

**PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK
KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ YANG
DIDOPING Gd DAN Mn**

SKRIPSI

disusun untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Fisika Departemen Pendidikan Fisika
kelompok bidang kajian Fisika Material



Oleh
Gizella Mentari Putri (1603365)

PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2020

**PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK
KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT La_2O_3 - LaFeO_3 - Fe_2O_3 YANG
DIDOPING Gd DAN Mn**

Oleh
Gizella Mentari Putri (1603365)

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Fisika

© Gizella Mentari Putri 2020
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,
difoto kopi, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

GIZELLA MENTARI PUTRI
PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK
KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ YANG
DIDOPING Gd DAN Mn

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Dani Gustaman Syarif, M. Eng.

NIP. 196105221984031002

Pembimbing II



Dr. Endi Suhendi, M. Si.

NIP. 197905012003121001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Fisika,



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M. Si.

NIP. 195904011986011001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT $La_2O_3-LaFeO_3-Fe_2O_3$ YANG DIDOPING Gd DAN Mn*”, beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas penyataan ini, saya siap menanggung sanksi/resiko apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini

Bandung, November 2020

Yang membuat pernyataan,

GIZELLA MENTARI PUTRI
NIM.1603365

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT $La_2O_3-LaFeO_3-Fe_2O_3$ YANG DIDOPING Gd DAN Mn*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Pada skripsi ini penulis mencoba untuk mengetahui pengaruh pembakaran suhu keramik film tebal terhadap karakteristik struktur kristal, sifat morfolgi dan sensitivitas.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang terlibat. Baik langsung maupun tidak langsung dalam rangka penulisan skripsi ini. Mengingat keterbatasan pengetahuan, pengalaman dan kemampuan penulis. Skripsi ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu saran maupun kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan agar lebih baik kedepannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat serta membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang ilmu pengetahuan serta bisa dikembangkan lebih lanjut.

Bandung, Desember 2020

Gizella Mentari Putri

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmatnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu baik secara langsung dan tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang dengan kebaikan kasih dan berkat- Nya menuntun penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Akhmadi dan Ibu Ida triningsih selaku orang tua terkasih yang telah membantu penulis dalam bentuk kasih sayang, semangat hingga doa yang tak pernah henti demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan berupa nasihat serta kritik dan saran kepada penulis.
4. Dr. Endi Suhendi, M, Si. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan berupa nasihat serta kritik dan saran kepada penulis.
5. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indoneisa.
6. Bapak Yamin dan Ibu yofi eka Pratiwi selaku Teknisi Laboratorium Bidang Tekno Fisika yang telah memberikan arahan dan masukan saat penelitian berlangsung.
7. Benediktus Mahendra Permadi selaku kakak dari penulis yang sudah banyak membantu dan memberikan dukungan moral dan materi kepada penulis selama penelitian.
8. Agustina dan Siti Nabila Rahmah selaku partner selama penelitian dan penulisan skripsi.
9. Sylvia Khodijah, Hesti dwi, Bega yuniildi selaku teman seperjuangan yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Anisa Tri Rahayu dan Najmah Muslimah selaku teman kosan yang selalu membantu selama perkuliahan hingga penulisan skripsi.

GIZELLA MENTARI PUTRI, 2021

PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT $La_2O_3-LaFeO_3-Fe_2O_3$ YANG DIDOPING Gd DAN Mn

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

11. Nada Renata Havad, Sasha Safira, Agung Gustian, MRizky Rinaldi selaku teman SMP yang selalu memberi semangat dalam penulisan skripsi ini
12. Teman – teman Fisika C 2016 yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis.
13. Jung Jaehyun yang turut andil besar dalam memotivasi penulis dalam penggarapan skripsi ini.
14. Kakak tingkat Fisika Material 2015 teh Andini eka Putri dan teh Zeany Luckyta Amanda, serta kaka tingkat Fisika Material 2013 Kang M. Taufik Ul'hakim.
15. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satupersatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat serta membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK
KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ YANG DIDOPING
Gd DAN Mn

GIZELLA MENTARI PUTRI

Pembimbing 1: Dr. Dani Gustamman Syarif, M.Si.

Pembimbing 2: Dr. Endi Suhendi, M. Si.

