



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**Efek Substitusi Bismuth (Bi) pada Bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  terhadap  
Serapan Gelombang Elektromagnetik melalui Proses Paduan  
Mekanik**

**SKRIPSI**

**DONNY IWANSA  
0806468524**


**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI FISIKA  
PEMINATAN FISIKA MATERIAL  
DEPOK  
2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Donny Iwansa

NPM : 0806468524

Tanda Tangan: 

Tanggal : 09 Juni 2012

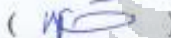
## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah disahkan oleh


Nama : Donny Iwansa  
NPM : 0806468524  
Program Study : SI Reguler Fisika UI  
Judul Skripsi : Efek Substitusi Bismuth (Bi) pada Bahan  
 $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  terhadap Serapan Gelombang  
Elektromagnetik melalui Proses Paduan  
Mekanik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Budhy Kurniawan (  )

Penguji I : Dr. Azwar Manaf (  )

Penguji II : Dr. Muhammad Hikam (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 09 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

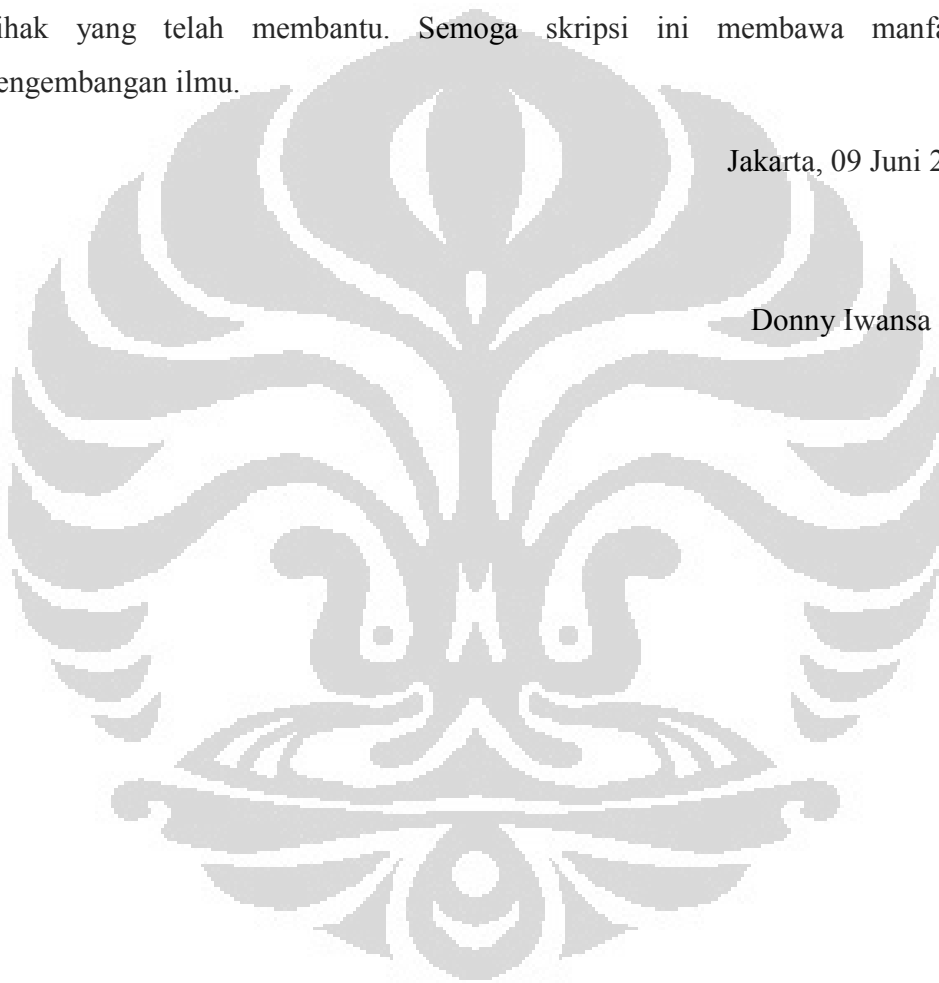
- Ayah dan Ibu yang telah menyediakan semua tenaga, pikiran, biaya, dan dorongan semangatnya dalam menyemangati saya menyelesaikan skripsi ini;
- Bapak Dr. Budhy Kurniawan yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini ;
- Bapak Dr. Azwar Manaf, Pak Parno, Pak Maykel, Pak Novizal, Pak Vekky atas bantuannya dalam penggunaan alat-alat lab dan arahannya;
- Ibu Ratna, Pak Mardi, Pak Kumay, Pak Dwi, dan karyawan sekretariat fisika lainnya yang tidak saya sebutkan;
- Sahabat fisika 2007, fisika 2008, fisika 2009, kelompok penelitian material yang berada dibawah bimbingan pak Budhy Kurniawan dan teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
- Devin Ayu yang sering mendengarkan keluh kesah, kemalasan, kurang percaya diri, dan berbagai hal yang saya alami dalam penulisan tugas akhir ini;

- Primaditaningtyas Waharasto dan Nikensashi yang telah membantu mempersiapkan berkas-berkas draft pada saat saya sedang berhalangan dalam mengumpulkannya;

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan untuk membalas kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 09 Juni 2012

Donny Iwansa



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Donny Iwansa  
NPM : 0806468524  
Program Studi : SI Reguler Fisika  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Efek Substitusi Bismuth (Bi) pada Bahan  $La_{1-x}Bi_xMnO_3$  terhadap Serapan Gelombang Elektromagnetik melalui Proses Paduan Mekanik**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 09 Juni 2012

Yang menyatakan

  
(Donny Iwansa)

## ABSTRAK

Nama : Donny Iwansa

Program Studi : Fisika

Judul : Efek Substitusi Bismuth (Bi) pada Bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  terhadap Serapan Gelombang Elektromagnetik melalui Proses Paduan Mekanik

Telah dilakukan pembuatan material  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  melalui proses paduan mekanik. Pembuatan material ini dibatasi oleh variasi dari pendopingan Bismuth (Bi) yang diberikan dengan nilai variasi  $x$  sebesar 0.05, 0.15, 0.20, 0.25 dan 0.35. Sampel ini kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffractometer*) dan VNA (*Vector Network Analyzer*) untuk mengetahui sistem dan struktur kristal yang terbentuk dan mendapatkan nilai dari serapan gelombang elektromagnetik (rentang 9-15GHz) yang terdapat pada material ini, secara berurutan. Hasil karakterisasi kemudian diolah untuk mengetahui sistem dan struktur kristal yang terdapat pada material ini dengan menggunakan program GSAS (*General Structure Analysis System*) dan didapatkan bahwa bahan ini memiliki sistem berupa ortorombik dengan struktur kristal perovskite dan mengenai hasil serapan gelombang elektromagnetik (rentang 9-15GHz) didapatkan hasil serapan paling baik pada bahan dengan variasi Bismuth (Bi) sebesar 0.05 dengan nilai pengukuran reflection loss sebesar -3,881 dB dan didapatkan semakin besar nilai variasi dari Bismuth (Bi) pola serapan dari bahan ini semakin menurun secara perlahan.

Kata kunci :

Bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ , *Perovskite*, Serapan gelombang EM

## ABSTRACT

Name : Donny Iwansa

Study Program : Physics

Title : Effect of Substituting Bismuth (Bi) into  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  for its Characterization of Electromagnetic Waves Absorption through Mechanical Alloying Process

The making of  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  has been done through mechanical alloying process. It was limited by the variation of doping Bismuth (Bi) which values of 0.05, 0.15, 0.20, 0.25 and 0.35. This material was characterized by using XRD (X-Ray Diffractometer) and VNA (Vector Network Analyzer) to identify what type of system and crystal structure that exist in this material and to obtain the value of its characterization in absorbing electromagnetic waves (range 9-15GHz), respectively. The result of XRD characterization was processed by using GSAS (General Structure Analysis System) program and the result showed that this materials are orthorhombic with perovskite as their crystal structure and the best result of its absorbing electromagnetic waves (range 9-15GHz) was shown by material which ratio of doping Bismuth (Bi) is 0.05 with reflection loss of -3,881 dB. The pattern of Bismuth (Bi) substitution showed that the more ratio of Bismuth (Bi) added, the absorption of this material decreased gradually.

