S. Adz Dzariyat 51:49 -

*Persembahan untuk Ayah, Ibu,
Kakak dan Adikku serta enongkuw
yang selalu ada di hati*

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ sintesis keramik film tebal CuFe_2O_4 yang ditambah 10 % MgO pada suhu sinter $1100\text{ }^\circ\text{C}$ dan karakteristik listriknya di media udara dan gas etanol “ ini sepenuhnya adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak ada bagian di dalamnya yang merupakan hasil jiplakan karya orang lain yang tidak sesuai dengan etika keilmuan.

Bandung, Mei 2008

Yang membuat pernyataan,



Dicky Zulfikridin



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum wr.wb

Alhamdulillah robbil'alamin, penulis ucapkan syukur kehadiran Allah SWT Rob alam semesta yang telah memberikan kesempatan, nikmat ruang dan waktu kepada hamba-Nya dalam menjalankan tugasnya untuk beribadah, khususnya penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul "Sintesis keramik film tebal CuFe_2O_4 yang ditambah MgO 10 % pada suhu sinter $1100\text{ }^\circ\text{C}$ dan karakteristik listriknya di media udara dan gas etanol" ini.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Non-Kependidikan Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Di dalam skripsi ini dibahas mengenai studi pembuatan dan karakterisasi film tebal sehingga dapat diproyeksikan sebagai divais sensor gas etanol.

Penulis menyadari, sebagai makhluk Allah yang memiliki banyak kekurangan, dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, meskipun segala daya dan upaya telah terkuras habis untuk menyelesaikannya.

Dengan segala kekurangannya, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Akhirul kata penulis ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong penulis untuk membuat skripsi ini. Semoga Allah SWT melindungi serta memberikan pahala yang setimpal kepada kita semua. Amin.

Wassalamu 'alaikum wr.wb

Bandung, Mei 2008

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan kasih sayang kepada setiap hamba-Nya, khususnya telah melapangkan ilmu bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan laporan dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan secara intensif dan membutuhkan waktu serta biaya yang tidak sedikit.

Tak ada gading yang tak retak. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Banyak pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga, sahabat, rekan-rekan dan semua pihak yang telah memberikan motivasi dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Kepada merekalah penulis persembahkan karya terbesar selama kuliah. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Sumarna dan Ibu Yati, sebagai kedua orang tuaku yang sangat aku sayangi. Setiap tetes keringat, usaha, dan doa Kalian untuk anakmu ini adalah penerang untuk hati yang gelap, penyemangat untuk jiwa yang lemah. Berkat doa dan bimbingan Kalian, jalan hidupku menjadi lebih mudah. Terima kasih untuk pengorbanan baik moril maupun materil yang telah Kalian berikan kepadaku, yang tentu saja tak terhitung besarnya. Semoga Allah SWT membalas dan mengganti lebih dari yang telah Bapak dan Ibu korbakan untuk hidupku serta menyayangi Kalian seperti Kalian

menyayangiku sejak kecil. " *Thanks Mom and Dad, Luv you.....* ", doaku selalu menyertai Kalian. Amin.

2. Bapak Drs. Dani Gustaman Syarif, M.Eng. selaku Pembimbing I yang sangat baik. Terima kasih atas waktu dan pikiran yang Bapak luangkan untuk membimbing, mengarahkan serta memberi informasi untuk penulis sepanjang masa penelitian dan bimbingan. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan Bapak dengan nikmat yang berlimpah. Amin.
3. Ibu Dra. Wiendartun, M.Si. selaku pembimbing II, terima kasih atas semua bimbingan, saran, arahan, dan dorongan semangat selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Saeful Karim, M.Si. selaku pembimbing akademik atas semua arahan, bimbingan, dan motivasi selama Penulis mengikuti perkuliahan.
5. Bapak Drs. Taufik Ramlan R., M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI atas semua dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak DR. Andi Suhandi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika FPMIPA UPI.
7. Ibu Dra. Ida Kaniawati, M.Si atas bantuannya sehingga Penulis bisa mengikuti ujian sidang.
8. Seluruh jajaran dosen UPI khususnya dosen Jurusan Pendidikan Fisika atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan, insya Allah akan sangat berguna untuk kehidupan Penulis. Semoga Allah memberikan petunjuk dan hidayah serta bimbingan kepada Bapak dan Ibu semuanya.