ABSTRAK

Keramik film tebal komposit $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn dibuat dengan menggunakan metode kopresipitasi dan teknik *screen printing* dengan variasi suhu pembakaran 700 °C, 800 °C dan 900 °C. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu pembakaran keramik film tebal mempengaruhi jumlah LaFeO_3 yang terbentuk, dengan jumlah yang paling banyak terjadi ketika suhu pembakaran 900 °C. Dari hasil difraksi sinar-x (XRD) menunjukkan untuk fase Fe_2O_3 , La_2O_3 dan LaFeO_3 masing-masing nilai ukuran kristalit makin membesar, hal ini membuktikan semakin tinggi suhu pembakaran, maka ukuran kristalit semakin membesar. Tetapi suhu pembakaran tidak mempengaruhi struktur kristal. Dari hasil analisis struktur morfologi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) didapatkan nilai ukuran butir tiap variasi pembakaran adalah 0,33 μm , 0,35 μm , dan 0,51 μm , hal ini menunjukkan semakin tinggi suhu pembakaran, maka ukuran butir akan semakin membesar. Sensitivitas keramik film tebal komposit $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ diuji dalam ruangan berisi gas etanol dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm dan 300 ppm. Didapatkan nilai sensitivitas tertinggi yaitu 2,32 dan temperatur operasi 289 °C, terjadi ketika keramik film tebal dengan suhu pembakaran 900 °C, pada konsentrasi gas etanol 300 ppm. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan suhu tertinggi dari eksperimen menghasilkan sensor gas yang lebih sensitivatif dan memiliki suhu operator yang rendah dibandingkan suhu yang lain.

Kata Kunci: LaFe_2O_3 , Gd, Mn, film tebal, etanol, sensor gas, sensitivitas

GIZELLA MENTARI PUTRI, 2021

PENGARUH SUHU PEMBAKARAN TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT
 $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ YANG DIDOPING Gd DAN Mn

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

*CHARACTERIZATION OF THICK FILM CERAMICS $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ DOPED
Gd and Mn WITH VARIATION OF COMBUSTION TEMPERATURE FOR
ETHANOL GAS SENSOR*

GIZELLA MENTARI PUTRI

Pembimbing 1: Dr. Dani Gustamman Syarif, M.Si.

Pembimbing 2: Dr. Endi Suhendi, M. Si.

ABSTRACT

Ceramic thick film composite $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ doped with Gd and Mn, prepared by coprecipitation method and screen printing techniques with variations in the combustion temperature of 700 °C, 800 °C and 900 °C. The results of this study indicate that the burning temperature of thick film ceramics affects amount of LaFeO_3 formed, with the highest amount occur when combustion temperature is 900 °C. From the results of x-ray diffraction (XRD), it shows that Fe_2O_3 , La_2O_3 and LaFeO_3 each crystallite size value was increase, this proved that the higher the combustion temperature, the bigger the crystallite size, but the combustion temperature did not affect crystal structure. From the results of the analysis of the morphological structure with Scanning Electron Microscopy (SEM), it was found that the grain size value of each combustion variation was 0.33 μm , 0.35 μm , and 0.59 μm , this shows that the higher the combustion temperature, the larger the grain size. The sensitivity of thick film ceramics was tested in a room filled with ethanol gas with a concentration of 100 ppm, 200 ppm and 300 ppm. The highest sensitivity value was 2.32 and an operating temperature of 289 °C, which occurred when the ceramic thick film composite $\text{La}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ with a combustion temperature of 900 °C, at a concentration of ethanol gas of 300 ppm. From the results of research that has been carried out the highest temperature from the experiment produces a gas sensor that is more sensitive and has a lower operating temperature than the other temperatures.

Keywords: LaFe_2O_3 , Gd, Mn, thick film, ethanol, gas sensor, sensitivity

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	3
LEMBAR PERNYATAAN	3
UCAPAN TERIMA KASIH.....	6
ABSTRAK	8
<i>ABSTRACT</i>	9
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sensor Gas	Error! Bookmark not defined.
2.2 Sensitivitas.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Struktur Kristal Keramik Film Tebal Untuk Sensor Gas ..	Error! Bookmark not defined.
2.5 Struktur Morfologi Keramik Film Tebal Untuk Sensor Gas..	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Pembuatan Serbuk Komposit Fe ₂ O ₃ -LaFeO ₃ -La ₂ O ₃ yang Didoping Gd dan Mn	Error! Bookmark not defined.