Keywords :

$\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ , Perovskite, Absorption of Electromagnetic waves



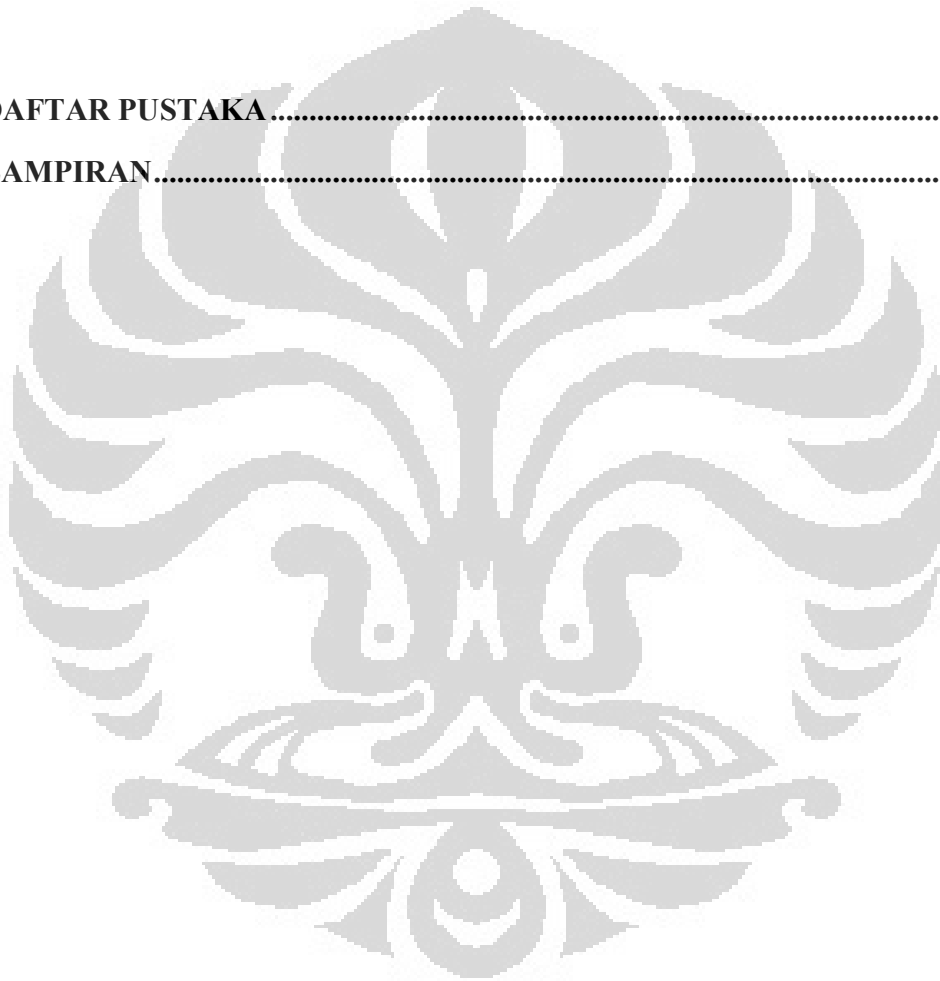
## DAFTAR ISI

Halaman

|  |          |
|--|----------|
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....           | ii       |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                        | iii      |
| KATA PENGANTAR .....                           | iv       |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH..... | vi       |
| ABSTRAK.....                                   | vii      |
| ABSTRACT.....                                  | viii     |
| DAFTAR ISI.....                                | ix       |
| DAFTAR GAMBAR.....                             | xii      |
| DAFTAR TABEL.....                              | xiv      |
| <b>1. PENDAHULUAN.....</b>                     | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....               | 1        |
| 1.2 Batasan Penelitian.....                    | 2        |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                    | 2        |
| 1.4 Metodologi Penelitian.....                 | 2        |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                | 3        |
| <b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                | <b>4</b> |
| 2.1 <i>Reflection Loss</i> .....               | 4        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2 <i>Perovskite</i> .....   | 5         |
| 2.3 Struktur <i>Perovskite</i> .....  | 6         |
| 2.4 Bahan Dasar Pembentuk Material $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ .....   | 8         |
| 2.4.1 $\text{BiMnO}_3$ .....  | 8         |
| 2.4.2 $\text{LaMnO}_3$ .....  | 8         |
| 2.5 Pengembangan Material $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ .....  | 10        |
| 2.6 Penentuan Parameter Kisi.....   | 13        |
| <b>3. METODE PENELITIAN .....</b>   | <b>17</b> |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian.....  | 17        |
| 3.1.1 Bahan dan Peralatan Penelitian.....   | 17        |
| 3.1.2 Tahapan Penelitian.....   | 18        |
| 3.2 Preparasi Sampel.....   | 19        |
| 3.3 Pengambilan Data.....   | 20        |
| 3.4 Analisis Data.....  | 20        |
| <b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>22</b> |
| 4.1 Hasil Pengukuran XRD.....   | 22        |
| 4.2 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik<br>(9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{MnO}_3$ ..... | 26        |
| 4.3 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik<br>(9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.85}\text{Bi}_{0.15}\text{MnO}_3$ ..... | 30        |
| 4.4 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik<br>(9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.80}\text{Bi}_{0.20}\text{MnO}_3$ ..... | 33        |
| 4.5 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik<br>(9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{MnO}_3$ ..... | 36        |
| 4.6 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik<br>(9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.35}\text{MnO}_3$ ..... | 39        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.7 Perbandingan Kurva Komposisi Terhadap Nilai Intensitas Serapan dan Transmisi..... | 42        |
| <b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>45</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 45        |
| 5.2 Saran .....   | 45        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>48</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Hasil Karakterisasi <i>Reflection Loss</i> terhadap Fungsi Frekuensi dari Suatu Komposisi Bahan LSMO .....  | 5  |
| Gambar 2.2 Skematik Komposisi <i>Perovskite</i> yang telah Dipelajari .....  | 6  |
| Gambar 2.3 (a) <i>Perovskite</i> dengan Sistem Kristal Kubus, (b) <i>Perovskite</i> dengan Sistem Kristal Ortorombik, (c) <i>Perovskite</i> dengan Sistem Kristal Rhombohedral, dan (d) <i>Perovskite</i> dengan Sistem Kristal $P6_3cm$ Hexagonal ..... | 7  |
| Gambar 2.4 Struktur <i>Perovskite</i> Material $BiMnO_3$ .....   | 8  |
| Gambar 2.5 (a) Kurva Normalisasi Volume Unit Sel terhadap Temperatur dan (b) Kurva Normalisasi Nilai Parameter Kisi terhadap Fungsi Temperatur   | 9  |
| Gambar 2.6 Pola XRD untuk Variasi Nilai $x = 0.2, 0.25, 0.4, 0.5, \text{ dan } 0.6$ .....  | 10 |
| Gambar 2.7 Parameter Kisi $\gamma (= c/a)$ sebagai Fungsi Komposisi Bi dalam $x$ .....   | 11 |
| Gambar 2.8 Hasil Pengukuran Magnetisasi terhadap Temperatur untuk $x = 0.2, 0.25, 0.4 \text{ dan } 0.5$ .....  | 12 |
| Gambar 2.9 Plot Saturasi Magnetik dan Gaya Koersif terhadap Komposisi Bi yang ada pada Sampel LBMO .....   | 13 |
| Gambar 2.10 Plot Nilai Parameter Kisi terhadap Fungsi Ekstrapolasi .....   | 14 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....   | 17 |
| Gambar 3.2 Cetakan Sampel Berdiameter 2,5cm dan Tebal 3mm .....  | 18 |
| Gambar 4.1 Kurva XRD Bahan Dasar dari Pembuatan Material $La_{1-x}Bi_xMnO_3$ .....   | 23 |
| Gambar 4.2 Kurva XRD Variasi Substitusi Bi dengan Waktu Pemanasan Selama 10 Jam .....  | 24 |
| Gambar 4.3 Kurva XRD Variasi Substitusi Bi dengan Waktu Sintering Selama 20 Jam .....  | 25 |
| Gambar 4.4 Perbandingan Pola Difraksi s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05.....   | 26 |
| Gambar 4.5 Pola Struktur Kristal yang ada pada Sampel s20-Bi0.05 .....   | 28 |
| Gambar 4.6 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan Kode s20-Bi0.05 .....  | 29 |
| Gambar 4.7 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15.....  | 30 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.8 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan Kode s20-Bi0.15 .....                         | 32 |
| Gambar 4.9 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20.....   | 33 |
| Gambar 4.10 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan Kode s20-Bi0.20.....                         | 34 |
| Gambar 4.11 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.25 dan s20-Bi0.25 .....   | 36 |
| Gambar 4.12 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan Kode s20-Bi0.2.....                          | 37 |
| Gambar 4.13 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.35 dan s20-Bi0.35 .....   | 39 |
| Gambar 4.14 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan Kode s20-Bi0.35.....                         | 41 |
| Gambar 4.15 Kurva Komposisi terhadap Nilai Intensitas (serapan+transmisi dalam %) dengan Rentang Frekuensi 9-10 GHz.....  | 42 |
| Gambar 4.16 Kurva Komposisi terhadap Nilai Intensitas (serapan+transmisi dalam %) dengan Rentang Frekuensi 12-13 GHz..... | 43 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3.1 Jumlah Bahan Dasar untuk Setiap Nilai Substitusi x .....  | 20 |
| Tabel 4.1 Kode untuk Setiap Sampel yang Diukur .....  | 22 |
| Tabel 4.2 Tabel Bahan Dasar $\text{La}_2\text{O}_3$ , $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , dan $\text{MnCO}_3$ dari Hasil MATCH..... | 23 |
| Tabel 4.3 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05 .....   | 27 |
| Tabel 4.4 Hasil dari Nilai <i>reflection loss</i> dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.05 .....         | 29 |
| Tabel 4.5 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15 .....   | 31 |
| Tabel 4.6 Hasil dari Nilai <i>reflection loss</i> dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.15 .....         | 32 |
| Tabel 4.7 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20 .....   | 34 |
| Tabel 4.8 Hasil dari Nilai <i>reflection loss</i> dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.20 .....         | 35 |
| Tabel 4.9 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.25 dan s20-Bi0.25 .....   | 37 |
| Tabel 4.10 Hasil dari Nilai <i>reflection loss</i> dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.25 .....        | 38 |
| Tabel 4.11 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.35 dan s20-Bi0.35 .....  | 40 |
| Tabel 4.12 Hasil dari Nilai <i>reflection loss</i> dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.35 .....        | 41 |

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Penelitian mengenai bahan *manganites*  $AMnO_3$  ( $A=La, Ca, Ba, Sr, Pb, Nd,$  dan  $Pr$ ) yang mana struktur kristalnya berupa kubus *perovskite* untuk bahan  $CaMnO_3$  (verwey et al., 1950), pada saat itu menjadi acuan penelitian untuk bahan *manganites*. Dengan adanya variasi terhadap  $A$  untuk komposisi bahan  $AMnO_3$ , didapatkan variasi yang berbeda-beda untuk sifat-sifat dan karakterisasi terhadap sifat magnetik dan elektrik. Termasuk juga ferromagnetik, antiferromagnetik, muatan, dan susunan orbital.

