

**PENGARUH SUHU *FIRING* TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  DIDOPING Gd UNTUK  
APLIKASI SENSOR GAS ETANOL**

SKRIPSI

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



oleh

Agustina  
NIM 1608206

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

**PENGARUH SUHU *FIRING* TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  DIDOPING Gd UNTUK  
APLIKASI SENSOR GAS ETANOL**

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

Oleh  
Agustina

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains

Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika Material  
Konsentrasi Fisika Material  
FPMIPA UPI

© Agustina  
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
Dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

AGUSTINA  
PENGARUH SUHU *FIRING* TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  DIDOPING Gd UNTUK  
APLIKASI SENSOR GAS ETANOL

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I:



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

NIP. 196105221984031002

Pembimbing II:

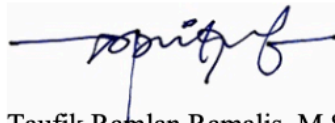


Dr. Andhy Setiawan, M.Si.

NIP. 197310131998021001

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 FIRING TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$  DIDOPING Gd UNTUK APLIKASI 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, Januari 2021  
Yang membuat pernyataan,

AGUSTINA  
NIM.1608206

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu *Firing* Terhadap Karakteristik Keramik Film Tebal Komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  Didoping Gd Untuk Aplikasi Sensor Gas Etanol”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari semua pihak. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu saran maupun kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan.

Semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan apapun kepada penulis mendapatkan yang terbaik dari Allah SWT.

Akhir kata semoga Allah SWT. senantiasa membuka jalan bagi peningkatan kualitas ilmu pengetahuan dalam upaya mendapatkan ridho-Nya. Aamiin

Bandung, Januari 2021

AGUSTINA

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selama penulisan skripsi ini, penulis mendapatk banyak bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik, serta nasehat kepada penulis,
2. Dr. Andhy Setiawan M.Si., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik serta nasehat kepada penulis,
3. Dr. Endi Suhendi, M.Si., yang telah mengizinkan penulis untuk ikut dalam kegiatan payung penelitiannya,
4. Dr. Lilik Hasanah, M.Si., selaku pembimbing akademik penulis yang telah membimbing 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. Bapak Saman dan Ibu Paniyem, kakak laki-laki penulis Hadi Suranto, kakak perempuan penulis Watik, serta seluruh keluarga besar dari orang tua penulis yang selalu memberikan doa, motivasi, kasih sayang, serta dukungan baik moril maupun materil. Semoga Allah senantiasa melimpahkan kesehatan dan umur panjang,
8. Gizella Mentari Putri dan Siti Nabila Rahmah selaku partner selama penelitian hingga penyusunan skripsi berlangsung,
9. Misrovah dan Dewi Ariyani selaku sahabat kecil
10. Najmah Muslimah, Anisa Tri Rahayu dan Cahya Julian selaku teman merantau yang selalu membantu selama perkuliahan dan penyusunan skripsi,
11. Teman-Teman Fisika C 2016 yang selalu memberikan doa dan dukungan semangat,
12. Kakak tingkat Fisika Material 2015 teh Andini Eka Putri dan Zeany Luckyta Amanda

AGUSTINA, 2021

*PENGARUH SUHU FIRING TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK FILM TEBAL KOMPOSIT  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$  DIDOPING  $Gd$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ETANOL*

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

13. Kakak tingkat Fisika Material 2014 kang Diki Yuliardi, teh Neng Astri Lidiawati dan teh Latifah,
14. Kakak tingkat Fisika Material 2013 teh Nenden Ika Ariyani dan kang M. Taufik Ul'hakim,
15. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan 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 SUHU *FIRING* TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-LaFeO<sub>3</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> DIDOPING Gd UNTUK  
APLIKASI SENSOR GAS ETANOL**

---

AGUSTINA

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

Pembimbing 2 : Dr. Andhy Sertiawan, M.Si

**ABSTRAK**

Keramik film tebal komposit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-LaFeO<sub>3</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> didoping Gd untuk sensor gas etanol dibuat dengan metode kopresipitasi. Pembuatan keramik film tebal ini menggunakan teknik *screen printing* untuk mengetahui pengaruh variasi suhu *firing* terhadap kinerja sensor gas etanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu *firing* dengan melakukan karakterisasi difraksi sinar-x menggunakan *x-ray diffraction* (XRD), struktur morfologi menggunakan *Scanning of Electron Microscopy* (SEM) dan listrik. Karakterisasi difraksi sinar-x dan struktur morfologi dilakukan pada ruangan vakum tanpa gas etanol. Sedangkan karakterisasi listrik dilakukan pada ruangan tanpa gas etanol dan ruangan berisi gas etanol dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm dan 300 ppm.

