

**PENGARUH DOPING Gd TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM  
TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  HASIL SINTESIS DENGAN METODE  
KOPRESIPITASI UNTUK SENSOR GAS ETANOL**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains

Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika

Kelompok Bidang Kajian Fisika Material



Oleh

**Siti Nabila Rahmah**

**NIM. 1604306**

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

Siti Nabila Rahmah, 2021

*PENGARUH DOPING Gd TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$   
HASIL SINTESIS DENGAN METODE KOPRESIPITASI UNTUK SENSOR GAS ETANOL*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

**PENGARUH DOPING Gd TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  HASIL SINTESIS  
DENGAN METODE KOPRESIPITASI UNTUK SENSOR GAS ETANOL**

Oleh  
Siti Nabila Rahmah (1604306)

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

© Siti Nabila Rahmah 2020  
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi undang-undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difoto copy, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH DOPING Gd TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  HASIL SINTESIS  
DENGAN METODE KOPRESIPITASI UNTUK SENSOR GAS ETANOL**

Oleh:

Siti Nabila Rahmah  
NIM 1604306

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



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 Konsentrasi Doping Gd Terhadap Karakteristik Keramik Film Tebal Komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  Hasil Sintesis dengan Metode Kopresipitasi Untuk Sensor Gas Etanol", 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 pernyataan 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, Desember 2020

Yang membuat pernyataan,

SITI NABILA RAHMAH  
NIM.1604306

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas ridho dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ” Pengaruh Konsentrasi Doping Gd Terhadap Karakteristik Keramik Film Tebal Komposit  $Fe_2O_3$  -  $LaFeO_3$  –  $La_2O_3$  Hasil Sintesis dengan Metode Kopesipitasi Untuk Sensor Gas Etanol”. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW., kepada keluarganya, dan sahabat-sahabatnya.

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi serta meningkatkan ilmu pengetahuan bagi para pembacanya.

Bandung, Desember 2020

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karuniaNya yang selalu dilimpahkan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Peneliti menyadari akan adanya kekurangan yang dimiliki, sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini peneliti mendapatkan bantuan dan juga dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Arif Santoso dan Ibu Des Yunita Latif, adik perempuan penulis Ladisa Busaina, adik laki-laki penulis Muhammad Ghalib Biyurif, yang selalu mendoakan, memberikan semangat, kasih sayang dan memberikan dukungan secara moril maupun materil,
2. Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik, serta nasehat kepada penulis,
3. Dr. Endi Suhendi, M.Si., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik serta nasehat kepada penulis, dan telah mengizinkan penulis untuk ikut dalam kegiatan payung penelitiannya,
4. Dr. Lilik Hasanah, M.Si., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan masukan selama proses perkuliahan,
5. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si., selaku Ketua Departemen Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia,
6. Bapak Yamin dan Ibu Yofi Eka Pratiwi selaku Teknisi Laboratorium Bidang Tekno fisika yang selalau memberikan arahan selama penelitian berlangsung,
7. Agustina dan Gizella Mentari Putri selaku partner selama penelitian hingga penyusunan skripsi berlangsung yang telah memberikan semangat dan bantuan ketika peneliti mengalami kesulitan dalam menyusun penelitian ini,
8. Adhany Dwi Putri, Muhammad Fariz Turizal, dan Rahmi Salsabila selaku sahabat yang membantu memberikan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini
9. Najmah Muslimah, Anisa Tri Rahayu selaku teman seperjuangan yang selalu membantu selama perkuliahan dan penyusunan skripsi,

10. Teman-Teman Fisika C 2016 bidang kajian Fisika Material yang selalu membantu, memberikan doa dan dukungan semangat,
11. Teman-Teman Fisika C 2016 yang membantu selama perkuliahan
12. Kakak tingkat Fisika Material yang membantu dalam penyusunan skripsi
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan serta doa kepada peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan seluruh pihak, baik yang disebutkan atau tidak, yang telah membantu serta mendukung dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Semoga hasil penelitian skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

**PENGARUH DOPING Gd TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  HASIL SINTESIS  
DENGAN METODE KOPRESIPITASI UNTUK SENSOR GAS ETANOL**

---

SITI NABILA RAHMAH

Pembimbing 1: Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng.

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

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian pengaruh doping Gd terhadap karakterisasi keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  hasil sintesis dengan metode kopresipitasi untuk sensor gas etanol. Keramik film tebal dibuat dengan variasi konsentrasi doping Gd 0%, 1%, dan 3%. Pembuatan keramik film tebal menggunakan teknik *screen printing* dibakar pada temperatur 600°C selama 2 jam. Hasil *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan struktur kristal dari keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  dengan konsentrasi doping Gd 0%, 1% dan 3% adalah struktur kubik untuk  $\text{LaFeO}_3$ , hexagonal untuk  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{La}_2\text{O}_3$ , dan ukuran kristalit  $\text{LaFeO}_3$  masing-masing adalah 16,1 nm, 15,9 nm, 15,8 nm,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  32,3 nm, dan  $\text{La}_2\text{O}_3$  25,7 nm. Hasil karakterisasi struktur mikro dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi doping maka struktur morfologi keramik film tebal menjadi semakin kecil. Hasil karakterisasi sifat listrik pada konsentrasi etanol 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm menunjukkan bahwa semakin besar suhu pengukuran maka hambatannya semakin kecil dan sensitivitas sensor gas meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi gas etanol. Keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{LaFeO}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  dengan konsentrasi doping Gd 3% memiliki karakteristik yang lebih baik, dengan temperatur kerja 218°C dan sensitivitas 0,77 pada konsentrasi etanol 300 ppm. Diharapkan adanya perkembangan kinerja sensor gas etanol dengan adanya penelitian ini.