Kemudian studi tentang bahan *manganites* terus berlangsung, bahan ini dikembangkan oleh Jonker dan van Santen dengan komposisi bahan berupa  $La_{1-x}A'_xMnO_3$  ( $A' = Ca^{2+}, Sr^{2+},$  dan  $Ba^{2+}$ ) dan pada bahan ini didapatkan sebuah korelasi untuk substitusi  $x$  tertentu yang berhubungan terhadap sifat dari Temperatur Curie ( $T_c$ ), Magnetik Saturasi ( $M_s$ ), dan Resistivitas ( $\rho$ ) (Jonker and van Santen, 1950). Akan tetapi perkembangan tentang bahan *manganites* di era 1970 tidak terlalu signifikan dan beberapa peneliti beralih untuk meneliti material atau bahan lain, perkembangan yang kurang signifikan ini disebabkan oleh kurangnya pandangan yang lebih luas mengenai teori-teori yang dapat menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi pada bahan *manganites* ini.

Kemudian Belakangan ini penelitian mengenai bahan *perovskite-type oxide*  $La_{1-x}A_xMnO_3$  (LAMO) dikembangkan lagi dengan beberapa substitusi bahan baru pada  $A$  (yang mana  $A=Pb, Sr, Mg, Ca, Ba$  dan  $Bi$ ) dan penelitian terhadap bahan ini sangat diminati oleh banyak peneliti dikarenakan teori mengenai fenomena yang terjadi pun sudah dapat dijelaskan lebih mendalam dan lebih luas dibandingkan pada saat pertama kali bahan ini diteliti dan pengembangan terhadap bahan ini memiliki beberapa keunikan didalamnya yang memungkinkan adanya pengembangan aplikasi elektronik yang cukup menjanjikan dimasa mendatang. Penelitian terhadap substitusi baru bahan *perovskite-type oxide*  $La_{1-x}A_xMnO_3$  untuk substitusi bahan  $A$  (yang mana  $A = Bi$ ) telah dilakukan oleh beberapa ilmuwan yang diantaranya adalah Y. D. Zhao (2004) dan Takashi Ogawa (2005).

Untuk penelitian bahan LAMO di kampus Universitas Indonesia (UI) sendiri sudah dilakukan oleh beberapa mahasiswa dari program studi ilmu material. Akan tetapi penelitian mengenai bahan  $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$  untuk substitusi A berupa Bismuth (Bi) masih sangatlah jarang. Dengan melihat referensi diatas, Penulis ingin mencoba untuk melihat pengaruh yang terjadi terhadap substitusi Bismuth (Bi) dengan variasi nilai  $x = 0.05, 0.15, 0.2, 0.25$  dan  $0.35$ . Peneliti ingin mengetahui pengaruh yang akan muncul terhadap struktur kristal yang terbentuk jika bahan ini disubstitusi oleh Bismuth (Bi) dengan nilai  $x$  yang sudah ditentukan, kemudian penulis ingin mengetahui seberapa besar pengaruh substitusi tersebut untuk sifat dari serapan gelombang elektromagnetik pada bahan ini pada rentang frekuensi 9-15 GHz. Apakah akan cukup baik dan dapat diaplikasikan untuk keperluan teknologi di masa yang akan datang.

## 1.2 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini, penulis membatasi nilai substitusi bahan Bismuth (Bi) dengan nilai substitusi  $x$  sebesar 0.05 sampai 0.35 untuk sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ . Pada batasan yang dilakukan ini, penulis ingin melihat struktur kristal yang terbentuk dan melihat karakteristik serapan gelombang elektromagnetik yang terdapat pada bahan ini dengan rentang frekuensi 9-15 GHz. Metode pembuatan sampel dilakukan melalui proses paduan mekanik.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mempelajari fasa-fasa yang terbentuk pada bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ .
2. Menganalisa sistem dan struktur kristal yang terbentuk pada bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  untuk nilai substitusi  $x$  sebesar 0.05, 0.15, 0.2, 0.25 dan 0.35.
3. Melihat pengaruh substitusi Bismuth (Bi) yang ada pada bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  terhadap serapan gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi 9-15 GHz.

## 1.4 Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan bersifat eksperimen dengan melihat beberapa tinjauan literatur yang berhubungan dengan penelitian ini dan penelitian ini



dilakukan di dua tempat, yaitu di kampus Universitas Indonesia yang berlokasi di Salemba dan Depok dan di LIPI, Bandung.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri atas:

### Bab 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, batasan penelitian, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

### Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan mengenai *Reflection loss*, material *perovskite* dan struktur kristalnya, sejarah mengenai bahan *manganites* dan teori-teori yang mendukung terhadap sifat-sifat yang terdapat pada bahan ini, dan metode mengenai cara mencari parameter kisi dan struktur kristal.

### Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai metode yang digunakan dalam membuat sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dan karakterisasi XRD untuk mengetahui struktur kristal bahan serta pengukuran *Vector Network Analyzer* (VNA) untuk mengetahui karakteristik serapan gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi yang telah ditentukan.

### Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD) pada setiap substitusi Bismuth (Bi) yang dibandingkan dengan kurva bahan dasar untuk mengetahui apakah paduan tersebut telah membentuk fasa yang baru. Selain itu, bab ini juga membahas hasil karakterisasi *Vector Network Analyzer* (VNA) untuk mengetahui karakteristik serapan gelombang elektromagnetik pada bahan ini dengan rentang frekuensi yang telah ditentukan.

### Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan intisari dari seluruh kegiatan penelitian yang telah dilakukan yang mengacu pada tujuan penelitian yang akan dicapai.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Reflection Loss

*Reflection loss* merupakan sebuah pengukuran yang menyatakan kemampuan suatu material padatan dalam menyerap gelombang elektromagnetik. *Reflection loss* memiliki hubungan terhadap normalisasi impedansi masukan  $Z_{in}$  dari sebuah layar serapan logam yang dirumuskan sebagai :

$$RL(dB) = 20 \log \left| \frac{Z_{in} - 1}{Z_{in} + 1} \right| \quad (2-1)$$

$Z_{in}$  memiliki persamaan yang dinyatakan :

$$Z_{in} = \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left[ j \frac{2\pi}{c} \sqrt{\mu_r \epsilon_r} f d \right] \quad (2-2)$$

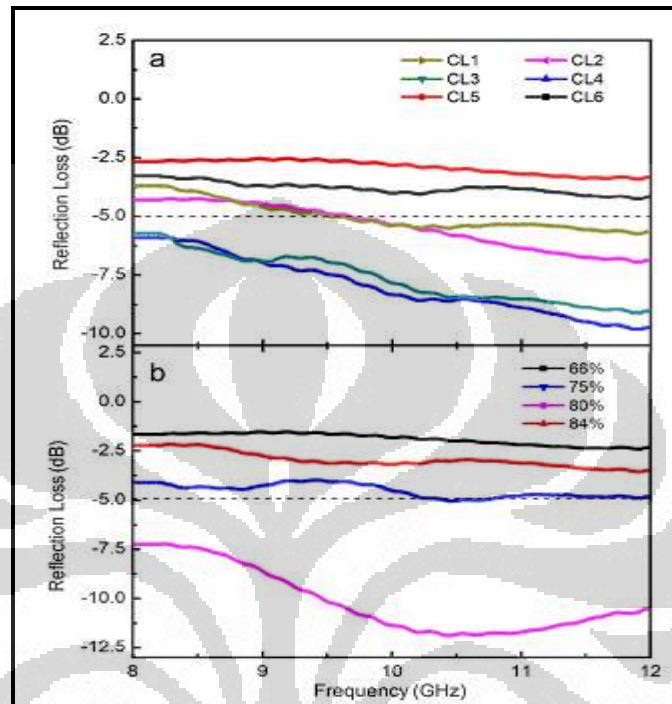
$\mu_r$  dan  $\epsilon_r$  merupakan permeabilitas dan permitivitas relatif dengan besaran kompleks (real dan imajiner),  $c$  merupakan kecepatan cahaya dalam ruang bebas,  $f$  adalah frekuensi, dan  $d$  merupakan ketebalan dari material yang diukur. Nilai-nilai seperti permeabilitas, permitivitas, ketebalan material dan frekuensi match dari material terhadap frekuensi yang diberikan memiliki peranan penting terhadap kemampuan sebuah material dalam menyerap gelombang elektromagnetik.

Selain itu reflection loss pada umumnya dapat ditulis dengan rumusan :

$$RL(dB) = -20 \log \left( \frac{P_{in}}{P_{Ref}} \right) \quad (2-3)$$

Dengan keterangan bahwa  $P_{in}$  merupakan besarnya sinyal input gelombang elektromagnetik yang diberikan oleh sumber (dalam %) kepada sebuah material dan  $P_{ref}$  merupakan sinyal output yang merupakan gelombang yang dipantulkan oleh material yang menerima gelombang elektromagnetik dari input (dalam %).

Untuk memperjelas bagaimana hasil pengukuran *reflection loss*, sebuah kurva mengenai penelitian tentang *reflection loss* dari sebuah paduan material LSMO ditampilkan oleh gambar 2.1.



[Sumber: Y.L. Cheng, J.M. Dai, 2010]

Gambar 2.1 Hasil Karakterisasi *Reflection Loss* terhadap Fungsi Frekuensi dari Suatu Komposisi Bahan LSMO.

