

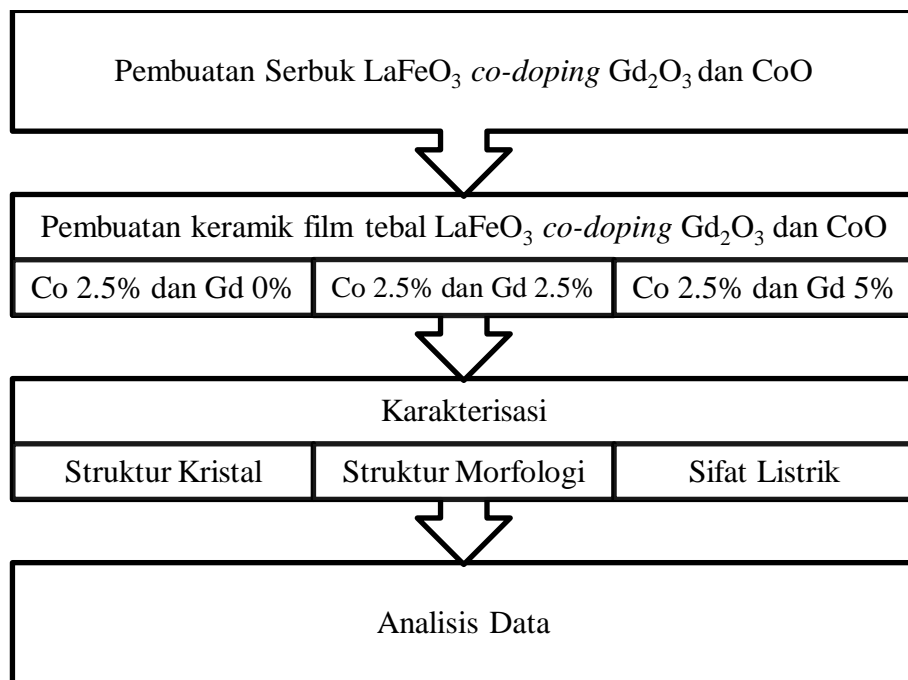
## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2021 sampai dengan Mei 2022 yang bertempat di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandung-Taman Sari Jalan Tamansari Nomor 71 Bandung, Jawa Barat.

### 3.2 Desain Penelitian

Desain untuk penelitian pengaruh *co-doping*  $Gd_2O_3$  dan  $CoO$  dalam pembuatan dan karakterisasi keramik film tebal  $LaFeO_3$  dapat ditunjukkan sebagai berikut pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Desain Penelitian Pengaruh *co-doping*  $Gd_2O_3$  dan  $CoO$  dalam pembuatan dan karakterisasi keramik film tebal  $LaFeO_3$

Pada penelitian ini, digunakan 3 sampel  $Gd_2O_3$  sebanyak 0%, 2.5%, dan 5% mol dan 3 sampel  $CoO$  sebanyak masing –masing 2.5% mol pada keramik film tebal  $LaFeO_3$ . Serbuk  $La_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  dan serbuk  $Gd_2O_3$

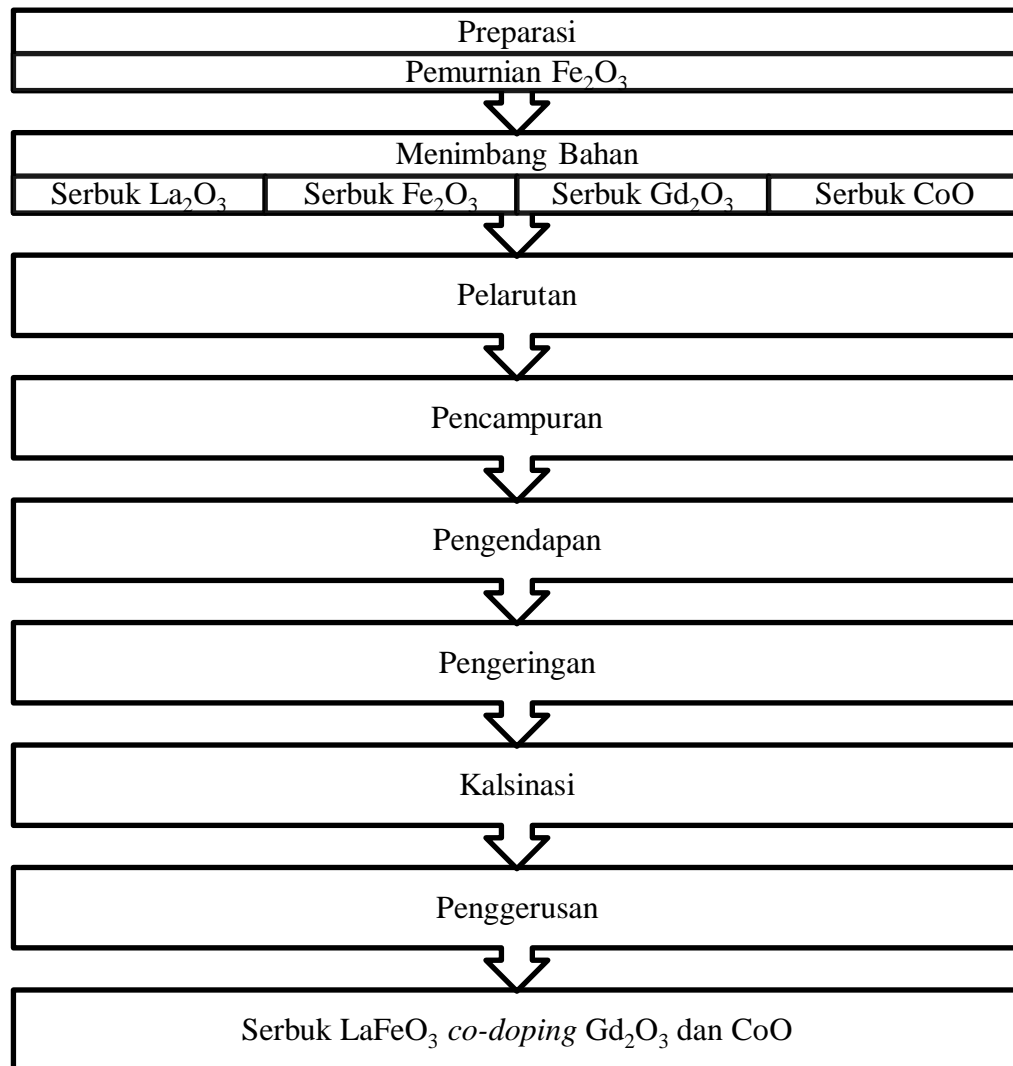
serta CoO diberikan perlakuan metode kopresipitasi yang dikeringkan pada suhu 100°C selama 6 jam dan dikalsinasi di *furnace* selama 3 jam pada suhu 800°C. Bahan yang telah dikalsinasi, dibuat dalam bentuk film tebal menggunakan metode *screen printing*. Hasil dari *screen printing* ini lalu dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffractometry* (XRD) untuk struktur kristalnya, *Screen Electron Microscopy* untuk struktur morfologinya, dan sifat listriknya dari hubungan resistivitas sensor terhadap suhu di ruangan dengan tanpa dan saat terdapat gas aseton.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi, pembuatan serbuk, pembuatan keramik film tebal, karakterisasi, dan analisis hasil karakterisasi keramik film tebal LaFeO<sub>3</sub> *co-doping* Gd dan Co. Penjelasan setiap tahapan ditulis sebagai berikut:

#### 3.3.1 Pembuatan Serbuk LaFeO<sub>3</sub> *co-doping* Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan CoO

Dalam pembuatan keramik film tebal LaFeO<sub>3</sub> *co-doping* Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan CoO, terdiri dari tahapan menentukan berat bahan yang akan digunakan dengan bantuan tabel perhitungan dari persen berat mol ke berat bahan yang akan digunakan dalam pembuatan serbuk LaFeO<sub>3</sub> *co-doping* Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan CoO, melarutkan bahan dengan bahan pelarutnya, mencampurkan larutan, mengendapkan bahan, mengeringkan bahan di tungku, mengkalsinasi bahan, menggerus bahan, dan menyaring bahan, sehingga didapatkan serbuk LaFeO<sub>3</sub> *co-doping* Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan CoO dengan ukuran homogen. Untuk selengkapnya, Gambar 3.2 menunjukkan bagaimana proses dalam tahap ini.



**Gambar 3.2** Tahapan Pembuatan Serbuk  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$

### 3.3.1.1 Preparasi Bahan

Terdapat 3 sampel yang dibuat dalam penelitian ini. Bahan yang diperlukan untuk pembuatan film keramik tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  untuk masing-masing sampel ditunjukkan pada Tabel 3.1 dalam persen mol dan Tabel 3.2 dalam satuan gram yang didapatkan dari referensi penelitian mengenai sensor gas aseton sebelumnya yang sebelumnya sudah dirujuk pada latar belakang penelitian.

**Tabel 3.1** Komposisi Bahan dalam Persen Mol yang Digunakan dalam Pembuatan Serbuk Komposit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-LaFeO<sub>3</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didoping Gd dan Co.

No.	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO
1	47.5	50	0	2.5
2	47.5	47.5	2.5	2.5
3	45	47.5	5	2.5

**Tabel 3.2** Komposisi Bahan dalam Satuan Gram yang Digunakan dalam Pembuatan Serbuk Komposit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-LaFeO<sub>3</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didoping Gd dan Co.

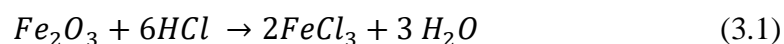
No.	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO
1	3.356526	1.603868	0	0.039606
2	3.203433	1.570204	0.187588	0.038775
3	3.10568	1.481934	0.373757	0.038628

Alat-alat yang digunakan untuk persiapan bahan ditunjukkan pada Tabel 3.3.

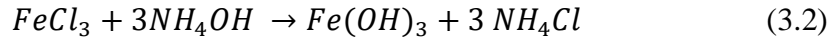
**Tabel 3.3** Alat untuk Proses Preparasi Bahan

No	Alat	Fungsi
1.	Timbangan digital	Menimbang bahan agar sesuai dengan takaran yang telah ditentukan.
2.	Spatula	Memindahkan bahan dari kertas timbang yang akan dan telah ditimbang.
3.	Kertas timbang	Alas menimbang bahan di timbangan digital.
4.	Botol Vial/ Pot Plastik	Wadah penampung bahan yang telah ditimbang.

Untuk Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, berhubung didapatkan dari yarosit, perlu dilakukan proses tambahan untuk Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat digunakan. Yarosit ditimbang dan dilarutkan di dalam HCl 12M dengan suhu 120°C. Banyaknya HCl ditentukan secara teknis hingga Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> larut. Pelarutan dilakukan selama ±6 jam. Proses pelarutan akan mengubah Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menjadi FeCl<sub>3</sub> seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.1.



Pengendapan dilakukan setelah seluruh  $Fe_2O_3$  larut dan menjadi  $FeCl_3$ .  $FeCl_3$  mengendap menjadi  $Fe(OH)_3$  oleh amonia ( $NH_4OH$ ) dengan reaksi yang ditunjukkan pada persamaan 3.2.



