

PENGARUH *CO-DOPING* ZnO DAN CaO TERHADAP KARAKTERISTIK  
KERAMIK FILM TEBAL LaFeO<sub>3</sub> UNTUK APLIKASI SENSOR GAS  
ETANOL

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana  
Sains Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika Konsentrasi  
Fisika Material



Oleh

ZEANY LUCKYTA AMANDA

NIM. 1505037

PROGRAM STUDI FISIKA  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2019

PENGARUH CO-DOPING ZnO DAN CaO TERHADAP  
KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL LaFeO<sub>3</sub> UNTUK APLIKASI  
SENSOR GAS ETANOL

(Skripsi ini merupakan bagian dari payung penelitian Dr. Endi Suhendi, M.Si)

oleh

Zeany Luckyta Amanda

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Sains Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika Konsentrasi  
Fisika Material FPMIPA UPI

© Zeany Luckyta Amanda

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang.

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,

Dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

ZEANY LUCKYTA AMANDA

PENGARUH CO-DOPING ZnO DAN CaO TERHADAP KARAKTERISTIK  
KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS  
ETANOL

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Dani Gusman Syarif, M.Eng

NIP. 196105221984031002

Pembimbing II



Dr. Endi Subendi, M. Si

NIP. 197905012003121001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M. Si

## ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$  couple doping ZnO dan CaO menggunakan metoda kopresipitasi untuk aplikasi sensor gas etanol dengan pemanfaatan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal yang berasal dari ekstraksi mineral yarosit. Sampel dibuat dalam bentuk film tebal dengan teknik screen printing dan dibakar pada temperatur  $600^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Hasil analisis struktur kristal menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) menunjukkan bahwa keramik  $\text{LaFeO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$  couple doping ZnO dan CaO memiliki struktur kristal kubik dengan parameter kisi masing-masing adalah  $3.8977 \text{ \AA}$  dan  $3.9516 \text{ \AA}$ , serta ukuran kristalit masing-masing  $51,19 \text{ nm}$  dan  $48,72 \text{ nm}$ . Hasil karakterisasi sifat listrik menunjukkan bahwa sensor gas etanol berbasis keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  couple doping ZnO dan CaO memiliki sensitivitas yang lebih baik. Dari tiga konsentrasi gas etanol yang diujikan yaitu 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm diketahui bahwa temperatur operasi dari sensor gas etanol berbasis  $\text{LaFeO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$  couple doping ZnO dan CaO masing - masing berada pada temperatur  $205^\circ\text{C}$  dan  $190^\circ\text{C}$ . Berdasarkan karakteristik yang dihasilkan maka sensor gas etanol dari bahan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal ini dapat difabrikasi. Pemanfaatan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lokal ini diharapkan dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi impor material dalam pembuatan sensor gas sehingga dapat menjadi penghematan devisa.

Kata kunci:  $\text{LaFeO}_3$ , ZnO, CaO, Film Tebal, Kopresipitasi, Screen Printing, Sensor Gas Etanol

THE EFFECT OF ZnO AND CaO CO-DOPING ON CHARACTERISTICS OF  
CERAMIC FILM OF LaFeO<sub>3</sub> FOR ETHANOL GAS SENSING APPLICATION

---

ZEANY LUCKYTA AMANDA

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

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

**ABSTRACT**

The manufacture of LaFeO<sub>3</sub> and LaFeO<sub>3</sub> couple doping ZnO and CaO thick ceramic has been carried out using coprecipitation method for ethanol gas sensing application using local Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> from yarocyte extraction. Samples were made in thick film by screen printing technique and burned at 600°C for 2 hour. The results of crystal structure analysis using X-Ray Diffraction (XRD) showed that the LaFeO<sub>3</sub> and LaFeO<sub>3</sub> couple doped ZnO and CaO had cubic crystal structure with lattice parameters respectively 3.8977Å and 3.9516Å, and the size of crystallites were 51.19nm respectively and 48.72nm. The results of the characterization of electrical properties showed that the ethanol gas sensor based on thick film LaFeO<sub>3</sub> couple doped ZnO and CaO had better sensitivity. From the three ethanol gas concentrations tested 100 ppm, 200 ppm, and 300 ppm it is known that the operating temperature of the LaFeO<sub>3</sub> and LaFeO<sub>3</sub>-based ethanol gas couple doped ZnO and CaO are respectively at temperatures and 205°C and 190°C. Based on the characteristics produced, the ethanol gas sensor from local Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> material can be fabricated. The use of local Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is expected to be one way to reduce the import of materials in the manufacture of gas sensors so that it can be a foreign exchange savings.

Keywords: LaFeO<sub>3</sub>, ZnO, CaO, Thick Film, Coprecipitation, Screen Printing, Ethanol Gas Sensing.