**Kata Kunci:** Film tebal  $\text{LaFeO}_3$ , metode kopresipitasi, struktur mikro, sensitivitas sensor gas etanol



**PENGARUH DOPING Gd TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $Fe_2O_3 - LaFeO_3 - La_2O_3$  HASIL SINTESIS  
DENGAN METODE KOPRESIPITASI UNTUK SENSOR GAS ETANOL**

---

SITI NABILA RAHMAH

Pembimbing 1: Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng.

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

***ABSTRACT***

*Characterization of thick film ceramic composite  $Fe_2O_3 - LaFeO_3 - La_2O_3$  with variations in doping Gd synthesized by the coprecipitation method for ethanol gas sensors research has been done. Thick film ceramic were made with variations in Gd doping concentrations of 0%, 1%, and 3%. The manufacture of thick film ceramic used screen printing techniques and burned at a temperature of 600°C for 2 hours. The X-Ray Diffraction (XRD) results showed the crystal structure of the thick film ceramic composite  $Fe_2O_3 - LaFeO_3 - La_2O_3$  with Gd doping concentrations of 0%, 1% and 3% were cubic structures for  $LaFeO_3$ , hexagonal for  $Fe_2O_3$  and  $La_2O_3$ , and the crystallite sizes  $LaFeO_3$  were 16,1 nm, 15,9 nm, 15,8 nm,  $Fe_2O_3$  32,3 nm, and  $La_2O_3$  25,7 nm. The results of the characterization of the micro structure using Scanning Electron Microscopy (SEM) showed that the greater the doping concentration, the smaller the morphological structure of the thick film ceramic. The results of the characterization of electrical properties at the ethanol concentration of 100 ppm, 200 ppm, and 300 ppm showed that the greater the temperature measurement, the smaller the resistance and the gas sensor's sensitivity increased with the increase in the concentration of ethanol gas. Thick film ceramic composite  $Fe_2O_3 - LaFeO_3 - La_2O_3$  with a doping concentration of 3% Gd has better characteristics, with a working temperature of 218°C and a sensitivity of 0,77 at a concentration of 300 ppm ethanol. With this research, the performance of the ethanol gas sensor is expected to improve.*

**Keyword:** *Thick film  $LaFeO_3$ , coprecipitation method, sensitivity of ethanol gas sensor*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Sensor Gas.....	6
2.2 Sensitivitas .....	7
2.3 Keramik Semikonduktor Untuk Aplikasi Sensor Gas .....	7
2.4 Struktur Kristal Keramik Semikonduktor Untuk Aplikasi Sensor Gas ..	9