## 2.2 Perovskite

Mineral *perovskite* ( $\text{CaTiO}_3$ ) ditemukan di pegunungan Ural yang terletak di Rusia oleh Gustav Rose pada tahun 1839 dan nama *perovskite* sendiri diambil dari nama seorang ahli mineral Rusia yang bernama Lev Perovski (1792-1856). *Perovskite* kemudian dijadikan sebagai nama untuk suatu kelas dari struktur kristal yang bertipe sama seperti  $\text{CaTiO}_3$  ( $^{XII}\text{A}^{2+VII}\text{B}^{4+}\text{X}^{2-3}$ ) yang dikenal sebagai struktur *perovskite*.

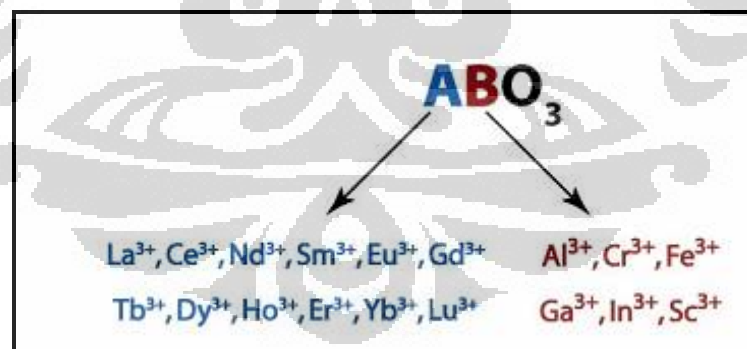
Struktur dari kristal *perovskite* dipublikasikan pada tahun 1945 oleh seorang kristalografi bernama Helen Dick Megaw (1907-2002) yang berasal dari Irlandia yang struktur kristalnya dia dapatkan dari data *X-ray diffraction* pada barium titanat. Sejak saat itu material *perovskite* mengundang perhatian khalayak

banyak. Sifat-sifat fisis yang menjadi ketertarikan untuk studi ilmu material yang terdapat pada material *perovskite* yaitu superkonduktivitas, *magnetoresistance*, konduktivitas ion, dan sifat dielektrik yang bervariasi yang mana sangat penting didalam keperluan elektronik dan telekomunikasi.

Beberapa bahan *perovskite* seperti  $\text{LaGaO}_3$ ,  $\text{PrGaO}_3$ , dan  $\text{NdGaO}_3$  sedang dipertimbangkan sebagai substrat untuk superkonduktor dengan nilai Temperatur Curie ( $T_c$ ) yang tinggi.

### 2.3 Struktur *Perovskite*

Struktur *perovskite* pada umumnya memiliki stokiometri  $\text{ABX}_3$ , yang mana “A” dan “B” merupakan kation dan “X” merupakan sebuah anion. Kation-kation “A” dan “B” memiliki beberapa ragam variasi untuk jenis muatannya dan untuk mineral *perovskite* yang asli ( $\text{CaTiO}_3$ ) kation A berupa divalent dan kation B berupa tetravalent. Pada studi ini, kedua kation A dan B dapat berupa trivalen dan variasi yang terdapat pada kation A dibatasi terhadap alkali tanah jarang. Dikarenakan terdapat banyak sekali jumlah dari komposisi yang memungkinkan untuk kombinasi kation-kation pada bagian kisinya, Ion-ion ini dibuat bagannya yang ditunjukkan oleh gambar 2.2.



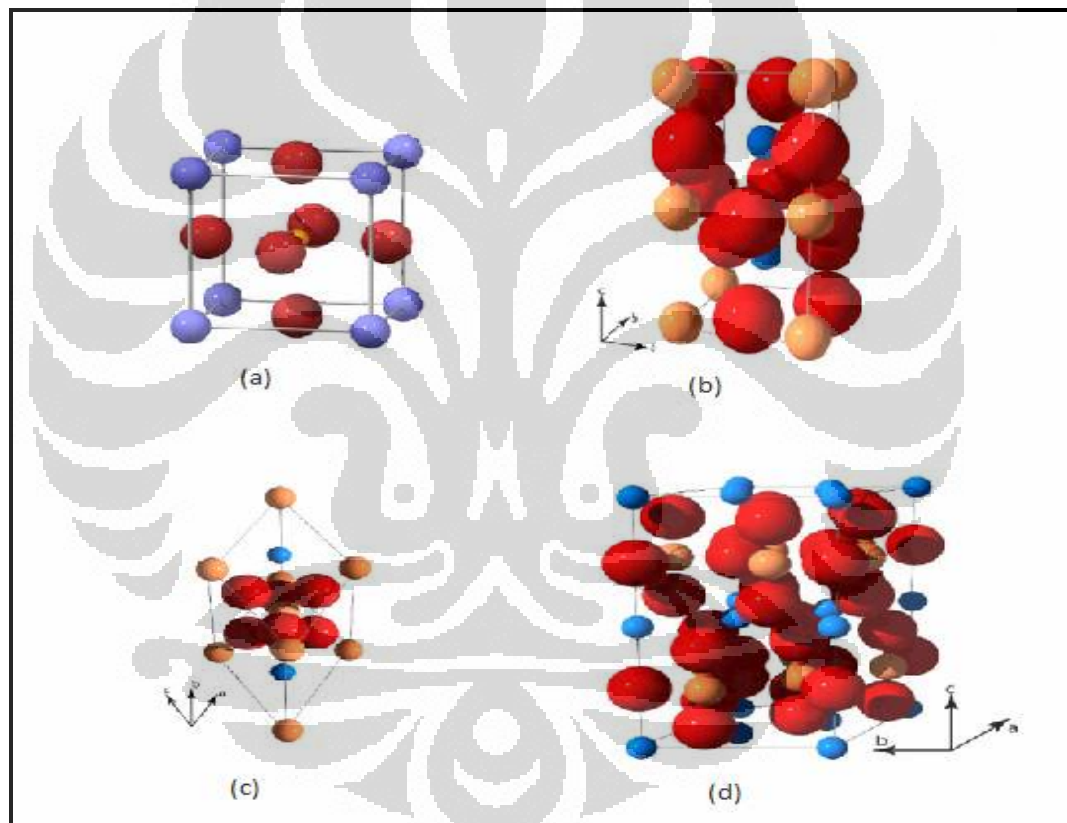
[Sumber: Levy, Mark R., 2005]

Gambar 2.2 Skematik Komposisi *Perovskite* yang telah Dipelajari

*Perovskite* tanah jarang secara luas telah dipelajari dengan menggunakan *X-ray diffraction* dan teknik hamburan neutron. Pembelajaran mengenai *perovskite* ini pertama kali dilakukan pada tahun 1927 oleh Goldshmidt yang memfokuskan pada  $\text{YAlO}_3$  dan  $\text{LaFeO}_3$ . Pada saat itu, banyak studi menyatakan bahwa struktur

kristal dari material *perovskite* merupakan kubus atau pseudokubik, akan tetapi hasil ini masih agak sedikit diragukan dikarenakan terdapat kebingungan mengenai jumlah simetri yang dihasilkan melalui hasil pengukuran terhadap material *perovskite* yang lain.

Kemudian, studi akhir-akhir ini telah dapat secara akurat menentukan struktur dari kebanyakan *perovskite* yang dapat kemudian digunakan sebagai landasan untuk permodelan selanjutnya. Berikut ini merupakan kumpulan dari sistem-sistem kristal yang terdapat pada material *perovskite* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



[Sumber: Levy, Mark R., 2005]

Gambar 2.3 (a) *Perovskite* dengan Sistem Kristal Kubus, (b) *Perovskite* dengan Sistem Kristal Ortorombik, (c) *Perovskite* dengan Sistem Kristal Rhombohedral, dan (d) *Perovskite* dengan Sistem Kristal  $P6_3cm$  Hexagonal

Keterangan :

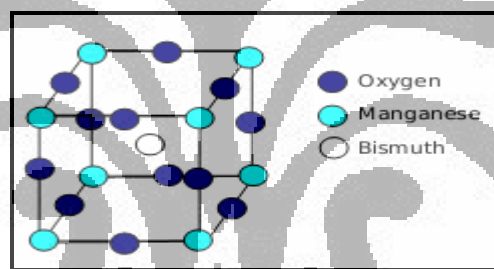


## 2.4 Bahan Dasar Pembentuk Material $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$

### 2.4.1 $\text{BiMnO}_3$

$\text{BiMnO}_3$  merupakan material *multiferroic*, yang memiliki arti bahwa material ini mempunyai kedua sifat ferromagnetik dan ferroelektrik. Sebuah material ferromagnet adalah material yang sifat magnetnya sangat terlihat jelas jika diberikan medan magnet dari luar, dan masih memiliki sifat magnet walaupun medan magnet dari luar sudah tidak diberikan. Sebuah material ferroelektrik merupakan material yang menunjukkan polarisasi elektrik, hal ini memiliki kesamaan terhadap magnetisasi spontan dari material ferromagnet.

Struktur kristal dari  $\text{BiMnO}_3$  sendiri digambarkan sebagai *perovskite* dengan sistem kristal yang merupakan triklinik dengan nilai parameter kisi a dan c sebesar 3.935 Å dan parameter kisi b sebesar 3.989 Å. Struktur *perovskite* dari material  $\text{BiMnO}_3$  ditunjukkan oleh gambar 2.4.