3.4	Pembuatan Keramik Film Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang Didoping Gd dan Mn.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Karakteristik Keramik Film Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang Didoping Gd dan Mn.....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Analisis XRD Kristal.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Struktur Morfologi Keramik Film Tebal Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang Didoping Gd dan Mn.....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Sifat Listrik Keramik Film Tebal Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang Didoping Gd dan Mn.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN DAN REKOMENDASI		Error! Bookmark not defined.
5.1	Simpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Rekomendasi	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		xi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.

Gambar 2. 1 Size effect and Gas sensing Characteristics of Nanocrystalline $x\text{SnO}_2-(1-x)\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ (Tan, dkk.2000) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 2 (a) Pita Energi Konduktor (b) Pita Energi Isolator (c) Pita Energi Semikonduktor (Akhadi, 2015)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 3 Skema proses difraksi **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 4 Hasil karakterisasi morfologi keramik film tebal LaFeO_3 (b) Hasil karakteristik film tebal LaFeO_3 doping Al_2O_3 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.

Gambar 3.1 Alur desain penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Alur Pembuatan Serbuk komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.3 Proses pelarutan (a) Fe_2O_3 (b) Gd_2O_3 (c) Mn_2O_3 (d) La_2O_3 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.4 (a) Proses pencampuran bahan dengan suhu dijaga 40°C (b) hasil pencampuran **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.5 Proses pengendapan (a) penambahan NH_4OH (b) hasil penambahan NH_4OH **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.6 proses (a) penyaringan dengan kertas saring (b) hasil pendendapan (c) hasil pengeringan (d) hasil kalsinasi 600°C **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 7 (a) Proses penggerusan bahan (b) Proses Pengayakan bahan (c) hasil pengayakan bahan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.8 Alur pembuatan keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.9(a)Proses penimbangan organic vechile (OV) (b)hasil organic vechile (OV) (c) hasil pasta yang telah dibuat..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 10 Substrat yang telah dilapisi pasta perak dan telah dibakar selama 10 menit dengan suhu 600°C **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 11 Pengukuran Resistansi Antara Lapisan Perak pada Keramik**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 12 Hasil pembakaran komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn dengan suhu pembakaran (a) 700 °C (b) 800 °C (c) 900 °C **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4

Gambar 4 1 pola difraksi keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn dengan suhu pembakaran (a) 700 °C (b) 800 °C (c) 900 °C **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4 2 Hasil Uji SEM Keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn (a) 700 °C (b) 800 °C dan (c) 900 °C **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4 3 Hasil uji sifat listrik keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn (a) 700 °C (b) 800 °C dan (c) 900 °C..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4 4 Grafik pengaruh suhu terhadap sensitivitas keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn dengan suhu pembakaran 700 °C, 800 °C, dan 900 °C..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.

Tabel 2. 1 Hasil penelitian gas etanol **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 2 Penelitian Struktur kristal pada sensor..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.

Tabel 3.1 Komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan serbuk komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam proses penimbangan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 3 Bahan yang diguankan dalam proses pelarutan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.4 Alat yang digunakan dalam proses pelarutan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.5 Alat yang digunakan dalam proses pencampuran larutan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.6 Alat yang digunakan dalam proses pengendapan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.7 Alat yang digunakan dalam proses pengeringan dan kalsinasi..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.8 Alat yang digunakan dalam proses penggerusan dan pengayakan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 9 Alat yang digunakan dalam pembuatan pasta komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.10 Alat yang digunakan dalam proses *screen printing* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.11 Alat yang digunakan dalam proses pelapisan pasta komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.12 Alat yang digunakan dalam pembakaran pasta komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.

Tabel 4. 1 Ukuran kristal keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn dengan suhu pembakaran $700\text{ }^\circ\text{C}$, $800\text{ }^\circ\text{C}$ dan $900\text{ }^\circ\text{C}$ **Error!**

Bookmark not defined.