9. Bapak Ir. Djoko H. Prajitno, M.Sc selaku pejabat peneliti di PTNBR-BATAN Bandung atas semua arahan dan kebaikannya selama penulis melakukan penelitian.
10. Bapak M.Yamin di PTNBR-BATAN Bandung, terima kasih atas bimbingan selama proses penelitian dan nasehat ibadah serta banyolannya yang selalu meramaikan suasana di laboratorium.
11. Bapak Saeful, Bapak Endang, Bapak Budi, Bapak Fery serta semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian di PTNBR-BATAN Bandung terima kasih banyak atas bantuannya.
12. Bapak Heri, Ibu Hana, dan Bapak Endang selaku laboran, terima kasih atas pelayanannya selama Penulis menjalani praktikum di laboratorium.
13. Keluargaku, Uwi, T'ida, A inu, T'ani, A'soni, T'erni, A'Acep, T'yuyun, A'Pepen yang selalu membantu dalam segala hal, terima kasih. Semoga selalu ada dalam lindungan Allah.
14. Surga hatiku, *my sweet strawberry*, Leni Mariana yang tak pernah padam, terima kasih atas dukungan, motivasi, dan dorongan semangat agar Penulis cepat lulus dan bantuannya selama melakukan perkuliahan dan penyusunan skripsi. Engkau adalah anugerah terindah yang Tuhan turunkan kepadaku.
15. Teman-teman seperjuangan di BATAN, terima kasih atas bantuan dan berbagi ilmunya terutama kepada rekan penelitianku Dede Lutfi serta Nonong (UNJANI) dan Rudi (ITB), semoga persahabatan kita abadi. Untuk rekan-rekan Fisika UPI 2004 (Nur, Devi, Ira, Milda, Maya, Eva, Eci, Siti) yang sedang melakukan penelitian juga di BATAN, terus semangat!!

16. Sahabat-sahabatku seperjuangan di Fisika UPI 2003: Zia, Gian, Mudi, Walo, Acep Onta, Witna, Akaw, Emon, Ucun, Panji, Anang, Herman, Jay, Wawan ndil, Jovik, Febbry Tejo, Hartanto, Ardian, Gita si makhluk aneh, Elvin, Lina, Liana, Mela, Menti, Herma, Gege, Boat, Onyee, Ubun dan Yudi (eks-Fisika), terima kasih untuk persahabatannya dan banyolannya yang pasti akan meramaikan selasar depan dan kantin JICA sebagai tongkrongan kita di saat kuliah kosong. Dan tidak lupa semoga kalian terus berjuang, semangat!!!
17. Teman-teman KKN Sagala herang, *thanx* buat persahabatannya, SGL Yess!!
18. Bapak Karyono dan Ibu Marfiah yang telah banyak membantu selama Penulis menyelesaikan perkuliahan.
19. Bapak Uep Yusuf dan Ibu Yuyu yang telah memberikan bantuan selama Penulis melakukan penyusunan skripsi.
20. Rekan-rekan band-ku *The Jammers* ;Chimink, Ega, Uto, Sule, terima kasih atas motivasi kalian buatku, mari kita kibarkan musik *Britpop* di blantika musik Indonesia.
21. Lagu-lagu nge-jam dari *MEW, Radiohead, Coldplay, Morrissey, Manic Street Preachers, The Cure, Weezer, James, Interpol, The Smith, FrauFrau, Club8, Eisley, Lightning seed, Radio dept, Smashing Pumpkins, Suede, Rialto, Pure Saturday*, yang selalu Penulis dengar sebagai inspirator dalam hidup dan senantiasa menemani selama melaksanakan tugas perkuliahan.
22. Semua pihak yang telah membantu selama penulis menjalani perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih.