[Sumber: C. Morien,2008]

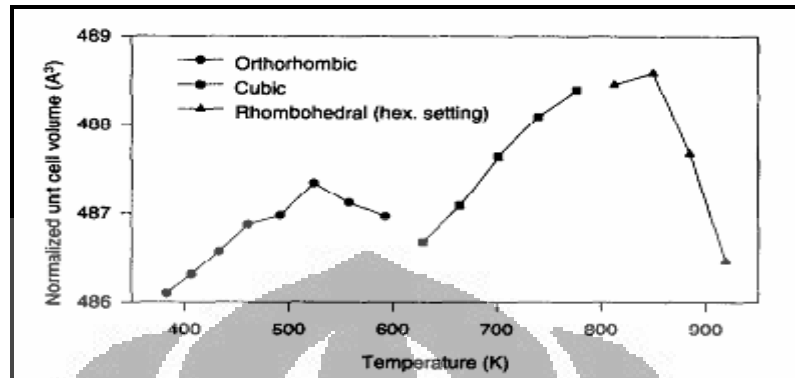
Gambar 2.4 Struktur *Perovskite* Material  $\text{BiMnO}_3$

Dengan melihat sifat *multiferroic* yang dimiliki oleh bahan  $\text{BiMnO}_3$ , bahan ini bisa digunakan sebagai bentuk aplikasi dari penyimpanan data digital.

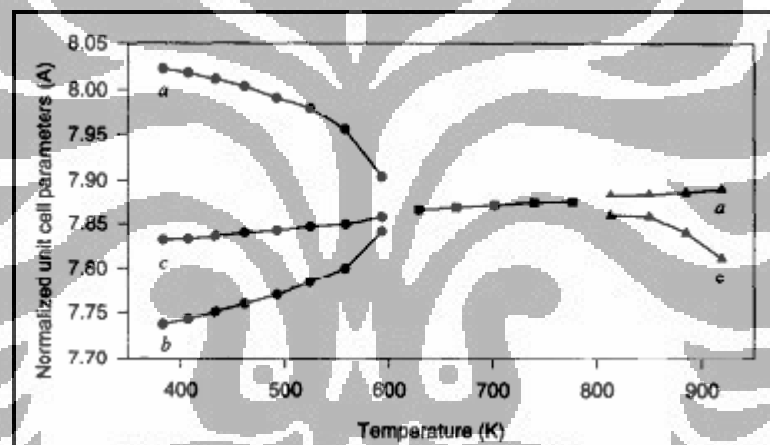
### 2.4.2 $\text{LaMnO}_3$

$\text{LaMnO}_3$  telah menarik perhatian mengenai aplikasi material ini sebagai katoda material untuk *Solid Oxide Fuel Cells* (SOFC) temperatur tinggi. Sifat dari material  $\text{LaMnO}_3$  sendiri tanpa adanya pendoping adalah *antiferromagnetic insulator*. Material ini memiliki keunikan dalam sistem kristalnya yang berubah-ubah jika diukur pada temperatur yang berbeda. Material ini memiliki sistem

kristal berupa ortorombik, kubik, dan rhombohedral dengan nilai temperatur tertentu yang ditunjukkan oleh gambar 2.5.



(a)



(b)

[Sumber: P. Norby, N. H. Andersen, 1995]

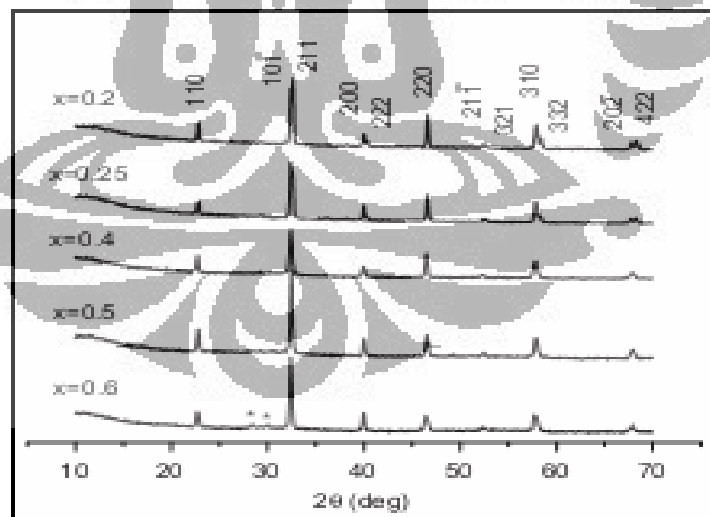
Gambar 2.5 (a) Kurva Normalisasi Volume Unit Sel terhadap Temperatur dan (b) Kurva Normalisasi Nilai Parameter Kisi terhadap Fungsi Temperatur

Dari gambar 2.5, dapat dilihat ketika material  $\text{LaMnO}_3$  dipanaskan maka perbedaan terhadap nilai parameter kisi antara a dan c menurun dan nilai tersebut bergabung dan bertransisi menjadi fasa kubik. Semakin material ini dipanaskan hingga mencapai suhu 800 K, nilai dari parameter kisi pun berubah dan membentuk sistem kristal rhombohedral.

## 2.5 Pengembangan Material $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$

Pada tahun 2004, Y. D. Zhao menginvestigasi material  $\text{La}_{1-x}\text{A}'_x\text{MnO}_3$  (yang mana  $\text{A}'=\text{Bi}$ ). Y. D. Zhao membuat material  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  ini dengan cara menggabungkan dua material yang berbeda karakteristiknya satu sama lain. Material tersebut, yaitu  $\text{LaMnO}_3$  dan  $\text{BiMnO}_3$ . Bahan  $\text{LaMnO}_3$  merupakan bahan *antiferromagnetic insulator* yang memiliki sistem kristal berupa ortorombik pada suhu ruang dan bahan  $\text{BiMnO}_3$  merupakan bahan *ferromagnetic insulator* jika berada pada temperatur curie dan memiliki sistem kristal triklinik.

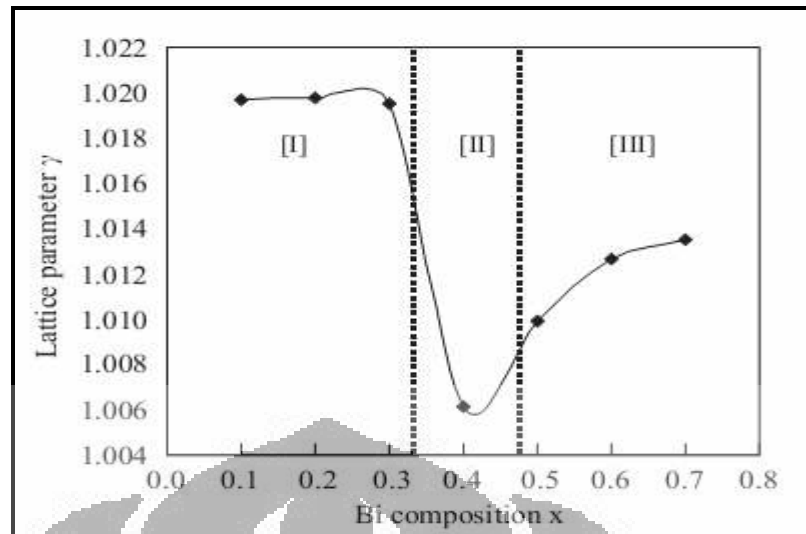
Bahan yang memiliki sifat yang berbeda ini dimungkinkan untuk dikombinasikan dikarenakan memiliki jari-jari atom yang hampir sama yaitu  $r(\text{Bi}^{3+}) = 0.124 \text{ nm}$  dan  $r(\text{La}^{3+}) = 0.122 \text{ nm}$ . Y. D. Zhao pada jurnalnya menginvestigasi struktur kristal, resistivitas, dan sifat magnetik yang terdapat pada material  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  ini. Kemudian pada tahun yang berdekatan, T. Ogawa juga melakukan penelitian terhadap material  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan menginvestigasi sistem kristal, resistivitas, dan sifat magnetik. Hasil karakterisasi sistem kristal pada penelitian yang dilakukan diatas ditampilkan pada gambar 2.6 dan gambar 2.7.



[Sumber: Y. D. Zhao, 2004]

Gambar 2.6 Pola XRD untuk Variasi Nilai  $x = 0.2, 0.25, 0.4, 0.5,$  dan  $0.6$ .

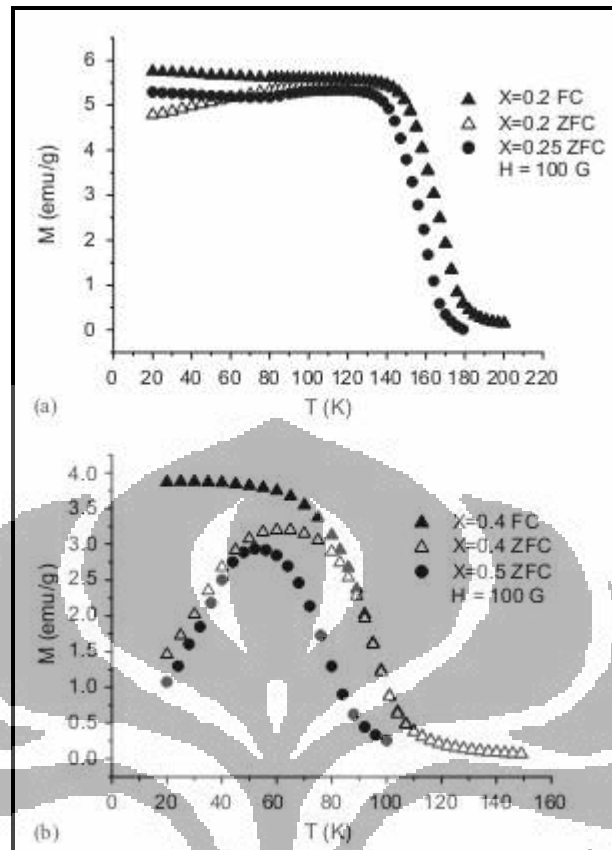




[Sumber: T. Ogawa, 2005]

Gambar 2.7 Parameter Kisi  $\gamma (= c/a)$  sebagai Fungsi Komposisi Bi dalam  $x$  (untuk Range  $0 < x < 0.3$ , Sistem kristalnya berupa ortorombik, untuk rentang  $0.3 < x < 0.5$  sistem kristal berupa pseudokubik dan untuk rentang  $x > 0.5$  sistem kristalnya berupa tetragonal).