Tabel 4. 2 Temperatur operasi dan sensitivitas keramik film tebal komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn dengan suhu pembakaran $700\text{ }^\circ\text{C}$, $800\text{ }^\circ\text{C}$ dan $900\text{ }^\circ\text{C}$ **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Logbook* Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3 Penentuan Nilai Indeks Miller (hkl) dan Parameter Kisi **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4 Data Sifat Listrik Perhitungan Sensitivitas Sensor Gas etanol Berbasis keramik film Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5 Penentuan Komposisi Massa (Gram) Bahan Dasar yang Digunakan dalam Pembuatan Serbuk Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ yang didoping Gd dan Mn **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6 Perhitungan Konversi Konsentrasi Gas Etanol ... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. (2012). Iradiasi Berkas Neutron untuk Memodifikasi Bahan Semikonduktor. *Buletin Alara*, 14,43–52.
- Akhadi, M. (2015). Memproduksi Bahan Semikonduktor di Dalam Teras Reaktor Nuklir. *Journal Kajian Ilmu dan Teknologi*, 4, 90–97.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Benali, A., Azizi, S., Bejar, M., Dhahri, E., & Graça, M. F. P.(2014).Structural, Electrical And Ethanol Sensing Properties Of Double-Doping LaFeO₃ Perovskite Oxides. *Ceramics International*, 40(9 PART A), 14367–14373.
<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.06.029>
- Bochenkov, V E., Sergeev, G B. (2010). Sensitivity, Selectivity, and Stability of Gas-Sensitive Metal-Oxide Nanostructures. *Mclal Oxide Nniuvlnictinv and Yheir Applications*, 3,31-52
- Cantalini, C., Valentini, L., Lozzi, L., Armentano, I., Kenny, J. M., Santucci, S. (2003) NO₂ Gas Sensitivity Of Carbon Nanotubes Obtained By Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 93, 333-337.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-4005\(03\)00224-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-4005(03)00224-7)
- Cao, E., Wang, H., Wang, X., Yang, Y., Hao, W., Sun, L., & Zhang, Y. (2017). Enhanced Ethanol Sensing Performance For Chlorine Doped Nanocrystalline LaFeO_{3-δ} Powders By Citric Sol-Gel Method, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 251, 885–893.
- Cao, Ensi., Yang, Yuqing., Cui, Tingting., Zhang, Yongjia., Hao, Wentao.Sun, Li., Peng, Hua., Deng, Xiao.(2017). Effect Of Synthesis Route On Electrical And Ethanol Sensing Characteristics For LaFeO_{3-δ} nanoparticles By Citric Sol-Gel Method. *Applied Surface Science*, 393, 134-143.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.10.013>
- Cao, E., Chu, Z., Wang, H., Hou, H., siun, L., Zhang, Y.,(2018). Effect Of Film Thickness On The Electrical And Ethanol Sensing Characteristics Of LaFeO₃ Nanoparticle-Based Thick Film Sensors. *Ceramics International*, 44(6), 7180-

7185. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.01.163>

- Delvita, H., Djamas, D., & Ramli. (2015). Karakteristik Kalsium Karbonat (CaCO_3) Dalam Cangkang Keong Sawah (*Pila ampullacea*) yang Terdapat di Kabupaten Pasaman. *Pillar of Physics*, 6, 17–24.
- Doroftei, C., Popa, P. D., & Iacomi, F. (2012). Synthesis Of Nanocrystalline LaPbFeO Perovskite And Methanol-Sensing Characteristics. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 161(1), 977–981. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2011.11.078>
- Elang Raharja, A., Suhendi, A., & Darmawan, D. (2019). Pengukuran Resistivitas pada Pelat Konduktor Tipis Menggunakan Metode Four Point Probe. 6(2), 5305–5313.
- Epp, J. (2016). X-Ray Diffraction (XRD) Techniques for Materials Characterization. Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods. 81-124. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00004-3>
- Erwin, S. C., Zu, L., Haftel, M. I., Efros, A. L., Kennedy, T. A., & Norris, D. J. (2005). Doping Semiconductor Nanocrystals. *Nature*, 436, 91–94. <https://doi.org/10.1038/nature03832>
- Faizal, H. M., & Andrio, I. (2011). Pengaruh Massa Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Pembentukan Etanol dari Ampas Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia No. 8*, 17(6), 39–50.
- Fan, H., Zhang, T., Xu, X., & Lv, N. (2011). Fabrication of N-type Fe_2O_3 and P-type LaFeO_3 Nanobelts By Electrospinning And Determination Of Gas-Sensing Properties. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 153(1), 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2010.10.014>
- Faroqi, A., Halim, D. K., Sanjaya, M., & Ph, D. W. S. (2017). Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 Dengan Teknologi Wireless HC-05. *Jurnal ISTEK Edisi Juni 2017 Volume X No. 2*, X(2), 33–47.