**SINTESIS KERAMIK FILM TEBAL CuFe_2O_4 YANG DITAMBAH
10 % MgO PADA SUHU SINTER 1100°C DAN KARAKTERISTIK
LISTRIKNYA DI MEDIA UDARA DAN GAS ETANOL**

Nama	:	Dicky Zulfikridin
Tanggal Ujian	:	16 Juli 2008
Pembimbing	:	1. Dani Gustaman S, Drs, M. Eng. 2. Wiendartun, Dra, M.Si.
Penguji	:	1. Andi Suhandi, DR, M.Si. 2. Hera Novia, Dra, MT.

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan keramik film tebal CuFe_2O_4 :10% mol MgO dan karakterisasi listriknya di media udara dan gas etanol. Penelitian ini dilakukan untuk menjajagi kemungkinan aplikasi keramik tersebut sebagai sensor gas etanol. Keramik film tebal CuFe_2O_4 :10% mol MgO dibuat dengan mencampurkan serbuk CuO, Fe_2O_3 dan MgO masing-masing dengan konsentrasi 45 % mol, 45% mol dan 10 % mol. Serbuk digerus hingga halus (lolos ayakan 38 mikron). Setelah homogen serbuk campuran dicampur dengan frit gelas sebanyak 5 % berat. Campuran serbuk utama (CuFe_2O_4 :10% mol MgO) dan frit kemudian dicampur dengan *organic vehicle* dengan komposisi masing-masing 70 % berat dan 30 % berat dan diaduk hingga membentuk pasta. Pasta kemudian dilapiskan pada substrat alumina dengan teknik *screen printing*. Film tebal mentah pada substrat alumina dibakar pada suhu 1100°C selama 30 menit di media udara. Film tebal hasil pembakaran dianalisis dengan difraksi sinar-X untuk melihat apakah film tebal CuFe_2O_4 telah terbentuk dan apakah fase-fase lain telah terbentuk. Dari data XRD menunjukkan bahwa film tebal berbasis CuFe_2O_4 telah terbentuk dengan baik. Aditif MgO ternyata bereaksi dengan substrat dan Fe_2O_3 membentuk MgFeAlO_4 . Puncak lainnya berasal dari substrat alumina. Hasil evaluasi memakai SEM memperlihatkan bahwa film tebal yang dibuat mempunyai rongga-rongga yang cukup besar dengan butir yang relatif kecil. Keramik film tebal ternyata cukup poros dan sesuai untuk sebuah sensor gas. Karakteristik listriknya dievaluasi dengan mengukur tahanan listrik pada berbagai suhu di dua media berbeda yaitu udara dan gas etanol. Data karakteristik listrik memperlihatkan bahwa keramik film tebal mempunyai karakteristik semikonduktor di mana tahanan listriknya menurun dengan kenaikan suhu. Selain itu diketahui pula bahwa keramik yang dibuat sensitif terhadap etanol di mana etanol menurunkan harga tahanan listrik keramik tersebut. Hal ini memberi gambaran bahwa keramik CuFe_2O_4 :10%mol MgO yang dibuat pada suhu 1100°C mempunyai potensi sebagai sensor gas etanol.

Kata Kunci : *Keramik film tebal, screen printing, sensor gas, etanol, CuFe_2O_4 , MgO.*