Hasil karakteristik keramik film tebal menunjukkan bahwa sistem kristal yang terbentuk dengan suhu *firing* 700°C, 800°C dan 900°C pada komposit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LaFeO<sub>3</sub> dan La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> secara berturut-turut adalah sistem kristal rhombohedral, orthorombik dan heksagonal. Banyaknya LaFeO<sub>3</sub> yang terbentuk disebabkan suhu *firing* yang semakin tinggi. Karakteristik listrik menunjukkan bahwa suhu *firing* 900 memiliki nilai sensitivitas tertinggi sebesar 5,14 dengan temperatur operasi 194°C. Hal ini disebabkan karena hambatan pada bahan semikonduktor dipengaruhi oleh suhu. Oleh karena itu untuk meningkatkan sensitivitas sensor gas etanol dibutuhkan pemilihan suhu *firing* yang tepat.

**Kata Kunci** : Suhu *firing*, komposit, doping Gd, film tebal, sensor gas etanol, sensitivitas.



**PENGARUH SUHU *FIRING* TERHADAP KARAKTERISTIK KERAMIK  
FILM TEBAL KOMPOSIT  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$  DIDOPING Gd UNTUK  
APLIKASI SENSOR GAS ETANOL**

---

AGUSTINA

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

Pembimbing 2 : Dr. Andhy Sertiawan, M.Si

***ABSTRACT***

*Ceramic thick film composite  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$  doped Gd for ethanol gas sensor was made by coprecipitation method. The manufacture of thick film ceramics uses screen printing techniques to determine the effect of firing temperature variations to the ethanol gas sensor performance. This study aims to determine the effect of firing temperature by characterizing x-ray diffraction using x-ray diffraction (XRD), morphological structures using Scanning of Electron Microscopy (SEM) and electricity. X-ray diffraction and morphological structure were characterized in a vacuum without ethanol gas. While the electrical characterization was carried out in a room without ethanol gas and a room filled with ethanol gas with 100 ppm, 200 ppm and 300 ppm concentration.*

*The results ceramic thick film showed that the crystal system formed with 700°C, 800°C and 900°C firing temperatures, in the  $Fe_2O_3$ ,  $LaFeO_3$  and  $La_2O_3$  composites were rhombohedral, orthorombic and hexagonal crystal systems, respectively. The amount of  $LaFeO_3$  identified in ceramic thick film is due to high firing temperature. The electrical characteristics show that the 900 firing temperature has the highest sensitivity value, it's 5.14 with 194°C operating temperature. This is because the resistance in the semiconductor material is increased by temperature. Therefore, to increase the sensitivity of the ethanol gas sensor it is necessary to choose the right firing temperature.*

**keyword** : Suhu *firing*, komposit, doping Gd, film tebal, sensor gas etanol, sensitivitas.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	12
DAFTAR TABEL.....	15
DAFTAR LAMPIRAN.....	17
BAB I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TINJAUAN PUSTAKA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Keramik Semikonduktor Untuk Aplikasi Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Struktur Kristalin Untuk Aplikasi Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. Struktur Morfologi Keramik Untuk Aplikasi Sensor Gas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.5.	Sifat Kelistrikan Keramik Untuk Aplikasi Sensor Gas.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
2.6.	Keramik Semikonduktor Berbahan Dasar Mineral Yarosit.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
2.7.	Aplikasi Doping Godaluminium .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
METODE 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.	Pembentukan Serbuk Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ Didoping Gd	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.3.2.	Pembentukan Film Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ Didoping Gd.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3.	Karakterisasi Keramik Film Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ Didoping Gd.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4.	Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.	Analisis Difraksi Sinar-x.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.	Struktur Morfologi Film Tebal Komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ Didoping Gd.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.	Pengaruh Suhu <i>Firing</i> Terhadap Sensitivitas Sensor Gas Etanol....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
BAB V.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
SIMPULAN DAN REKOMENDASI.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.	Simpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.	Rekomendasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR GAMBAR

### Gambar 2.

Gambar 2. 1 Ilustrasi energi gap tiap bahan.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 2. Karakterisasi morfologi  $GdFeO_3$  (Salah,dkk. 2017) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 3. Hubungan respon sensor gas terhadap suhu (a) Tanpa doping (b) Dengan doping SrO (Suhendi,dkk. 2019).....**Error! Bookmark not defined.**

### Gambar 3.

Gambar 3. 1 Desain penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 2 Tahapan pembuatan serbuk komposit  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$  didoping Gd.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 3 Proses pelarutan (a)  $La_2O_3$  (b)  $Fe_2O_3$  (c)  $Gd_2O_3$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 4 (a) Proses pencampuran; (b) Proses penyaringan ;(c) Pencampuran pemberian  $NH_4OH$  dan perhitungan pH; (d) Proses pengendapan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 5 Proses pengeringan sampel (a) Sebelum pengeringan (b) Setelah pengeringan.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 6 Proses kalsinasi sampel (a) Sebelum kalsinasi (b) Setelah kalsinasi .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 7 Proses penggerusan dan pengayakan sampel (a) Penggerusan (b) Pengayakan .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 8 Tahapan Pembuatan Film Tebal.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 9 Tahapan Pembuatan *Organic Vehicle* (OV) Film Tebal..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 10 *Organic vehicle* .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 11 Pasta keramik .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 12. Substrat alumina (a) sebelum di lapisi perak (b) setelah di lapisi perak.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 13 Hasil *firing* keramik film tebal (a) suhu  $700^\circ C$  (b) suhu  $800^\circ C$  (c) suhu  $900^\circ C$  .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 14 Pengukuran resistansi antar lapisan perak dan salah satu lapisan perak pada keramik film tebal.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 15. Skema pengujian karakteristik sifat listrik**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4.**