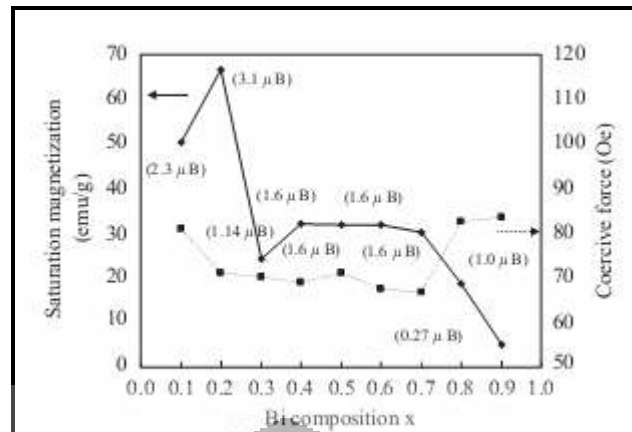
Penelitian yang dilakukan oleh Y. D. Zhao mengenai magnetisasi material ini menunjukkan hasil transisi dari sifat magnetisasi paramagnetik menjadi ferromagnetik ketika pengukuran magnetisasi dilakukan pada suhu dibawah Temperatur Curie (TC) dari material ini untuk sampel dengan nilai  $x = 0.2, 0.25, 0.4$  dan  $0.5$  dengan nilai Temperatur Curie (TC) sebesar 167, 156, 96 dan 80 K. Hasil dari pengukuran magnetisasi yang dilakukan oleh Y. D. Zhao ditampilkan oleh gambar 2.8.



[Sumber: Y. D. Zhao, 2004]

Gambar 2.8 Hasil Pengukuran Magnetisasi terhadap Temperatur untuk  $x = 0.2, 0.25, 0.4$ , dan  $0.5$  (hasil data teramati dalam bentuk *Field Cooled* (FC) dan *Zero-Field-Cooled* (ZFC) dalam pengaruh medan magnet sebesar 100G).

Penelitian yang dilakukan oleh Takeshi Ogawa juga menunjukkan bahwa sampel ini memiliki sifat magnetisasi berupa feromagnetik pada Temperatur Curie (TC), hasil dari saturasi magnetik dan jumlah magneton bohr per monad ditunjukkan oleh gambar 2.9



[Sumber: T. Ogawa, 2005]

Gambar 2.9 Plot Saturasi Magnetik dan Gaya Koersif terhadap Komposisi Bi yang ada pada Sampel LBMO.

## 2.7 Penentuan Parameter Kisi

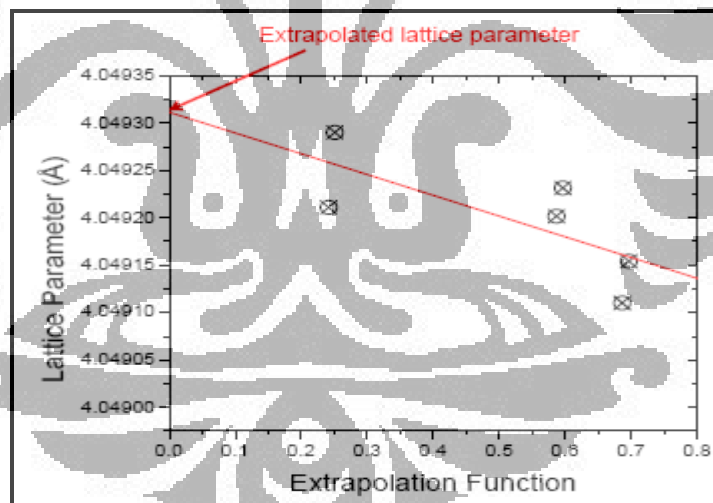
Pada saat melakukan perhitungan mengenai parameter kisi, biasanya kita hanya mengacu kepada suatu kondisi ideal yang mana diasumsikan alat yang digunakan dalam pengukuran sudah terkalibrasi dengan cukup baik dan eksperimen yang dilakukan sangatlah hati-hati sehingga merasa bahwa hasil yang nanti akan dianalisis akan sangat presisi. Akan tetapi pada saat kita mencoba melakukan perhitungan, sebagai contoh pada sistem kubus untuk mencari parameter kisinya terkadang ditemukan bahwa nilai  $a$  pada parameter kisi yang terukur berubah-ubah ketika sudut yang digunakan untuk menganalisisnya pun berbeda.

Pada pengukuran parameter kisi, sebenarnya terdapat beberapa kesalahan sistematik pada pengukuran dengan menggunakan alat difraktometer. Kesalahan tersebut, yaitu :

1. Ketidaktepatan dalam meletakkan peralatan
2. Permukaan sampel yang tidak datar
3. Penyerapan yang terjadi pada material
4. Penempatan sampel yang tidak tepat
5. Berkas sinar datang yang divergen

Pada saat melakukan analisa didapatkan nilai dari  $\frac{\Delta d}{d}$  yang berbeda-beda terhadap kesalahan yang berbeda pula, untuk kesalahan pada tipe 2 dan 3,  $\frac{\Delta d}{d}$  nilainya sebanding dengan  $\cos^2 \theta$ . Untuk kesalahan pada tipe 4  $\frac{\Delta d}{d}$  sebanding dengan  $\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta}$  dan untuk kesalahan tipe-5  $\frac{\Delta d}{d}$  sebanding dengan  $\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta} + \frac{\cos^2 \theta}{\theta}$ .

Untuk menentukan parameter kisi dengan nilai kesalahan yang minimum adalah dengan cara mengekstrapolasi parameter kisi terhadap  $\cos^2 \theta$  (hanya berlaku untuk  $\theta > 60^\circ$ ) dan  $\frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta}$  (penempatan material yang tidak sesuai). Contoh gambar ekstrapolasi ditunjukkan oleh gambar 2.10.



[Sumber: Capstone Engineering, *Laboratory Module #3*]

Gambar 2.10 Plot Nilai Parameter Kisi terhadap Fungsi Ekstrapolasi

Rumusan dari persamaan Bragg :

$$2d_{hkl} \sin \theta = \lambda \quad (2-4)$$

Rumusan dari  $d_{hkl}$  untuk sistem ortorombik :

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2} \quad (2-5)$$

Sehingga dari kedua persamaan (2-4) dan (2-5) diatas didapatkan nilai  $\sin^2 \theta(\text{true})$  sebagai berikut :

$$\sin^2 \theta(\text{true}) = \frac{\lambda^2 h^2}{4a^2} + \frac{\lambda^2 k^2}{4b^2} + \frac{\lambda^2 l^2}{4c^2} \quad (2-6)$$

Untuk mendapatkan nilai  $\sin^2 \theta(\text{observed})$  maka ditulis persamaannya :

$$\sin^2 \theta(\text{observed}) = \sin^2 \theta(\text{true}) + \Delta \sin^2 \theta$$

$$\sin^2 \theta(\text{observed}) = \frac{\lambda^2 h^2}{4a^2} + \frac{\lambda^2 k^2}{4b^2} + \frac{\lambda^2 l^2}{4c^2} + \Delta \sin^2 \theta \quad (2-7)$$

Keterangan :

$$\Delta \sin^2 \theta = D \sin^2 2\theta$$

Sehingga persamaan menjadi :

$$\sin^2 \theta(\text{observed}) = P\alpha + Q\beta + R\gamma + S\delta$$

Yang mana :

$$P = \frac{\lambda^2}{4a^2} \quad Q = \frac{\lambda^2}{4b^2} \quad R = \frac{\lambda^2}{4c^2} \quad \text{dan } S = D$$

$$\alpha = h^2 \quad \beta = k^2 \quad \gamma = l^2 \quad \text{dan } \delta = \sin^2 \theta$$

Metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai minimum terbaik dari kesalahan (error) nilai P, Q, R, dan S adalah metode kuadrat terkecil (*least square*), yaitu :

$$\sum (e)^2 = \sum [P\alpha + Q\beta + R\gamma + S\delta - \sin^2 \theta(\text{observed})]^2$$

Untuk mendapatkan nilai kesalahan (*error*) minimum untuk solusi diatas, persamaan tersebut dapat kita tulis dengan nilai  $\sum (e)^2 = 0$ . Sehingga persamaan untuk kesalahan relatif masing-masing parameter dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum \alpha \sin^2 \theta = P \sum \alpha^2 + Q \sum \beta \alpha + R \sum \gamma \alpha + S \sum \delta \alpha$$

$$\sum \beta \sin^2 \theta = P \sum \alpha \beta + Q \sum \beta^2 + R \sum \gamma \beta + S \sum \delta \beta$$

$$\sum \gamma \sin^2 \theta = P \sum \alpha \gamma + Q \sum \beta \gamma + R \sum \gamma^2 + S \sum \delta \gamma$$