Endapan baru bisa dikeringkan setelah didapatkan nilai pH 8/ 9. Pengeringan dilakukan dengan penyaringan terlebih dahulu menggunakan kertas saring dengan bantuan corong dan labu erlenmeyer. Selain itu, hasil saringan dicuci menggunakan aquades dan kembali disaring hingga benar-benar kering. Hal ini dilakukan agar  $NH_4OH$  tidak ada yang tertinggal pada sampel.

Untuk menghilangkan kandungan air dari endapan yang sudah dihasilkan, dilakukan pengeringan pada suhu  $100^\circ C$  dalam tungku pengeringan selama  $\pm 12$  jam untuk kering sempurna. Selain itu, perlu dilakukan kalsinasi untuk menghilangkan mineral-mineral yang tidak dibutuhkan, sehingga terbentuk  $Fe_2O_3$  yang lebih murni. Proses ini dilakukan pada tungku dengan suhu  $600^\circ C$  selama 3 jam. Setelah proses kalsinasi selesai,  $Fe_2O_3$  baru dapat ditimbang untuk proses selanjutnya, dengan syarat harus digerus terlebih dahulu agar serbuk menjadi homogen.

Alat-alat yang digunakan untuk pemurnian  $Fe_2O_3$  ditunjukkan pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Alat untuk Proses Preparasi Bahan

No	Alat	Fungsi
1.	Timbangan digital	Menimbang bahan untuk menentukan massa awal sebelum pemurnian.
2.	Spatula	Memindahkan bahan dari kertas timbang yang akan dan telah ditimbang.
3.	Kertas timbang	Alas menimbang bahan di timbangan digital.
4.	<i>Beaker glass</i>	Wadah penampung bahan yang telah ditimbang.

No	Alat	Fungsi
5.	<i>Hot Plate</i>	Tempat untuk mengaduk bahan dengan panas dan kecepatan tertentu.
6.	<i>Magnetic Stirrer</i>	Alat untuk mengaduk bahan, sehingga dapat terlarut dalam proses pelarutan.
7.	Kertas Saring	Menyaring hasil pengendapan dari filtrat.
8.	Corong	Tempat untuk menyimpan kertas saring agar memudahkan penyaringan.
9.	Labu Erlenmeyer	Tempat menyimpan corong saat penyaringan dan sebagai wadah dari filtrat penyaringan.
10.	Cawan Penguap	Wadah untuk pengeringan dan kalsinasi bahan.
11.	Tungku	Tungku pembakaran untuk pengeringan dan kalsinasi sampel.
12.	Tang <i>Crunch</i>	Untuk mengambil cawan dari tungku.
13.	Mortar dan Alu	Alat untuk menggerus serbuk yang telah dikalsinasi.

### 3.3.1.2 Pelarutan

Serbuk yang telah disiapkan, dilarutkan dengan pelarutnya masing-masing.  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{CoO}$  dilarutkan dengan  $\text{HCl}$  12 M. Untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$  sebanyak 20 ml, sedangkan  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  sebanyak 15 ml. Mengetahui  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sulit larut bahkan dalam  $\text{HCl}$ , diperlukan  $\text{HCl}$  yang lebih banyak, yaitu 100 ml.

Pelarutan bahan dilakukan di *Hotplate* dengan *Magnetic Stirrer* selama  $\pm 1$  jam, kecuali  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang memerlukan kurang lebih 12 jam. Pelarutan

Hendi Haryadi, 2022

PENGARUH CO-DOPING Gd DAN Co TERHADAP KARAKTERISTIK FISIS KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ASETON

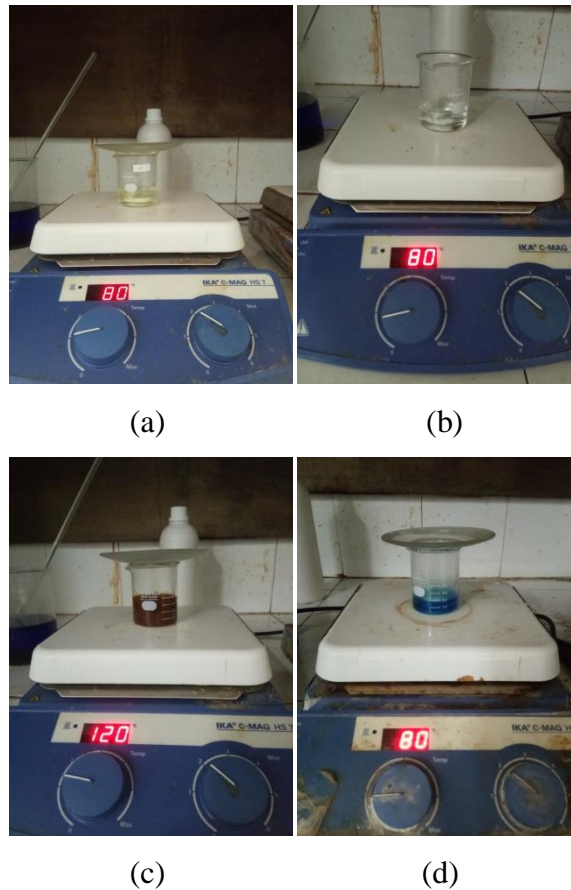
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dilakukan dengan suhu yang dijaga  $80^{\circ}\text{C}$ , kecuali untuk  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , yaitu  $150^{\circ}\text{C}$ . Alat-alat yang digunakan untuk proses pelarutan ditunjukkan pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5** Alat untuk Proses Pelarutan

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Hot Plate</i>	Tempat untuk mengaduk bahan dengan panas dan kecepatan tertentu.
2.	<i>Magnetic Stirrer</i>	Alat untuk mengaduk bahan, sehingga dapat terlarut dalam proses pelarutan.
3.	<i>Beaker Glass</i>	Wadah melarutkan bahan dan sebagai wadah untuk HCl dan Aquades.
4.	Gelas Ukur	Alat ukur untuk menentukan banyaknya HCl dan Aquades sesuai takaran tertentu.