## DAFTAR ISI

### LEMBAR

PERNYATAAN.....**Error!**

**Bookmark not defined.**

### KATA

PENGANTAR.....**Error!**

**Bookmark not defined.**

### UCAPAN TERIMA

KASIH.....**Error! Bookmark**

**not defined.**

ABSTRAK.....viii

*ABSTRACT*.....ix

DAFTAR ISI.....x

### DAFTAR

GAMBAR.....**Error!**

**Bookmark not defined.**

### DAFTAR

TABEL.....**Error!**

**Bookmark not defined.**

### BAB

I.....**Error!**

**Bookmark not defined.**

PENDAHULUAN.....

**Error! Bookmark not defined.**

#### 1.1 Latar

Belakang.....**Error!**

**Bookmark not defined.**

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian.....**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.**

## 1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi.....**Error! Bookmark not defined.**

## BAB

II.....**Error! Bookmark not defined.**

## KAJIAN

PUSTAKA.....**Error! Bookmark not defined.**

## 2.1 Teknologi Film

Tebal.....**Error! Bookmark not defined.**

## 2.2 Sensor

Gas.....**Error! Bookmark not defined.**

## 2.3 Semikonduktor untuk Sensor

Gas.....**Error! Bookmark not defined.**

2.4	Struktur Kristal Keramik untuk Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5	Struktur Morfologi Keramik untuk Aplikasi Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6	Sifat Listrik Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>BAB</b>	
III.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>METODE</b>	
PENELITIAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Desain Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Tahapan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1	Pembuatan serbuk LaFeO <sub>3</sub> tanpa doping dan co-doping ZnO dan CaO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2	Pembuatan Keramik Film Tebal LaFeO <sub>3</sub> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3	Karakterisasi Keramik Film Tebal.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## 3.3.4 Analisis

Data.....**Error! Bookmark  
not defined.**

## BAB

IV.....**Error!  
Bookmark not defined.**

4.1 Struktur Kristal Keramik Film Tebal  $\text{LaFeO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$  co-doping  
ZnO dan

CaO.....**Error!  
Bookmark not defined.**

4.2 Struktur Morfologi Keramik Film Tebal  $\text{LaFeO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$  co-doping  
ZnO dan

CaO.....**Error!  
Bookmark not defined.**

4.3 Sifat Listrik Keramik Film Tebal  $\text{LaFeO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$  co-doping ZnO  
dan

CaO.....**Error  
! Bookmark not defined.**

## BAB

V.....**Error!  
Bookmark not defined.**

## SIMPULAN DAN

REKOMENDASI.....**Error! Bookmark  
not defined.**

## 5.1

Simpulan.....**Err  
or! Bookmark not defined.**

## 5.2

Rekomendasi.....**Er  
ror! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA.....xi

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, N. dkk. (2018). Fabrication and Characterization of Thick Film Ceramics  $\text{La}_{0,9}\text{Ca}_{0,1}\text{FeO}_3$  for Ethanol Gas Sensor using Extraction of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  from Yarosite Mineral. *International Symposium on Materials and Electrical Engineering*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Bajili, A., Hamdi., & Dwiridal, L. (2014). Karakterisasi mineral pada batu granit di sekitar gunung merapi daerah sumatera barat menggunakan x-ray diffraction (XRD). *PILLAR OF PHYSICS*, Vol. 1, hlm. 01 – 08.
- Bochenkov, V. E. & Sergeev, G. B. (2010). Sensitivity, Selectivity, and Stability of Gas-Sensitive Metal-Oxide Nanostructures. Laboratory of Low Temperatur Chemistry, Department of Chemistry, M. V.Lomonosov Moscow State University. Moscow: Russia.
- Callister, W. D. (2007). *An Introduction materials science and engineering, seventh edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Carter, C. B. & Norton, M. G. (2007). *Ceramic materials science and engineering*. Springer.
- Cyza, A., Kopia, A., Cieniek, Ł., & Kusiński, J. (2016). Structural Characterization of Sr Doped  $\text{LaFeO}_3$  Thin Films Prepared By Pulsed Electron Deposition Method. *Materials Today: Proceedings*, 3(8), 27072712.
- Debataraja, A., Manurung, R. V., & Hiskia. (2011). Mikrotranduser deteksi kadar oksigen terlarut aplikasi monitoring kualitas air. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, 2(2), hlm. 73 – 78.
- Denny, Y. R., Suherman, A., & Gustaman, D. (2016). Karakterisasi struktur mikro dan struktur kristal film tebal  $\text{FeTiO}_3$  dari bahan mineral indonesia. Gravity: *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), hlm. 112 – 121.
- Fine, G.F., dkk. (2010). Metal Oxide Semiconductor Gas Sensor in Environmental Monitoring. *Sensors*ISSN: 1424-8220
- Haron, W., Wisitsoraat, A., & Wongnawa, S. (2017). Nanostructured perovskite oxides– $\text{LaMO}_3$  (M= Al, Co, Fe) prepared by co-precipitation method and their ethanol-sensing characteristics. *Ceramics International*, 43(6), 5032-5040.