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan dan Pembatasan Masalah.....	4
1.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Keramik.....	8
2.2. Semikonduktor Oksida (Non Stokiometri).....	10
2.3. Spinel	11
2.4. MgO (<i>Magnesium Oxide</i>)	13
2.5. Tahap Fabrikasi Keramik	14
2.5.1. Pencampuran (<i>mixing</i>) dan Penyaringan	14
2.5.2. Kompaksi (<i>Compaction</i>).....	16
2.5.3. Sintering.....	19
2.5.4. Proses Sintering Melalui Fasa Padat	21
2.5.5. Atmosfir Sinter.....	24
2.5.6. Quenching (celup cepat).....	26
2.6. Teknologi Film Tebal (<i>Thick Film</i>)	26
2.6.1. Senyawa Pembentuk Pasta Konduktor	27
2.6.2. Bahan Pembuatan Film Tebal.....	28
2.7. Sensor Gas	31
2.8 Difraksi Sinar X.....	34
2.8.1. Pengindekan Pola Difraksi dan Perhitungan Konstanta Kisi Struktur Kristal Tetragonal dengan Metode Analitik	38

2.9 SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>).....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
3.2. Bahan-Bahan Penelitian.....	43
3.2.1. Bahan untuk Preparasi Serbuk.....	44
3.2.2. Bahan untuk Pembuatan Pasta.....	44
3.2.3. Bahan untuk Fabrikasi Film Tebal.....	44
3.3. Peralatan Penelitian.....	44
3.3.1. Peralatan Preparasi Serbuk.....	44
3.3.2. Peralatan Pembuatan Pasta.....	45
3.3.3. Peralatan Fabrikasi Film Tebal.....	45
3.3.4. Peralatan Analisis atau Karakterisasi.....	45
3.4. Metode Penelitian.....	46
3.4.1. Alur Proses Penelitian.....	46
3.4.2. Prosedur Pembuatan Film Tebal.....	47
3.4.2.1. Tahap Preparasi Serbuk.....	47
3.4.2.2. Tahap Pembuatan Pasta.....	50
3.4.2.3. Tahap Fabrikasi Film Tebal.....	57
3.5. Tahap Karakterisasi.....	63
3.5.1. Karakterisasi Listrik.....	64
3.5.2. Analisis Struktur Kristal Dengan XRD.....	65
3.5.3. Analisis Struktur Morfologi dengan SEM.....	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1. Tampilan Visual Film Tebal CuFe_2O_4	67
4.2. Analisis Struktur Kristal Menggunakan Difraksi Sinar-X (XRD)...	68
4.3. Analisis Struktur Mikro Menggunakan SEM.....	71
4.4. Karakteristik Listrik.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan.....	79
5.2. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	
RIWAYAT PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi keramik menurut fungsinya.....	9
Tabel 2.2. Karakteristik bahan oksida CuFe_2O_4	13
Tabel 2.3. Karakteristik bahan keramik semikonduktor oksida.....	14
Tabel 2.4. Bahan pelumas yang umum dipakai	18
Tabel 2.5. Mekanisme sintering.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Contoh model pita semikonduktor non stokiometri untuk BaTiO_3 yang didoping.....	10
Gambar 2.2. Gambar 2.4 Struktur kristal dari spinel.....	12
Gambar 2.3 Struktur kristal <i>magnesium oxide (periclase)</i>	14
Gambar 2.4 Jenis geometri alat untuk mencampur serbuk.....	15
Gambar 2.5 Perangkat kompaksi konvensional dengan mesin <i>press</i>	16
Gambar 2.6 Ilustrasi tahapan selama mekanisme kompaksi.....	18
Gambar 2.7 Mekanime surface transport dan bulk transport pada model partikel bulat.....	20
Gambar 2.8 Morfologi porositas pada <i>solid state sintering</i>	24
Gambar 2.9 (a) Diagram skema bagian yang melalui porous SnO_2 padat dengan porous elektroda.....	33
(b) Bagian leher (neck) antara butir yang menunjukkan adanya pengaruh oksigen teradsorpsi.....	33
Gambar 2.10 Difraksi sinar X oleh kristal sampel	35
Gambar 2.11 Metode Difraktometer	37
Gambar 2.12 (a) Diagram skema desain dasar SEM.....	41
(b) Diagram alir SEM.....	41
Gambar 2.13 Peralatan SEM.....	42
Gambar 3.1 Alur proses penelitian	46
Gambar 3.2 Neraca digital	47
Gambar 3.3 Tahap Preparasi Serbuk	48
Gambar 3.4 Mesin penggerus merk <i>Karl Kolb</i>	49
Gambar 3.5 Saringan ukuran $< 38 \mu\text{m}$	49
Gambar 3.6 <i>Hot Plate</i> merk <i>RCT Basic (IKA LABORTECHNIK)</i>	50
Gambar 3.7 Alur pembuatan senyawa gelas (frit).....	51
Gambar 3.8 <i>Pellet</i> mentah hasil kompaksi sebagai bahan (frit).....	52
Gambar 3.9. Skema proses pembuatan frit.....	53
Gambar 3.10. (a) Ethyl cellulose (b) α - <i>Terpineol</i>	55
Gambar 3.11. Alur Pembuatan Senyawa Organik (<i>Organic Vehicle / OV</i>).....	55