Gambar 4. 1 Pola difraksi keramik film tebal pada tiap suhu *firing* ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Hasil uji SEM keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  didoping Gd (a) suhu  $700^\circ\text{C}$ , (b) suhu  $800^\circ\text{C}$ , dan (c) suhu  $900^\circ\text{C}$ ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 4. 3 Grafik pengaruh suhu *firing* terhadap hambatan keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  didoping Gd (a) suhu  $700^\circ\text{C}$ , (b) suhu  $800^\circ\text{C}$ , dan (c) suhu  $900^\circ\text{C}$ .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 4 Grafik pengaruh suhu *firing* terhadap sensitivitas keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  didoping Gd (a) suhu  $700^\circ\text{C}$ , (b) suhu  $800^\circ\text{C}$ , dan (c) suhu  $900^\circ\text{C}$  .....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

### Tabel 2.

- Tabel 2. 1 Perkembangan dan hasil penelitian yang berkaitan dengan sensor gas...  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 2 Klasifikasi semikonduktor terhadap paparan gas (Jeyaperkash, 2012)  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 3 Hasil penelitian karakteristik struktur kristal pada sensor gas..... **Error!  
Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 4 Hubungan parameter kisi dengan jarak antar bidang hkl (Hidayati, 1995).  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 5 Hasil penelitian ukuran kristalit terhadap penambahan  $Gd_2O_3$ ..... **Error!  
Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 6 Hubungan antara ukuran butir dengan sensitivitas (Song,dkk 2005)  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 7 Komposisi Serbuk Awal Pasir Yarosit (Syarif,dkk 2007)  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 8 Komposisi serbuk hematit hasil pengolahan pasir yarosit secara pelarutan  
kimia (Syarif,dkk 2007) .....  
**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 9 Komposisi serbuk mineral magnetik hasil pengolahan secara pelarutan  
kimia (Syarif,dkk 200)7 .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 10 Komposisi yarosit hasil pemurnian hingga pengendapan (Denny, 2016)  
.....**Error! Bookmark not defined.**

### Tabel 3.

- Tabel 3. 1 Komposisi bahan dasar serbuk  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$  didoping Gd  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 2 Alat yang digunakan tahap persiapan bahan  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$   
didoping Gd.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 3 Alat dan bahan yang digunakan tahap pelarutan  $Fe_2O_3-LaFeO_3-La_2O_3$   
didoping Gd.....**Error! Bookmark not defined.**



Tabel 3. 4 Alat yang digunakan tahap pencampuran dan pengendapan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{LaFeO}_3$ - $\text{La}_2\text{O}_3$  didoping Gd .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 5 Alat yang digunakan pada tahap pengeringan dan kalsinasi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{LaFeO}_3$ - $\text{La}_2\text{O}_3$  didoping Gd .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 6 Alat yang digunakan pada tahap penggerusan dan pengayakan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{LaFeO}_3$ - $\text{La}_2\text{O}_3$  didoping Gd .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 7 Alat yang digunakan pada tahap pembuatan pasta**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 8 Alat yang digunakan pada tahap pelapisan perak pada substrat alumina .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 9 Alat yang digunakan pada tahap pelapisan pasta keramik film tebal .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 10 Alat yang digunakan pada tahap *firing* keramik film tebal..... **Error! Bookmark not defined.**

#### **Tabel 4.**

Tabel 4. 1 Nilai indeks miller (hkl)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Nilai indeks miller (hkl)  $\text{LaFeO}_3$  .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 3 Nilai indeks miller (hkl)  $\text{La}_2\text{O}_3$  .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 4 Parameter kisi material pada suhu *firing*  $700^\circ\text{C}$ .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 5 Parameter kisi material pada suhu *firing*  $800^\circ\text{C}$ .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 6 Parameter kisi material pada suhu *firing*  $900^\circ\text{C}$ .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 7 Ukuran kristalin material pada tiap perubahan suhu *firing*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 8 Nilai sensitivitas dan suhu operasi keramik film tebal komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{LaFeO}_3$ - $\text{La}_2\text{O}_3$  didoping Gd pada tiap suhu *firing* .**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Log Book 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 .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Penentuan Komposisi massa (gram) bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan serbuk komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-LaFeO}_3\text{-La}_2\text{O}_3$  didoping Gd ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Perhitungan Konversi Konsentrasi Gas Etanol **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7. Riwayat Penulis .....**Error! Bookmark not defined.**