- Hasanah, L., Suhendi, E., & Syarif, D. G. (2010). Pembuatan keramik film tebal Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NiO dengan pemanfaatan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lokal untuk sensor gas aseton. *Indonesian Journal of Material Sciences*, 14(1), hlm. 27 – 29.
- Hendri, E. (2012). Karakterisasi TiO<sub>2</sub> (CuO) Yang Dibuat dengan Metoda Keadaan Padat (Solid State Reaction) Sebagai Sensor CO<sub>2</sub>. *Jurnal Fisika Unand Vol, 1*(1).
- Hiskia. (2007). Perkembangan Teknologi Sensor dan Aplikasinya untuk Diteksi Radiasi Nuklir. *Prosiding PPI – PDIPTN*, 7-18. Yogyakarta: Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.
- Irzaman., Erviansyah, R., Syafutra, H., Maddu, A., & Siswadi. (2010). Studi konduktivitas listrik film tipis Ba<sub>0,25</sub>Sr<sub>0,75</sub>TiO<sub>3</sub> yang didadah ferium oksida (BFST) menggunakan metode chemical solution deposition. *Berkala Fisika*, 13 (1), hlm. 33 – 38.
- Manurung, R. V. dkk. (2012). Desain dan fabrikasi elektroda biosensor: metode teknologi film tebal. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, 3 (1), hlm. 65 – 70.
- Masitoh, R., Syarif, D. G., & Sinaga, P. (2011). Karakteristik listrik keramik film tebal SnO<sub>2</sub> yang ditambah Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> untuk sensor gas etanol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir* (hlm. 320 – 324). Bandung: PTNBR – BATAN.
- Masrukan., Wagiyono., Aditoyanto. 2009. Pemeriksaan Mikrostruktur dan Analisis Unsur AlMgSi Menggunakan Scanning Electron Microscope SEM-EDS. In *Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron dan Sinar X Ke 2*, ISSN 1410-7686. pp 79-82.
- Oktaviani, Y. & Astuti. (2014). Sintesis lapisan tipis semikonduktor dengan bahan dasar tembaga (Cu) menggunakan chemical bath deposition. *Jurnal Fisika Unand*, 3 (1), hlm. 53 – 58.
- Patil, AV., dkk. (2010). Influence of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doping on ZnO thick film gas sensors. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials* 12 (6), hlm 1255-1261.
- Rahimah, S., Syarif, D. G., & Suhendi, E. (2011). Sintesis dan karakterisasi keramik film tebal Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:10% mol ZnO untuk sensor gas etanol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir* (hlm. 329 – 332). Bandung: PTNBR – BATAN.

- Saikh, FI., dkk. (2017). Enhanced acetone sensing performance of nanostructured Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> doped SnO<sub>2</sub> thick films. *Journal of Rare Earths* 35 (8), 813-823.
- Sayono., Sujitno, T., & Susita, L. (2008). Efek doping indium terhadap sensitivitas sensor gas ZnO. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Teknologi Akselerator dan Aplikasinya*, Vol. 10. hlm. 139 – 147.
- Santika, I. G. D. (2014). “Perbedaan Isolator, Konduktor dan Semikonduktor”. [Online]. Tersedia: [https://www.academia.edu/9874896/Fisika\\_Zat\\_Padat\\_Perbedaan\\_Isolator\\_Semikonduktor\\_dan\\_Konduktor](https://www.academia.edu/9874896/Fisika_Zat_Padat_Perbedaan_Isolator_Semikonduktor_dan_Konduktor) yang direkam pada 2014. [28 Maret 2018].
- Sayono, Sujitno, T., & RM. L. S. (2008). Efek Doping Indium terhadap Sensitivitas Sensor Gas ZnO. 10, 139-147. ISSN 1411-1349.
- Santoso, A. B., Martinus., & Sugiyanto. (2013). Pembuatan otomasi pengaturan kereta api, pengereman, dan palang pintu pada rel kereta api mainan berbasis mikrokontroler. *Jurnal FEMA*, 1(1), hlm. 16 – 23.
- Sharma, R. K., Bhatnagar, M. C., & Sharma, G. L. (2000). Influence of doping on sensitivity and response time of TiO<sub>2</sub> oxygen gas sensor. *AIP Publishing, Review of Scientific Instrument*, 71(3), hlm. 1500 – 1504.
- Shaikh, F. I., Chikhale, L. P., Patil, J. Y., Mulla, I. S., & Suryavanshi, S. S. (2017). Enhanced acetone sensing performance of nanostructured Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> doped SnO<sub>2</sub> thick films. *Journal of Rare Earths*, 35(8), 813-823.
- Solikha, W., Syarif, D. G., & Suhendi, E. (2011). Pembuatan keramik Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didoping 10% mol CuO dengan menggunakan metode screen printing untuk sensor gas etanol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir* (hlm. 325 – 328). Bandung: PTNBR – BATAN.
- Suhendi E, dkk. (2019). The effect of SrO doping on LaFeO<sub>3</sub> using yarosite extraction based ethanol gas sensors performance fabricated by coprecipitation method. *International Journal of Nanoelectronics and Materials* (Vol. 12, No.2) hlm. 185-192.
- Suhendi E, Lidiawati N. A, Syarif D. G, Setiawan A. (2019) Synthesis and Characterization of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Doped LaFeO<sub>3</sub> Thick Film Ceramics for Ethanol Gas Sensing Application. *Orient Journal of Chemistry*. 35(1). Universitas Pendidikan Indonesia.