- Fine, George F., Cavanagh, Leon M., Afonja, Ayo., Binions, Russell.(2010) Metal Oxide Semi-Conductor Gas Sensors In Environmental Monitoring.*Sensor*. 10, 5469-5502
- Harahap, V., & Harahap, M. H. (2013). Pengaruh Karakteristik Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Terhadap Sifat Mekanik (Uji, SEM, Difraksi Sinar X, Uji Impak) dari Beton. *Jurnal Einstein*, 1(2), 64–75.
- Hasanah,L.,Suhendi,E., & Syarif, D. G.(2012).Pembuatan Keramik Film Tebal Fe₂O₃-Nio dengan pemanfaatan Fe₂O₃ Lokal Untuk Sensor Gas Aseton. *Jurnal Sains Materi Inonesia*, 14(1), 27-29,
- Hotlan M,A. T. B. (2013). Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar. *Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Etanol*, 4(4), 251–264.
- Irzaman, R Erviansyah¹, H. Syafutra¹, A Maddu¹, dan S. (2010). Studi Konduktivitas Listrik Film Tipis Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO₃ Yang Didadah Ferium Oksida (BFST) Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition. *13*(1), 33–38.
- Iwan Setiawan, S.T., M. T. (2011). Buku Ajar Sensor dan Tranduser. *Semarang, Universitas Diponegoro*, 1–49.
- Jia Guo, Yu., Huo Gen, Yu., Cheng, Bei., Zhao, Xiu Jian., Yu, Jimmy C., Ho, Wing Kei.(2003).The Effect of Calcination Temperature on the Surface Microstructure and Photocatalytic Activity of TiO₂ Thin Films Prepared by Liquid Phase Deposition.*Journal of Physical Chemistry B*. 107(5), 13871-13879. <https://doi.org/10.1021/jp036158y>
- Kayani, Zohra Nazir., Saleemi, Fardhat. (2015). Effect of Calcination Temperature On The Properties of ZnO Nanoparticles.*Applied Physics A: Materials Science and Processing*. 119(2), 713 - 720. <https://doi.org/10.1007/s00339-015-9019-1>
- Krishna, R Hari., Nagabhushana, B M., Nagabhushana, H., Murthy, N Suriya., Sharma, S C., Shivakumara, C., Chakradhar, R P S.(2013) Effect of Calcination Temperature on Structural, Photoluminescence, and Thermoluminescence