Selain itu, proses pelarutan untuk setiap bahan ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Proses Pelarutan (a)  $\text{La}_2\text{O}_3$ , (b)  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ , (c)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan (d)  $\text{CoO}$ .

### 3.3.1.3 Pencampuran Larutan

Bahan yang telah dilarutkan, dicampurkan dalam proses ini agar tercapai satu larutan yang homogen. Pencampuran ini dilakukan di atas *Hot Plate* dengan *Magnetic Stirrer*. Proses ini dilakukan pada suhu  $40^\circ\text{C}$  selama  $\pm 3$  jam (ditunjukkan pada Gambar 3.4). Pencampuran dilakukan ketika larutan sudah mencapai suhu  $40^\circ\text{C}$ . Reaksi kimia yang terjadi pada proses ini ditunjukkan pada reaksi 3.3 hingga 3.6.

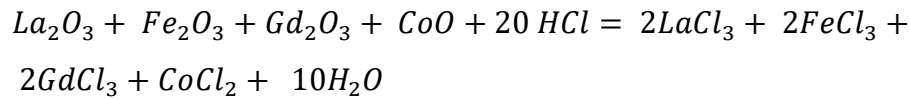


Hendi Haryadi, 2022

PENGARUH CO-DOPING Gd DAN Co TERHADAP KARAKTERISTIK FISIS KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ASETON

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





(3.7)

Berikut pada Tabel 3.6 juga merupakan alat yang digunakan dalam proses pencampuran larutan.

**Tabel 3.6** Alat untuk Proses Pelarutan

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Hot Plate</i>	Tempat untuk mengaduk bahan dengan panas dan kecepatan tertentu.
2.	<i>Magnetic Stirrer</i>	Alat untuk mengaduk bahan, sehingga dapat terlarut.
3.	<i>Beaker Glass</i>	Wadah melarutkan bahan.
4.	Termometer	Alat ukur suhu larutan ketika akan dicampurkan.



(a)

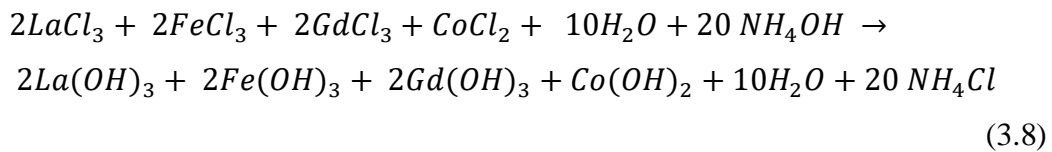
(b)

**Gambar 3.4** (a) Proses Pencampuran dan (b) Hasil Pencampuran Sampel.

### 3.3.1.4 Pengendapan Larutan

Pengendapan larutan dilakukan dengan cara menambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  pada larutan dalam keadaan diaduk menggunakan *Magnetic Stirrer* (ditunjukkan pada Gambar 3.5). Penambahan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dilakukan hingga larutan mencapai pH 8/ 9. Setelah penambahan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  kemudian larutan

diendapkan selama 24 jam hingga seluruh endapan berada di dasar larutan. Berikut merupakan reaksi kimia yang terjadi pada persamaan reaksi 3.8.



Berikut pada Tabel 3.7 merupakan alat-alat yang digunakan dalam proses pengendapan larutan.

**Tabel 3.7** Alat untuk Proses Pelarutan

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Hot Plate</i>	Tempat untuk mengaduk bahan dengan panas dan kecepatan tertentu.
2.	<i>Magnetic Stirrer</i>	Alat untuk mengaduk bahan, sehingga dapat terlarut.
3.	<i>Beaker Glass</i>	Wadah untuk mengendapkan bahan.
4.	Kertas Indikator pH Universal	Alat ukur pH larutan setelah ditambahkan $\text{NH}_4\text{OH}$ .



(a)



(b)

**Gambar 3.5** (a) Proses Pengendapan dan (b) Hasil Pengendapan Sampel.

### 3.3.1.5 Pengeringan dan Kalsinasi

Endapan yang dihasilkan, terlebih dahulu disaring menggunakan kertas saring dengan bantuan corong dan labu erlenmeyer. Selain itu, hasil saringan dicuci menggunakan aquades dan kembali disaring hingga benar-

Hendi Haryadi, 2022

**PENGARUH CO-DOPING Gd DAN Co TERHADAP KARAKTERISTIK FISIS KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ASETON**

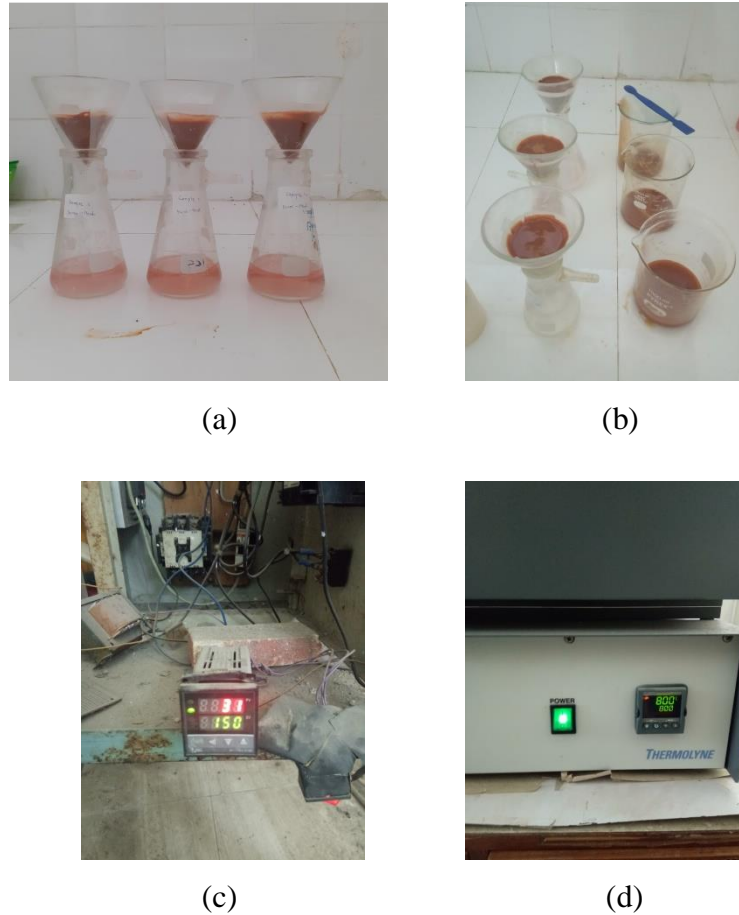
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