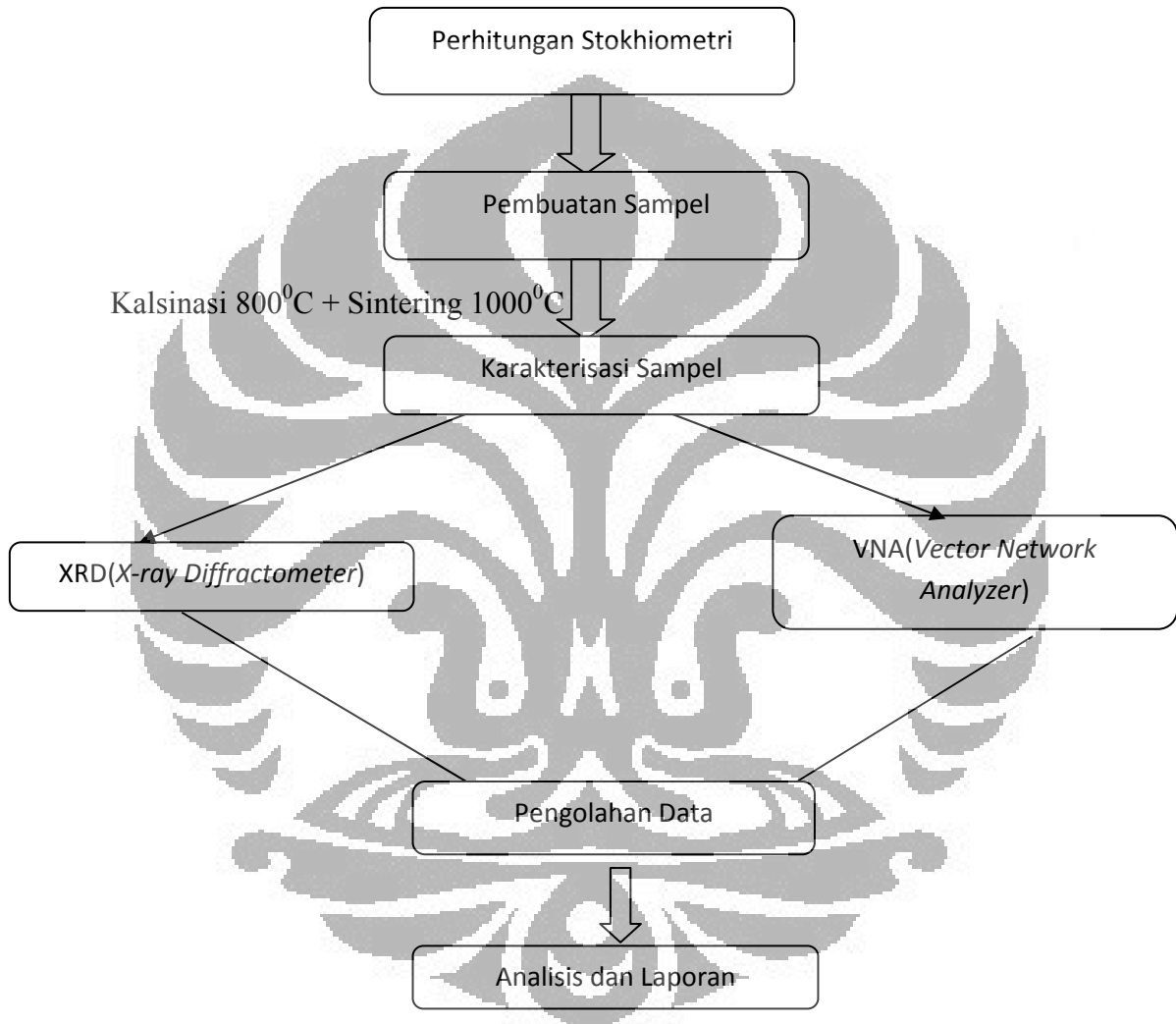
$$\sum \delta \sin^2 \theta = P \sum \alpha \delta + Q \sum \beta \delta + R \sum \gamma \delta + S \sum \delta^2$$

Dengan mencari solusi dari keempat persamaan diatas maka nanti akan didapatkan nilai parameter kisi a, b, dan c dari sistem ortorombik.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir dari tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### Bahan dan Peralatan Penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini antara lain, serbuk  $\text{La}_2\text{O}_3$  dengan tingkat kemurnian sebesar 99,9% produksi Merck, serbuk  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  dengan tingkat kemurnian 99% dan serbuk  $\text{MnCO}_3$  dengan tingkat kemurnian bahan

sebesar 99,99 % produksi Aldrich yang mana semua bahan tersebut tersedia di laboratorium Departemen Fisika Universitas Indonesia.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain Timbangan digital Bosch tipe SAE 200, Ball Milling, Furnace Thermolyn, *X-Ray Diffractometer* (XRD), dan *Vector Network Analyzer* (VNA). *X-Ray Diffractometer* (XRD) digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal yang terdapat pada sampel yang dibuat dan *Vector Network Analyzer* (VNA) digunakan untuk melihat karakterisasi serapan gelombang elektromagnetik yang terdapat pada sampel.

### Tahapan Penelitian

Kegiatan utama pada penelitian ini adalah mempelajari terbentuknya struktur kristal bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan komposisi  $x$  sebesar 0.05, 0.15, 0.2, 0.25 dan 0.35 dan pengaruh yang terjadi pada sampel dengan adanya substitusi dengan nilai  $x$  tertentu terhadap karakterisasi serapan gelombang elektromagnetik sampel dengan rentang frekuensi 9-15 GHz.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain, melakukan perhitungan stokiometri pada bahan dasarnya, yaitu serbuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{MnCO}_3$ . Setelah proses perhitungan dilakukan, bahan tersebut kemudian dicampur dan diproses dengan menggunakan ball milling yang bertujuan untuk membuat campuran dari sampel merata.

Bahan yang telah diproses kemudian dibentuk menjadi pellet dengan cetakan yang telah disediakan. Untuk cetakannya digunakan cetakan yang berdiameter 2,5 cm dengan tebal 3mm yang ditampilkan oleh gambar 3.2.



Gambar 3.2 Cetakan Sampel Berdiameter 2,5 cm dan Tebal 3mm



Sampel pada contoh yang ada di gambar 3.2 dibentuk dengan proses penekanan sebesar 7 ton dengan waktu penahanan selama 4 menit. Perlakuan ini bertujuan agar sampel tetap padat dan kuat selama proses kalsinasi dan *sintering* berlangsung.

Proses yang akan dilakukan setelah sampel menjadi pellet adalah proses kalsinasi dan *sintering*. Proses kalsinasi yaitu proses dimana material dipanaskan dengan suhu tertentu dan suhu tersebut ditahan selama kurun waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan impuritas yang terdapat pada material yang ada. Proses kalsinasi yang dilakukan pada bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  membutuhkan suhu sebesar  $800^\circ\text{C}$ . Setelah proses kalsinasi dilakukan, bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  *disintering* dengan suhu sebesar  $1000^\circ\text{C}$  yang bertujuan agar bahan ini mengalami proses pembentukan kristal sehingga terbentuk fasa  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  pada material yang dibuat. Setelah tahapan mengenai kalsinasi dan *sintering* dilakukan, tahapan selanjutnya adalah tahapan karakterisasi.

Terdapat dua tahapan karakterisasi, yaitu karakterisasi sampel dengan menggunakan *X-ray Diffractometer* (XRD) dan karakterisasi serapan gelombang elektromagnetik sampel dengan menggunakan alat *Vector Network Analyzer* (VNA). Setelah kedua tahapan tersebut dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu mengolah hasil data yang didapatkan dan menganalisisnya. Untuk pengolahan hasil data *X-Ray Diffractometer* (XRD), dilakukan dengan menggunakan program MATCH dan GSAS untuk mengetahui sistem dan struktur kristal yang terbentuk pada bahan material yang telah dibuat dan mengenai pengolahan data dari hasil pengukuran *Vector Network Analyzer* (VNA) akan dilakukan secara manual dengan melihat hasil data yang ada.

### 3.2 Preparasi Sampel

Proses preparasi melibatkan bahan-bahan utama yaitu  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  dan  $\text{MnCO}_3$  dengan melakukan perhitungan stokiometri terlebih dahulu untuk mengetahui berapa gram yang dibutuhkan masing-masing bahan dasar untuk membentuk sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan massa 15 gram. Untuk penelitian ini, rentang nilai  $x$  yang dilakukan adalah sebesar 0.05, 0.15, 0.2, 0.25 dan 0.35.

Adapun banyaknya gram yang diperlukan untuk setiap nilai  $x$  yang kita buat ditampilkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah Bahan Dasar untuk Setiap Nilai Substitusi  $x$

| Kode Sampel | Variasi $x$ | Gram yang dibutuhkan           |                                |                   |
|-------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
|             |             | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnCO <sub>3</sub> |
| LBMO – 1    | 0.05        | 9,642                          | 0,712                          | 7,028             |
| LBMO – 2    | 0.15        | 8,231                          | 2,077                          | 6,832             |
| LBMO – 3    | 0,2         | 7,641                          | 2,732                          | 6,739             |
| LBMO – 4    | 0.25        | 7,066                          | 3,369                          | 6,648             |
| LBMO – 5    | 0.35        | 5,963                          | 4,592                          | 6,473             |

Jumlah dari masing-masing bahan dasarnya ternyata melebihi dari 15 gram, ini dikarenakan pada masing-masing bahan dasar masih terdapat kelebihan jumlah oksigen yang terdapat pada masing-masing bahan dasar.