- Properties of Y₂O₃:Eu³⁺ Nanophosphor. *The Journal Of Physical Chemistry*, 117, 1915-1924 <https://doi.org/10.1021/jp309684b>
- Kwon., H, Kim.,S, Lee. (2012). Enhanced Ethanol Sensing Properties Of TiO₂ Nanotube Sensors. *Sensor and Actuators, B: Chemical*, 441 - 446. <http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2012.07.062>
- Lalu A. Didik. (2020). Penentuan Ukuran Butir Kristal CuCr_{0,98} Ni_{0,02}O₂ dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) Dan Scanning Electron Microscope (SEM). *Indonesian Physical Review*, 2(3), 1–8.
- Liu, X., Cheng, B., Qin, H., Semiconducting Gas Sensor For Ethanol Based On LaMg_xFe_{1-x}O₃ Nanocrystals. *Sensors and Actuators, B: Chemical* 129(1), 53 - 58. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2007.07.102>
- Liu, X., Cheng, S., Liu, H., Hu, S., Zhang, D., & Ning, H. (2012). A Survey On Gas Sensing Technology. *Sensors (Switzerland)*, 12(7), 9635–9665. <https://doi.org/10.3390/s120709635>
- Maekawa, T., Tamaki, J., Miura, N., Yamazoe, N., & Matsushima, S. (1992). Development of SnO₂-based Ethanol Gas Sensor. *Sensors and Actuators: B. Chemical*, 9(1), 63–69. [https://doi.org/10.1016/0925-4005\(92\)80195-4](https://doi.org/10.1016/0925-4005(92)80195-4)
- Mardiah, M., & Elvaswer, E. (2017). Karakterisasi I-V Semikonduktor Heterokontak CuO/ZnO(TiO₂) Sebagai Sensor Gas Hidrogen. *Jurnal Ilmu Fisika / Universitas Andalas*, 9(1), 7–14. <https://doi.org/10.25077/jif.9.1.7-14.2017>
- Murade, P.A., Sangawar, V.S., Chaudhari. G. N., Kapse, V.D., & Bajpeyee, A.U. (2010). Acetone gas-sensing performance of Sr-doped nanostructured LaFeO₃ semiconductor prepared by citrate sol-gel route. *Curren Applied Physics* 11 (2011), hlm. 451-456.
- Nababan, Hotlan M., Ambarita, Himsar., Sitorus, Tulus B.(2013) Studi Kinerja Mesin Otta Menggunakan Bahan Bakar Bensin dan Etanol 96%. *Jurnal e-Dinamis*. 4(4), 251-264
- Nasrabadi, Naderi., M., Mortazavi, Y., & Khodadadi, A. A. (2016). Highly sensitive

- And Selective Gd₂O₃-doped SnO₂ Ethanol Sensors Synthesized By A High Temperature And Pressure Solvothermal Method In A Microreactor. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 230, 130 – 139. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.02.045>
- Perdana, Agung S., Susantim, Diah (2013) Pengaruh Variasi Temperatur Post Hydrothermal Terhadap Sensitivitas Sensor Gas Co Dari Material WO₃ Hasil Proses Sol Gel. *Jurnal Teknik ITS*. 2(1), 19-24.
- Qin., Z, Cui., X, Yang. (2015) Synthesis Of Three-Dimensionally Ordered Macroporous LaFeO₃ With Enhanced Methanol Gas Sensing Properties. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 209, 706 - 713 <http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2012.07.062>
- Rahimah, S., Syarif, D., & Suhendi, E. (2011). Sintesis dan Karakterisasi Keramik Film Tebal Fe₂O₃:10% mol ZnO untuk Sensor Gas Etanol. (June), 329–332.
- Rahma, C. (2015). Efek Doping Terhadap Aktivitas Fotokatalis Na₂Ti₆O₁₃ Dalam Mendegradasi Limbah Cair. 2, 3–7
- Ramadhani, Sri., Elvaswer, Elvaswer.(2018). Karakteristik Sensor Gas Hidrogen dari Bahan Semikonduktor TiO₂ (Titanium Dioxide) Didoping Na₂CO₃ (Natrium Carbonat). *Jurnal Fisika Unand*. 7, 56-62. <https://doi.org/10.25077/jfu.7.1.56-62.2018>
- Ramli, P., & Elvaswer, E. (2016). Detektor Gas Oksigen dari Bahan Semikonduktor TiO₂ Doping CuO. *Jurnal Ilmu Fisika / Universitas Andalas*, 8(1), 28–37. <https://doi.org/10.25077/jif.8.1.28-37.2016>
- Ratnawulan, Anesa Filda Khairani, dan. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Listrik Keramik ZnFe₂O₄ dengan Doping TiO₂ untuk Termistor NTC dengan Teknik Pressing. *Pillar of Physics*, 12(1), 77–84. https://doi.org/10.15036/arerugi.45.811_1
- Sari, R. K. (2016). Potensi Mineral Batuan Tambang Bukit 12 Dengan Metode XRD, XRF dan AAS. *Eksakta*, 2(Juli), 13–23.