benar kering. Hal ini dilakukan agar  $\text{NH}_4\text{OH}$  tidak ada yang tertinggal pada sampel. Gambar 3.6 (a) dan (b) menunjukkan kedua proses ini.

Endapan yang berhasil disaring dan dicuci, ditempatkan pada cawan. Endapan ini dikeringkan atau dibakar di dalam tungku dengan suhu  $150^\circ\text{C}$  selama  $\pm 4$  jam. Setelah itu, kembali lagi dimasukkan ke dalam tungku untuk dikalsinasi dengan suhu  $800^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Proses kalsinasi dilakukan agar dapat terbentuk senyawa yang tersusun dalam endapan tadi dan agar struktur kristalnya seragam. Gambar 3.6 (c) dan (d) menunjukkan kedua proses ini. Selain itu, berikut merupakan alat yang digunakan untuk pengeringan dan kalsinasi (Tabel 3.8).

**Tabel 3.8** Alat untuk Proses Pengeringan dan Kalsinasi

No	Alat	Fungsi
1.	Kertas Saring	Menyaring hasil pengendapan dari filtrat.
2.	Corong	Tempat untuk menyimpan kertas saring agar memudahkan penyaringan.
3.	Labu Erlenmeyer	Menyimpan corong saat penyaringan dan sebagai wadah untuk filtrat.
4.	Tungku	Tungku pembakaran untuk pengeringan dan kalsinasi sampel.
5.	Cawan porselin	Wadah menyimpan hasil endapan yang disaring.
6.	Tang <i>Crunch</i>	Alat untuk mengambil cawan dari tungku.



**Gambar 3.6** (a) Proses Penyaringan, (b) Proses Pencucian Saringan, (c) Proses Pengeringan, dan (d) Proses Kalsinasi.

### 3.3.1.6 Penggerusan

Hasil dari proses pengeringan dan kalsinasi tadi, selanjutnya digerus menggunakan alat berupa mortar dan alu dengan bahan kaca selama  $\pm$  20 menit. Setelah melewati proses penggerusan, serbuk tersebut ditimbang dengan timbangan digital. Hasil penggerusan ditunjukkan pada Gambar 3.7. Selain itu, Tabel 3.9 berikut adalah alat yang digunakan untuk proses ini.

**Tabel 3.9** Alat untuk Proses Penggerusan dan Penyaringan

No	Alat	Fungsi
1.	Cawan Porselin	Wadah untuk serbuk.
2.	Mortar dan Alu	Menggerus serbuk yang telah

No	Alat	Fungsi
		dikalsinasi.
3.	Spatula	Memindahkan serbuk yang akan digerus dan dari mortar ke cawan.
4.	Timbangan digital	Menimbang sampel yang sudah dibuat.
5.	Botol Vial/ Pot Plastik	Tempat penyimpanan sampel yang sudah ditimbang.