2.5 Struktur Morfologi Keramik Semikonduktor Untuk Aplikasi Sensor Gas.....	11
BAB III .....	13
METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Tempat .....	13
3.2 Desain Penelitian.....	13
3.3 Tahapan Penelitian .....	14
3.3.1 Pembuatan serbuk LaFeO <sub>3</sub> variasi konsentrasi doping Gd .....	14
3.3.2 Pembuatan keramik film tebal LaFeO <sub>3</sub> variasi konsentrasi doping Gd.....	21
3.3.3 Karakterisasi Keramik Film Tebal LaFeO <sub>3</sub> variasi konsentrasi doping Gd.....	25
3.3.4 Analisis Data .....	26
BAB IV .....	29
TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1 Pengaruh Konsentrasi Gd terhadap Struktur Kristal Keramik Film Tebal Komposit Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – LaFeO <sub>3</sub> – La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	29
4.2 Pengaruh Konsentrasi Gd terhadap Struktur Mikro Keramik Film Tebal Komposit Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – LaFeO <sub>3</sub> – La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	33
4.3 Pengaruh Konsentrasi Gd terhadap Sensitivitas Sensor Gas Etanol Berbasis Keramik Film Tebal Komposit Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – LaFeO <sub>3</sub> – La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	34
BAB V.....	41
SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....	41
5.1 Simpulan .....	41
5.2 Implikasi dan Rekomendasi .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Perbedaan tingkat energi .....	8
Gambar 2. 2. Skema proses difraksi sinar-x .....	9
Gambar 2. 3 Struktur morfologi $PVA/Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ .....	12
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	13
Gambar 3. 2 Tahapan pembuatan serbuk $LaFeO_3$ variasi konsentrasi doping Gd	15
Gambar 3. 3 Serbuk (a) $La_2O_3$ (b) $Gd_2O_3$ (c) $Fe_2O_3$ .....	16
Gambar 3. 4 Hasil Pengendapan .....	19
Gambar 3. 5 (a) Hasil Pengeringan (b) Hasil Kalsinasi.....	20
Gambar 3. 6 Serbuk $LaFeO_3$ .....	20
Gambar 3. 7 Tahapan pembuatan keramik film tebal $LaFeO_3$ variasi konsentrasi doping Gd.....	21
Gambar 3. 8 <i>Organic Vehicle</i> (OV) .....	22
Gambar 3. 9 Pelapisan Pasta Perak pada Substrat Alumina .....	23
Gambar 4. 1 Pencocokan hasil karakterisasi struktur kristal keramik film tebal $LaFeO_3$ doping Gd (a) tanpa doping (b) Gd 10% (c) Gd 30% dengan JCPDS ...	30
Gambar 4. 2 Citra morfologi keramik film tebal $LaFeO_3$ (a) tanpa doping Gd (b) doping Gd 10% (c) doping Gd 30%.....	33
Gambar 4. 3 Grafik R-T keramik film tebal $LaFeO_3$ (a) tanpa doping Gd (b) doping Gd 10% (c) doping Gd 30%.....	36
Gambar 4. 4 Sensitivitas sensor gas etanol berbasis keramik film tebal $LaFeO_3$ (a) tanpa doping Gd (b) doping Gd = 0,01 (c) doping Gd = 0,03 .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil penelitian sensor gas.....	6
Tabel 2. 2 Struktur kristal dan parameter kisi pada penelitian sebelumnya.....	10
Tabel 2. 3 Pengaruh doping terhadap ukuran kristalit La (1-x) Pb <sub>x</sub> FeO <sub>3</sub> .....	11
Tabel 2. 4 Hubungan antara ukuran butir dengan sensitivitas .....	11
Tabel 3. 1 Komposisi bahan dasar serbuk LaGdFeO <sub>3</sub> (Gd = 0).....	15
Tabel 3. 2 Komposisi bahan dasar serbuk LaGdFeO <sub>3</sub> (Gd= 0,01).....	15
Tabel 3. 3 Komposisi bahan dasar serbuk LaGdFeO <sub>3</sub> (x= 0,03) .....	15
Tabel 3. 4 Alat yang digunakan dalam tahapan persiapan bahan .....	16
Tabel 3. 5 Alat yang digunakan pada tahapan pelarutan .....	17
Tabel 3. 6 Bahan yang digunakan pada tahapan pelarutan .....	17
Tabel 3. 7 Alat yang digunakan pada tahapan pencampuran.....	18
Tabel 3. 8 Alat yang digunakan pada tahapan pengendapan .....	19
Tabel 3. 9 Alat yang digunakan pada tahapan pengeringan dan kalsinasi.....	20
Tabel 3. 10 Alat yang digunakan pada tahapan penggerusan dan penyaringan....	21
Tabel 3. 11 Alat yang digunakan pada pembuatan pasta .....	22
Tabel 3. 12 Alat yang digunakan pada tahapan pelapisan perak .....	23
Tabel 3. 13 Bahan yang digunakan pada tahapan pelapisan perak .....	23
Tabel 3.14 Alat yang digunakan pada tahapan pelapisan LaFeO <sub>3</sub> variasi konsentrasi doping Gd.....	24
Tabel 3. 15 Alat yang digunakan pada tahapan pembakaran.....	24
Tabel 4. 1 Nilai indeks miller (hkl) keramik film tebal LaFeO <sub>3</sub> tanpa doping .....	31
Tabel 4. 2 Nilai indeks miller (hkl) keramik film tebal LaFeO <sub>3</sub> doping Gd 10%. 31	
Tabel 4. 3 Nilai indeks miller (hkl) keramik film tebal LaFeO <sub>3</sub> doping Gd 30%. 31	
Tabel 4. 4 Ukuran kristalit keramik film tebal LaFeO <sub>3</sub> variasi konsentrasi doping Gd.....	32
Tabel 4. 5 Nilai sensitivitas dan temperatur operasi sensor gas etanol berbasis keramik film tebal LaFeO <sub>3</sub> variasi konsentrasi doping Gd.....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Log Book</i> Penelitian.....	48
Lampiran 2 Dokumentasi.....	57
Lampiran 3 Penentuan nilai indeks miller (hkl) dan parameter kisi .....	61
Lampiran 4 Ukuran Kristalit .....	66
Lampiran 5 Data Sifat Listrik .....	66
Lampiran 6 Perhitungan Sensitivitas Sensor Gas Etanol Berbasis Keramik Film Tebal $\text{LaFeO}_3$ dengan variasi konsentrasi doping Gd.....	69
Lampiran 7 Penentuan Komposisi massa (gram) bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan serbuk $\text{LaFeO}_3$ dengan variasi konsentrasi doping Gd.....	71
Lampiran 8 Riwayat Penulis .....	70