- Sayono, A. S. (2004). Efek Doping Pladium (Pd) pada Permukaan ZnO Sebagai Bahan Sensor Gas Terhadap Sensitivitas Gas NH₃, CO, C₂H₅OH Dan HNO₃. 6(10), 82–93.
- Sayono., Sujitno, T., & Susita, L. (2008). Efek Doping Indium Terhadap Sensitivitas Sensor Gas ZnO. *Prossiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Teknologi Akselerator dan Aplikasinya*. Vol 10. hlm. 139-147
- Sayono,Suhanrni. (2009). Pengaruh Doping Indium Terhadap Senitivitas Sensor Gas Dari Lapisan Tipis SnO₂. 275, 289–295.
- Shankar, Prabakaran., Rayappan, John. (2015). Gas Sensing Mechanism Of Metal Oxides: The Role Of Ambient Atmosphere, Type Of Semiconductor And Gases-A Review. *ScienceJet*.4, 1-18.
- Suhendi, E., Astri Lidiawati, N., Gustaman Syarif, D., & Setiawan, A. (2019). Synthesis and Characterization of Al₂O₃-Doped LaFeO₃ Thick Film Ceramics for Ethanol Gas Sensing Application. *Oriental Journal of Chemistry*, 35(1), 283–288. <https://doi.org/10.13005/ojc/350134>
- Suhendi, E., Witra, Hasanah, L., & Syarif, D. G. (2017). Characteristics Of A Thick Film Ethanol Gas Sensor Made Of Mechanically Treated LaFeO₃ Powder. *AIP Conference Proceedings*, 1848(May), 1–5. <https://doi.org/10.1063/1.4983964>
- Sujitno, Tjipto., Atmono, Trimardji., Sayono, Sayono., Susita, Lely.(2006) Lapisan Tipis ZnO Susunan Larik Sebagai Sensor Gas. *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir*, 9(2), 11 - 20
- Suwargi, E., Pardiarto, B., & Ishlah, T. (2010). Potensi Logam Tanah Jarang di Indonesia. *Buletin Sumberdaya Geologi*, 5, 131–140.
- Tan, O. K., Zhu, W., Yan, Q., Kong, L. B. (2000). Size Effect And Gas Sensing Characteristics Of Nanocrystalline $x\text{SnO}_{2-(1-x)\alpha}\text{Fe}_2\text{O}_3$ Ethanol Sensors. *Sensors and Actuators, B: Chemical*. 65, 361-365. [https://doi.org/10.1016/S0925-4005\(99\)00414-1](https://doi.org/10.1016/S0925-4005(99)00414-1)
- Tsang, S. C., & Bulpitt, C. (1998). Rare Earth Oxide Sensors For Ethanol Analysis.

Sensors and Actuators, B: Chemical, B52(3), 226–235.
[https://doi.org/10.1016/s0925-4005\(98\)00233-0](https://doi.org/10.1016/s0925-4005(98)00233-0)

White N. (2017) Thick Films. In: Kasap S., Capper P. (eds) Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials. Springer Handbooks. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-48933-9_29

Xiang, J., Chen, X., Zhang, X., Gong, L., Zhang, Y., & Zhang, K. (2018). Preparation and Characterization of Ba-doped LaFeO₃ Nanofibers By Electrospinning And Their Ethanol Sensing Properties. *Materials Chemistry and Physics*.
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2018.04.024>

Xu, C., Tamaki, J., Miura, N., & Yamazoe, N. (1991). Grain Size Effects On Gas Sensitivity Of Porous SnO₂-Based Elements. *Sensors and Actuators: B. Chemical*, 3(2), 147–155. [https://doi.org/10.1016/0925-4005\(91\)80207-Z](https://doi.org/10.1016/0925-4005(91)80207-Z)

Yan, S. H., Ma, S. Y., Li, W. Q., Xu, X. L., Cheng, L., Song, H. S., Liang, X. Y. (2015). Synthesis of SnO₂-ZnO Heterostructured Nanofibers For Enhanced Ethanol Gas-Sensing Performance. *Sensors and Actuators, B: Chemical*. 221, 88 - 95.
<https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.06.104>

Zhou, W., Apkarian, R., Wang, Z. L., & Joy, D. (2007). Fundamentals Of Scanning Electron Microscopy (SEM). *Scanning Microscopy for Nanotechnology: Techniques and Applications*, 1–40. https://doi.org/10.1007/978-0-387-39620-0_1