Gambar 3.12. Alur Pembuatan film tebal.....	56
Gambar 3.13 (a) Screen nilon polos (b) Screen pola.....	58
Gambar 3.14 Proses penyaputan menggunakan rakel (<i>squeegee</i>).....	59
Gambar 3.15 (a) Tungku Pemanas jenis <i>Muffle</i>	60
(b) Tungku Pemanas (tipe <i>Muffle</i> , merk <i>Karbolit</i>).....	60
Gambar 3.16 Hasil sintering $\text{CuFe}_2\text{O}_4+10\% \text{MgO}$ pada suhu 1100°C	61
Gambar 3.17 Metode fabrikasi film tebal dengan metode <i>screen printing</i>	62
Gambar 3.18 Tahap karakterisasi sampel dalam bentuk film tebal.....	63
Gambar 3.19 Set alat karakterisasi listrik.....	64
Gambar 4.1 Penampilan visual film tebal CuFe_2O_4 yang ditambah 10 % MgO massa disinter pada suhu 1100°C	67
Gambar 4.2 Pola difraksi sinar X keramik film tebal CuFe_2O_4 yang di sinter pada suhu 1100°C	69
Gambar 4.3 Struktur mikro keramik film tebal CuFe_2O_4 dengan penambahan 10 % massa MgO yang disinter pada suhu 1100°C di udara. (perbesaran x 2500).....	72
Gambar 4.4 Struktur mikro keramik film tebal CuFe_2O_4 dengan penambahan 10 % massa MgO yang disinter pada suhu 1100°C di udara. (perbesaran x 5000).....	72
Gambar 4.5 Struktur mikro keramik film tebal CuFe_2O_4 dengan penambahan massa MgO 10 % yang disinter pada suhu 1100°C di udara. (perbesaran x 10000).....	73
Gambar 4.6 Karakteristik listrik keramik film tebal CuFe_2O_4 diukur di media udara dan gas etanol.....	75
Gambar 4.7 Karakteristik listrik keramik film tebal CuFe_2O_4 diukur di media gas etanol untuk berbagai konsentrasi.....	76

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>	5
XRD	<i>X-ray Diffractometer</i>	5
OV	<i>Organic Vehicle</i>	5
SSD	<i>Solid State Detector</i>	37
PPPGL	<i>Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan</i>	66
JCPDS	<i>Joint Committee Powder Diffraction Specimen</i>	69

LAMBANG

a^3	Volume atom kosong yang berdifusi	22
D	Koefisien difusi	22
r	Jari-jari partikel	22
J	Energi permukaan	22
$\frac{\Delta L}{L_0}$	Susut linier (laju sintering)	22
E_a	Energi aktivasi	33
PO_2	Tekanan parsial oksigen	33
λ	Panjang gelombang	36
d	Jarak antar bidang bragg	36
θ	Sudut difraksi	36
n	Orde difraksi	36
a	Konstanta kisi	38