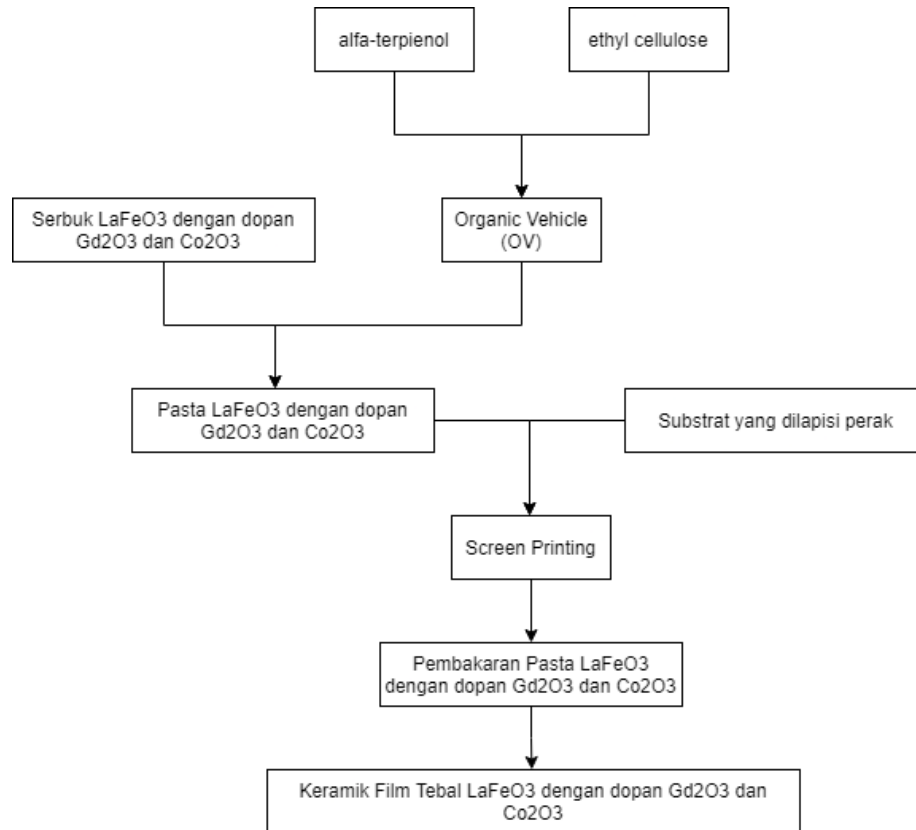


**Gambar 3.7** Hasil Penggerusan

Sebelum melanjutkan ke proses sebelumnya, sampel dikarakterisasi terlebih dahulu struktur kristalnya menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)* untuk dilihat apakah  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  terbentuk atau tidak.

### 3.3.2 Pembuatan Keramik Film Tebal $\text{LaFeO}_3$ *co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$

Berikut merupakan alur dari pembuatan keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ . Setelah itu, terdapat penjelasan dari setiap tahap pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Alur Pembuatan Keramik Film Tebal  $\text{LaFeO}_3$  *Co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .

### 3.3.2.1 Pembuatan Pasta $\text{LaFeO}_3$ *co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$

Dalam pembuatan pasta menggunakan *organic vehicle* (OV) dilakukan perbandingan 70% dan 30%, dengan 70% merupakan bahan  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  serta 30% untuk OV-nya. OV sendiri merupakan senyawa yang terdiri dari *alfa-terpienol* dan *ethyl cellulose* dengan konsentrasi masing-masing penyusun OV adalah 90% *alfa-terpienol* dan 10% *ethyl cellulose*. Setelah OV dicampurkan, OV hingga serbuk *ethyl cellulose* tidak lagi terlihat. disimpan selama 24 jam. Serbuk baru dicampurkan dengan OV setelahnya dan kembali didiamkan selama 24 jam. Tabel 3.10 berikut merupakan alat yang digunakan pada proses pembuatan pasta. Selain itu, Gambar 3.9 menunjukkan beberapa proses yang dilakukan pada tahap ini.

**Tabel 3.10** Alat untuk Pembuatan Pasta  $\text{LaFeO}_3$  *Co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ 

No	Alat	Fungsi
1.	Pot Plastik	Wadah tempat menyimpan pasta yang akan dibuat, termasuk <i>organic vehicle</i> dan serbuk sampel.
2.	Timbangan digital	Menimbang bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pasta.
3.	Spatula	Memindahkan sampel yang akan ditimbang serta untuk mengaduk serbuk hasil penyaringan dengan OV.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 3.9** (a) Sampel  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping* yang sudah ditimbang sesuai dengan rasio komposisi pasta, (b) *Organic Vehicle* yang sudah ditimbang sesuai dengan rasio komposisi pasta, (c) Proses Pencampuran *alfa-terpienol* dan *ethyl cellulose*, dan (d) Sampel  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping* yang sudah menjadi pasta.

Hendi Haryadi, 2022

**PENGARUH CO-DOPING Gd DAN Co TERHADAP KARAKTERISTIK FISIS KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ASETON**

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

### 3.3.2.2 Pelapisan Perak pada Substrat Alumina dan *Screen Printing*

Pelapisan perak pada substrat alumina berfungsi sebagai kontak ohmik agar resistansi keramik film tebal dapat terbaca. Hal ini merupakan bagian dari karakterisasi sifat listrik dari keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .

Perak direkatkan dengan metode *Screen Printing*. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam metode *screen printing*.

- 1) Menyiapkan *screen* di atas meja dan mengunci *screen* tersebut dengan *holder*.
- 2) Menyesuaikan posisi substrat alumina dengan *screen*.
- 3) Memberi *double-tape* substrat alumina ke atas meja agar posisi substrat alumina tidak berubah saat melakukan *printing*.
- 4) Mengambil pasta perak menggunakan spatula secukupnya dan meletakkan pasta perak tersebut di *screen* yang nantinya akan disapu menggunakan rakel.
- 5) Menyapukan pasta perak ke *screen* yang sudah disiapkan.

Setelah dilakukan *screen printing*, *screen* dibersihkan menggunakan *spray* berisikan aseton. Substrat alumina yang dilapisi perak lalu dikeringkan dalam tungku dengan suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 10 menit.

Substrat alumina dengan perak dibuat sebanyak 4 buah untuk masing-masing sampel dan 2 buah untuk masing-masing yang tanpa perak untuk karakterisasi XRD dan SEM pada film yang akan dibuat. Alat-alat yang digunakan pada proses ini, ditunjukkan pada Tabel 3.11 berikut. Beberapa proses pada tahap ini juga ditunjukkan pada Gambar 3.10.

**Tabel 3.11** Alat untuk Proses Pelapisan Pasta Perak pada Substrat Alumina dan *Screen Printing*

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Screen</i>	Cetakan untuk mencetak pasta perak diatas substrat alumina.
2.	Penjepit <i>Screen</i>	Menjepit <i>screen</i> agar <i>screen</i> tidak bergerak saat penyapuan pasta perak.
3.	Spatula	Alat untuk mengambil pasta perak yang akan diletakkan di rakel.