- Suhendi, E., Witra, Hasanah, L., & Syarif, D. G. (2017, May). Characteristics of a thick film ethanol gas sensor made of mechanically treated LaFeO<sub>3</sub> powder. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 1848, No. 1, p. 050008). AIP Publishing.
- Suhendi, E. dkk. (2013). Karakteristik listrik keramik film Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan variasi ketebalan yang dibuat dari mineral lokal di atmosfer udara dan atmosfer alkohol. ISSN 1979-8911. Edisi Juli 2013 Volume VII No. 1
- Suhendi, E., Hasanah, L., & Gustaman, D. S. (2012). Pengaruh penambahan NiO terhadap karakteristik keramik film tebal Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk sensor gas aseton. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(2).
- Suhendi, E. dkk. (2010). Studi awal pembuatan keramik film tebal (thick film) berbasis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari bahan dasar lokal untuk sensor gas etanol. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA* (hlm. 87 – 92). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sujitno, T. dkk. (2006). Lapisan Tipis ZnO Susunan Larik Sebagai Sensor Gas. *Prosiding PPT – PDIPTN* (81-91). Yogyakarta: Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.
- Sujitno, T., Atmono, T., Sayono., & Susita, L. (2006). Lapisan tipis ZnO susunan larik sebagai sensor gas. *GANENDRA*, 9(2), hlm. 11 – 20.
- Sumarna. (2014). *Fisika Semikonduktor*. Bahan kuliah semikonduktor UNY.
- Syarif Gustaman D, dkk. (2007). “Karakterisasi keramik termistor Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 1mTi Hasil Sinter dan Perlakuan Panas”. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* Vol. 9 No.1 Hal 1 – 10. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Syarif, D. G., Guntur, D. S., & Yamin, M. (2005). Pembuatan keramik termistor NTC berbahan dasar mineral yarosit dan evaluasi karakteristiknya. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir* (hlm. 344 – 352). Bandung: P3Tkn – BATAN.
- Thuy, N. T., Minh, D. L., Giang, H. T., & Toan, N. N. (2014). Structural, Electrical, and Ethanol-Sensing Properties of Nanoparticles. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014.
- Timuda, G. E. & Maddu, A. (2010). Pengaruh ketebalan terhadap sifat optik lapisan semikonduktor Cu<sub>2</sub>O yang dideposisikan dengan metode chemical bath

- deposition (CBD). *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH*, Vol. 28, hlm. 1 – 5.
- Triaminingsih, S. (1998). Analisa Difraksi Sinar-X Pada Baja Tahan Karat Austenitik dan Feritik. *Analisa Difraksi Sinar-X*, V, (I), 17-24.
- Xiaofeng, W., Hongwei, Q., Jinliang, P., Yanping, C., Ling, L., Jihao, X., & Hu, J. (2016). Sensing performances to low concentration acetone for palladium doped LaFeO<sub>3</sub> sensors. *Journal of Rare Earth* Volume 34(7), hlm. 704-710.
- Yacobi, B. G. (2003). *Semiconductor materials*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publisher.
- Zhang, YM,. dkk. (2014). A high sensitivity gas sensor for formaldehyde based on silver doped lanthanum ferrite. *Sensor and Actuators B: Chemical* 190, hlm 171-176.
- Yulianto, B. (2005). “Sensor, Memahami Lingkungan Sambil Meraih Keuntungan”. [Online]. Tersedia:  
<http://www.fisika.lipi.go.id/webfisika/content/sensor-memahamilingkungan-sambil-meraih-keuntungan> yang direkam pada 3 Februari 2005. [21 Mei