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim_a. Pola Difraksi Standar untuk CuFe_2O_4 . JCPDS No.34-0425.
- Anonim_b. Pola Difraksi Standar untuk Al_2O_3 . JCPDS No.46-1212.
- Anonim_c.<http://www.microsens.ch.switzerland>.
- Anonim_d.(2007). <http://id.wikipedia.org>. Wikipedia.org.
- Anonim_e.(2006). Metode Difraktometer Sinar-X.
- Anonim_f.(1998). <http://www.keramik.com/indonesia.com> [Online].
- Anonim_g. *Phase Diagram For Ceramist*.ASTM.
- Cullity,B.D. (1956). *Element of X-Ray Diffraction*. Departement Metallurgical Engineering and Material Science, University of NotreDame.Addison Willey Publishing Company.
- German,R.M. (1994). *Powder Metallurgy Science 2nd edition*. Metal Powder Ind.USA.
- Green,A.T, Stewart,G.H.(1953). *Ceramics A Symposium*. The British Ceramic Society.
- Gustaman S, Dani, Guntur, Yamin,M. (2005). *Pembuatan Keramik Termistor NTC berbahan dasar Mineral Yarosit dan Evaluasi Karakteristiknya*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir, PTNBR-BATAN Bandung.

- Gustaman S, Dani. (2007). *Karakterisasi Keramik Termistor Fe_2O_3 : 1 m Ti Hasil Sinter dan Perlakuan Panas*. Jurnal Mesin. Vol. 9 No. 1, 1-10.
- Hiskia. (2002). *Teknologi TF untuk Aplikasi Non-electronic (Divais 3D)*. Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia. A5, 0590.
- Irmansyah; Maddu,A;Wismadi,T.(2002). *Deposisi Fasa Cair Lapisan Tipis CuO untuk sensor gas CO_2* . [Online]. Tersedia: <http://jf.hfi.fisika.net> [1 Agustus 2002].
- Johnson, Curtis. (1988). *Process Control Instrumentation Technology fourth edition*. USA: Preentice Hall International.
- Kingery, W.D., Bowen,H.K, Uhlmann,D.R. (1976). *Introduction to ceramic 2nd edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Makhija,K K; Ray, Arabinda; Patel, RM; Trivedi, U B. (2005). *Indium oxide thin Film Based Ammonia Gas and Ethanol Vapour Sensor*. Indian Academy of Science, Vol.28. [Online]. Tersedia: <http://www.mdpi.org/sensors> [Februari 2005].
- Manurung, R.V, Lekalette, Johannis,D. (2005). *Linearisasi Pada Sensor Temperatur Thermistor NTC dengan Bentuk Geometri Multilayer*. Jurnal Elektronika, No.1 Vol.5 Januari-Juni.
- Moulson, A.J., Herbert, J.M. (1990). *Electroceramics*. Chapman and Hall, New York.
- Petruzella. (1996). *Industrial Electronics*. Mc. Graw Hill Int.editions.
- Reed, James S.(1987). *Introduction to the Principles of Ceramic Processing*. John Wiley and Sons.
- Richerson,D.W.(1982). *Modern Ceramic Engineering*. New York and Bassel.

- Rio, S. Reka, Lida, Masamori. (1982). *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta: Pradaya Paramita.
- Shih Min Chou, Lay Gaik Teoh, Wei Hao Lai, Yen Hsun Su and Min Hsing Hon. (2006). *ZnO:Al Thin Film Gas Sensors for Detection of Ethanol Vapour*. [Online]. Tersedia: [http://www.ijerph.com/abstract.asp?paper=IJERPH0601001](#) [30 Oktober 2006].
- Smith, William F. (1990). *Principles of Material Science and Engineering, second edition*. Mc. Graw Hill Publishing Company.
- Van Vlack.(2004). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Wiendartun, Syarif,D.G, Rusdiana,D. (2008). *Pembuatan Keramik Film Tebal CuFe₂O₄ Berbahan Dasar Mineral Yarosit Untuk Thermistor NTC*.
- Wiendartun, Syarif,D.G. (2006). *The Effect of TiO₂ Addition On the Characteristic of CuFe₂O₄ Ceramics for NTC Thermistor*.ICMNS,ITB.