Hendi Haryadi, 2022

PENGARUH CO-DOPING Gd DAN Co TERHADAP KARAKTERISTIK FISIS KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ASETON

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



No	Alat	Fungsi
4.	Rakel	Penyapu pasta perak pada <i>screen</i> .
5.	<i>Double-tape</i>	Menempelkan substrat alumina ke meja, agar substrat tidak berubah posisi saat proses penyapuan.
6.	<i>Spray Aseton</i>	Melunturkan dan mencuci perak yang membekas hasil dari <i>screen printing</i> dari <i>screen</i> .
7.	<i>Oil Glass Cutter</i>	Pemotong substrat alumina hingga ukuran yang diperlukan.
8.	Tungku	Untuk mengeringkan substrat alumina yang telah dilapisi perak.

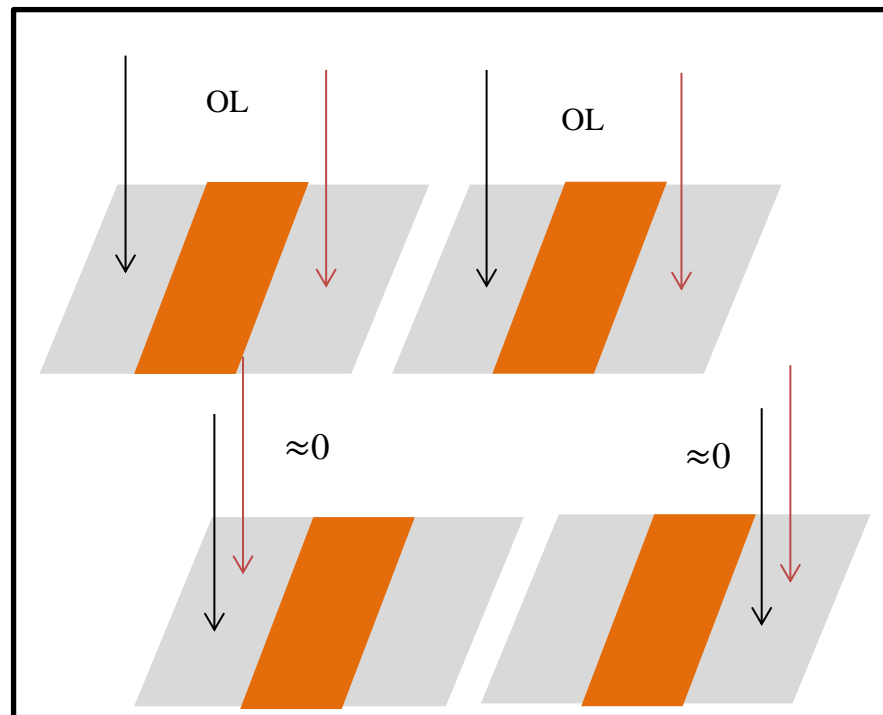


(a)

(b)

**Gambar 3.10** (a) Substrat Alumina berlapisan perak yang akan dikeringkan dan (b) Substrat Alumina berlapisan perak yang sudah dikeringkan.

Substrat yang telah dibakar kemudian diuji nilai resistansinya dengan menggunakan alat multimeter. Substrat yang memberikan angka tidak berhingga (*Open Loop, OL*) menunjukkan bahwa substrat dapat dikarakterisasi. Selain itu, substrat tidak dapat digunakan. Untuk lebih jelasnya, ilustrasi pengukuran resistansi ditunjukkan pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Ilustrasi Pengukuran Resistansi Pasta  $\text{LaFeO}_3$  *Co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .

### 3.3.2.3 Pelapisan Pasta $\text{LaFeO}_3$ *co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$

Proses ini dilakukan sama halnya seperti pelapisan perak pada substrat alumina. Cara pelapisan pasta  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  ialah menyapukan pasta ke substrat alumina yang telah dilapisi perak dan telah dikeringkan. Setelah dilakukan pelapisan pasta, sampel didiamkan terlebih dahulu selama 24 jam. Berikut pada Tabel 3.12 merupakan alat-alat yang digunakan dalam proses pelapisan pasta  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ . Sampel yang sudah dilapiskan pada substrat ditunjukkan pada Gambar 3.12.

**Tabel 3.12** Alat untuk Proses Pelapisan Pasta  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Screen</i>	Cetakan untuk mencetak pasta perak diatas substrat alumina.
2.	Penjepit <i>Screen</i>	Menjepit <i>screen</i> agar <i>screen</i> tidak bergerak saat penyapuan pasta perak.

No	Alat	Fungsi
3.	Spatula	Alat untuk mengambil pasta perak yang akan diletakkan di rakel.
4.	Rakel	Penyapu pasta perak pada <i>screen</i> .
5.	<i>Double-tape</i>	Menempelkan substrat alumina ke meja, agar substrat tidak berubah posisi saat proses penyapuan.
6.	<i>Spray Aseton</i>	Melunturkan dan mencuci perak yang membekas hasil dari <i>screen printing</i> dari <i>screen</i> .
7.	<i>Oil Glass Cutter</i>	Pemotong substrat alumina hingga ukuran yang diperlukan.



(a)



(b)

**Gambar 3.12** (a) Pasta sampel yang sudah dilapiskan pada substrat alumina perak untuk karakterisasi sifat listrik dan (b) Pasta sampel yang sudah dilapiskan pada substrat alumina perak untuk uji XRD dan SEM (tanpa perak).

#### 3.3.2.4 Pembakaran Pasta $\text{LaFeO}_3$ *Co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$

Pasta sampel yang sudah dilapiskan pada substrat, kemudian dibakar pada suhu  $800^\circ\text{C}$  selama dua jam. Pembakaran ini bertujuan agar pasta yang telah dilapisi pada substrat menempel lebih kuat dan lebih padat pada substrat. Sampel yang telah dibakar kemudian diuji nilai resistansinya dengan

menggunakan alat multimeter, sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12

Berikut pada Tabel 3.13 merupakan alat-alat yang digunakan dalam proses pembakaran pasta  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .

**Tabel 3.13** Alat untuk Proses Pembakaran

No	Alat	Fungsi
1.	Tungku	Tungku pembakaran untuk pembakaran pasta $\text{LaFeO}_3$ <i>co-doping</i> $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$ .
2.	Cawan porselin	Wadah menyimpan pasta $\text{LaFeO}_3$ <i>co-doping</i> $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$ .
3.	Tang <i>Crunch</i>	Untuk mengambil cawan dari tungku.

### 3.3.3 Karakterisasi Keramik Film Tebal $\text{LaFeO}_3$ *Co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$

Karakterisasi yang dilakukan pada keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  meliputi struktur kristal, struktur morfologi, dan sifat listrik. Berikut merupakan penjelasan dari setiap karakterisasinya.

#### 3.3.3.1 Karakterisasi Struktur Kristal

Keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  dikarakterisasi struktur kristalnya menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Hasil ukur dari penggunaan XRD, yaitu berupa grafik dengan puncak untuk setiap sudut tertentu yang menunjukkan hasil difraksi dan menentukan bagaimana struktur kristal dari sampel yang telah dibuat. Alat yang digunakan berasal dari Laboratorium Hidrogeologi dan Hidrogeokimia Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung (FTTM ITB) di Jalan Ganesha No.10, Lebak Siliwangi, Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat.

#### 3.3.3.2 Karakterisasi Struktur Morfologi

Karakterisasi struktur morfologi dilakukan untuk melihat bagaimana morfologi dari film yang terbentuk dengan hasil berupa ukuran butir rata-rata. Karakterisasi ini menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang berada di Gedung Basic Science Center A Institut Teknologi Bandung (BSC A ITB) di Jalan Ganesha No.10, Lebak Siliwangi, Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat.

### 3.3.3.3 Karakterisasi Sifat Listrik

Karakterisasi ini menggunakan set alat *gas chamber* yang berada di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandung-Taman Sari Jalan Tamansari Nomor 71 Bandung, Jawa Barat. Karakteristik sifat listrik dilakukan dengan mengukur resistansi keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  pada temperatur ruang dan suhu yang bervariasi dalam keadaan ruangan tanpa dan terdapat gas aseton, dengan gas aseton sebanyak 90 ppm, 180 ppm, dan 270 ppm. Hasil ini akan dijadikan sebagai acuan apakah sampel ini dapat menjadi sensor gas aseton atau tidak. Set alat *gas chamber* ditunjukkan oleh Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Set alat *gas chamber*

## 3.3.4 Analisis Data

### 3.3.4.1 Analisis *Co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$ terhadap Karakteristik Kristal

Hendi Haryadi, 2022

PENGARUH CO-DOPING Gd DAN Co TERHADAP KARAKTERISTIK FISIS KERAMIK FILM TEBAL  $\text{LaFeO}_3$  UNTUK APLIKASI SENSOR GAS ASETON

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

Data hasil uji *X-Ray Diffraction* (XRD) berupa fasa kristal, orientasi bidang kristal (hkl), parameter kisi (a, b, dan c) dan ukuran kristalit (D). Hasil-hasil tersebut dianalisis dan dicocokkan dengan *database* yang ada menggunakan aplikasi *Match!*<sup>2</sup>. Hasilnya akan menunjukkan puncak-puncak hasil difraksi yang digunakan untuk menghitung indeks miller (hkl) dan parameter kisi dan keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .

Ukuran kristalit dapat didapatkan dari persamaan *Debye-Scherrer* (Haron, Wisitsoraat, & Wongnawa, 2015), yaitu

$$D = \frac{0.9\lambda}{B \cos \theta} \quad (3.9)$$

dimana D adalah ukuran kristal dalam nm,  $\lambda$  adalah panjang gelombang yang digunakan dalam uji XRD (nm), B adalah lebar setengah puncak dalam radian, dan  $\theta$  adalah posisi sudut terbentuknya puncak.

#### 3.3.4.2 Analisis Pengaruh *Co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$ terhadap Karakteristik Morfologi

Data hasil uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) berupa ukuran butir dari sampel. Perhitungan ukuran butir rata-rata dapat menggunakan persamaan:

$$\bar{d} = \frac{L(\mu)}{N_{tot}P} \quad (3.10)$$

dengan  $\bar{d}$  adalah ukuran butir rata-rata ( $\mu$ ), L adalah panjang garis dalam cm,  $N_{tot}$  adalah jumlah butir total yang terdapat dalam garis, dan P adalah perbandingan antara panjang garis acuan dalam cm dan  $\mu\text{m}$ . Jika nilai ukuran butir berbeda untuk setiap suhu pembakaran, maka dapat dikatakan suhu pembakaran mempengaruhi keramik film tebal.

#### 3.3.4.3 Analisis Pengaruh *Co-doping* $\text{Gd}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoO}$ terhadap Karakteristik Sifat Listrik

Data hasil uji resistansi berupa besar nilai resistansi dan suhu saat resistansi terbaca. Data tersebut nanti diplot terhadap suhu untuk melihat

perubahan resistansi. Setelah itu dilihat bagaimana sensitivitasnya. Nilai sensitivitas didapatkan dari persamaan berikut.

$$S = \frac{(R_g - R_a)}{R_a} \quad (3.11)$$

dengan  $S$  adalah sensitivitas sensor,  $R_g$  adalah resistansi ketika terdapat gas aseton, dan  $R_a$  adalah resistansi ketika tanpa gas aseton. Jika nilai sensitivitas pada setiap sampel berbeda untuk setiap nilai komposisi *co-doping* Gd dan Co, maka komposisi sampel *co-doping* Gd dan Co mempengaruhi keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan CoO. Sensitivitas tertinggi menunjukkan itu suhu operasi keramik film tersebut.