### 3.3 Pengambilan Data

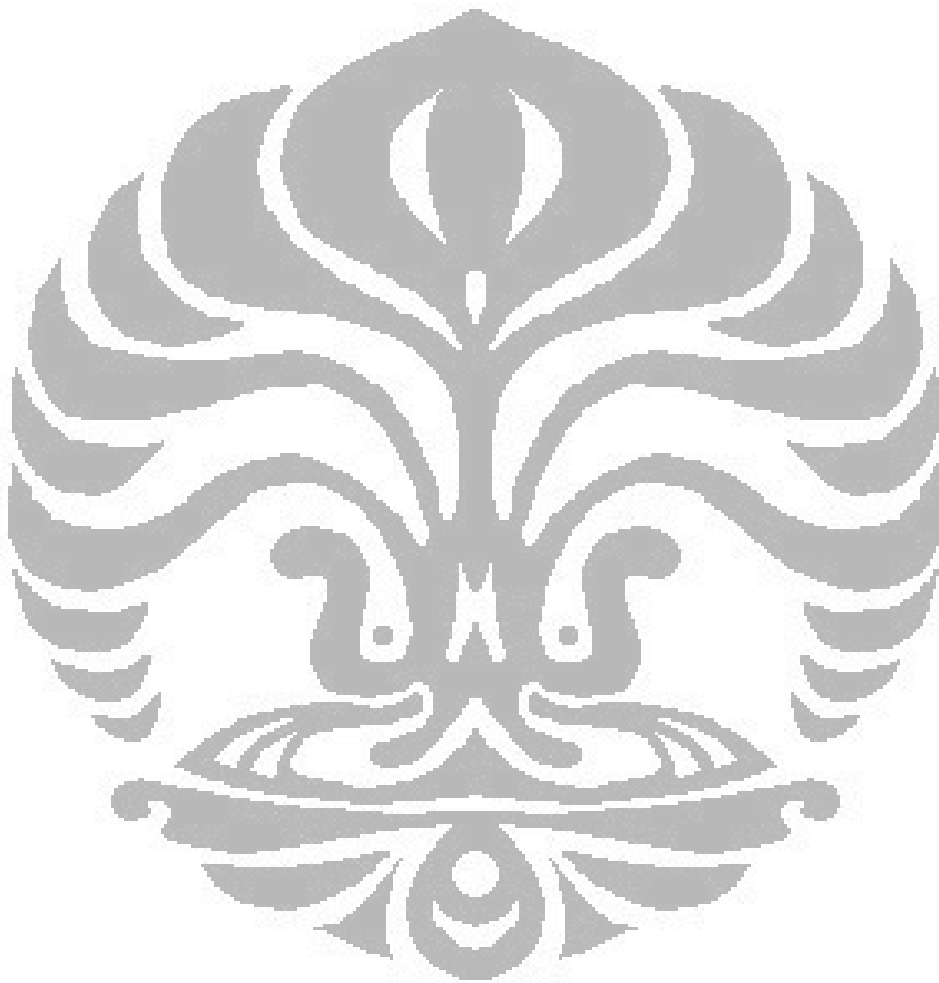
Pengujian sampel dilakukan dengan menggunakan 2 alat-pengukuran, yaitu *X-Ray Diffractometer* (XRD) yang terletak di Laboratorium Program Studi Ilmu Material Program Pascasarjana FMIPA, Universitas Indonesia, Salemba, Jakarta dan *Vector Network Analyzer* (VNA) yang dilakukan di LIPI, Bandung.

### 3.4 Analisis Data

Analisis data dimulai dengan menganalisa fasa yang terbentuk pada bahan La<sub>1-x</sub>Bi<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> yang telah dikarakterisasi menggunakan alat *X-Ray Diffractometer*, analisis yang dilakukan adalah dengan membandingkan kurva difraksi pada sampel yang dibuat dengan sampel bahan dasarnya. Setelah melihat fasa yang terbentuk, kemudian menganalisa sistem dan struktur kristal bahan La<sub>1-x</sub>Bi<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> dengan nilai substitusi  $x$  sebesar 0.05, 0.15, 0.2, 0.25 dan 0.35.

Tahapan analisis selanjutnya, yaitu menganalisa kemampuan serapan gelombang elektromagnetik yang dimiliki oleh sampel La<sub>1-x</sub>Bi<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> dengan

melihat hasil data yang telah didapatkan dari pengukuran *Vector Network Analyzer* (VNA). Hasil dari data yang didapatkan akan menunjukkan seberapa bagus sampel ini mengenai kemampuannya dalam menyerap gelombang elektromagnetik dan pola yang terbentuk dengan adanya penambahan substitusi Bismuth (Bi).



## BAB 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Pengukuran XRD

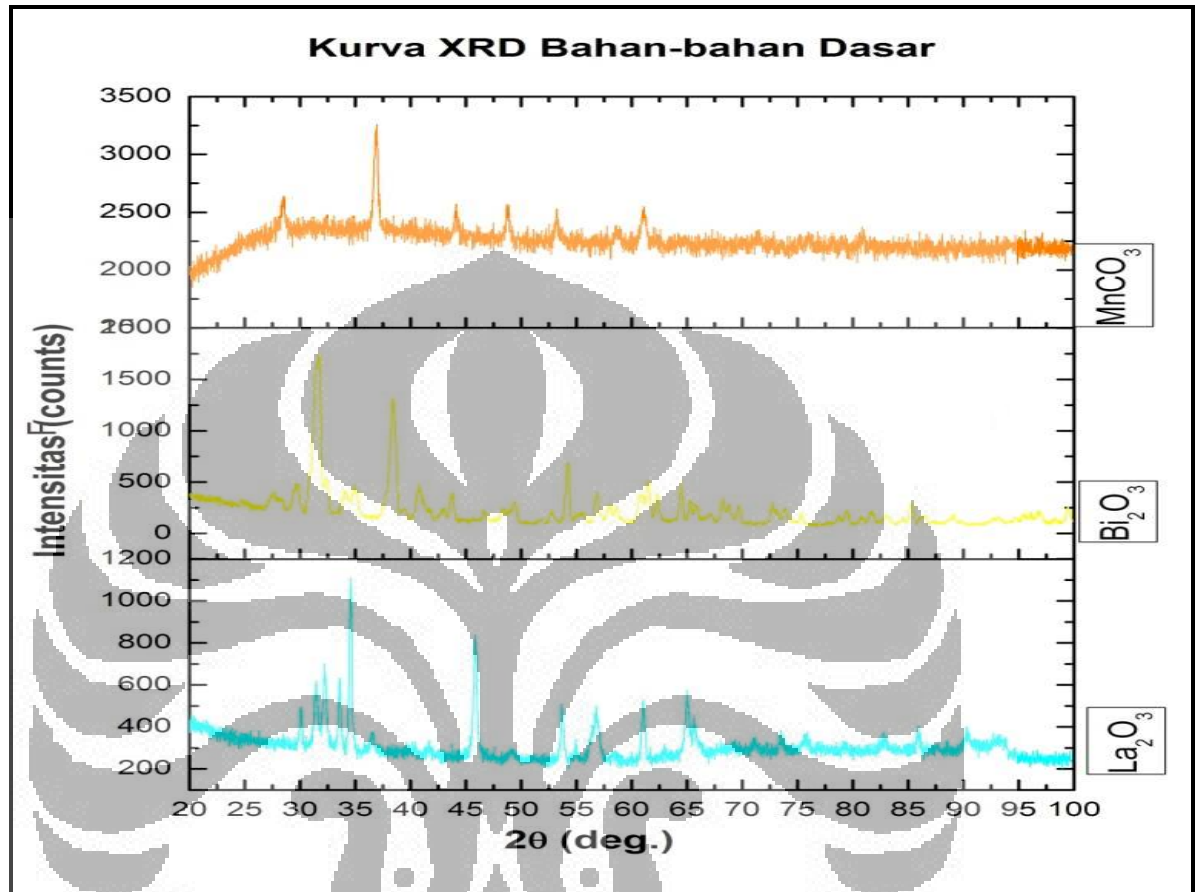
Pada penulisan tugas akhir ini, terdapat 13 sampel yang diukur dengan menggunakan alat XRD, yang mana 3 sampel pertama merupakan bahan dasar yaitu  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  dan  $\text{MnCO}_3$ . Kemudian 5 sampel berikutnya yang diukur dengan menggunakan alat XRD adalah sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan proses waktu sintering dengan suhu  $1000^\circ\text{C}$  selama 10 jam dengan variasi nilai x sebesar 0.05, 0.15, 0.2, 0.25, dan 0.35. Dan 5 sampel terakhir yang diukur adalah sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan variasi nilai x yang sama seperti sebelumnya akan tetapi sampel ini melibatkan proses sintering dengan suhu  $1000^\circ\text{C}$  dengan kurun waktu 20 jam.

Untuk mempermudah dalam hal penulisan maka sampel-sampel yang ada diatas dibuat kodenya pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kode untuk Setiap Sampel yang Diukur

| No. | Kode Sampel             | Keterangan  |
|-----|-------------------------|---|
| 1   | $\text{Bi}_2\text{O}_3$ | bahan dasar $\text{Bi}_2\text{O}_3$   |
| 2   | $\text{La}_2\text{O}_3$ | bahan dasar $\text{La}_2\text{O}_3$   |
| 3   | $\text{MnCO}_3$         | bahan dasar $\text{MnCO}_3$   |
| 4   | s10-Bi0.05              | $\text{La}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 10 jam |
| 5   | s10-Bi0.15              | $\text{La}_{0.85}\text{Bi}_{0.15}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 10 jam |
| 6   | s10-Bi0.20              | $\text{La}_{0.8}\text{Bi}_{0.2}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 10 jam   |
| 7   | s10-Bi0.25              | $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 10 jam |
| 8   | s10-Bi0.35              | $\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.35}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 10 jam |
| 9   | s20-Bi0.05              | $\text{La}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 20 jam |
| 10  | s20-Bi0.15              | $\text{La}_{0.85}\text{Bi}_{0.15}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 20 jam |
| 11  | s20-Bi0.20              | $\text{La}_{0.8}\text{Bi}_{0.2}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 20 jam   |
| 12  | s20-Bi0.25              | $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 20 jam |
| 13  | s20-Bi0.35              | $\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.35}\text{MnO}_3$ dengan suhu pemanasan $1000^\circ\text{C}$ selama 20 jam |

Hasil kurva XRD dari bahan dasar dengan kode  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{MnCO}_3$  ditunjukkan oleh gambar 4.1 dibawah ini.



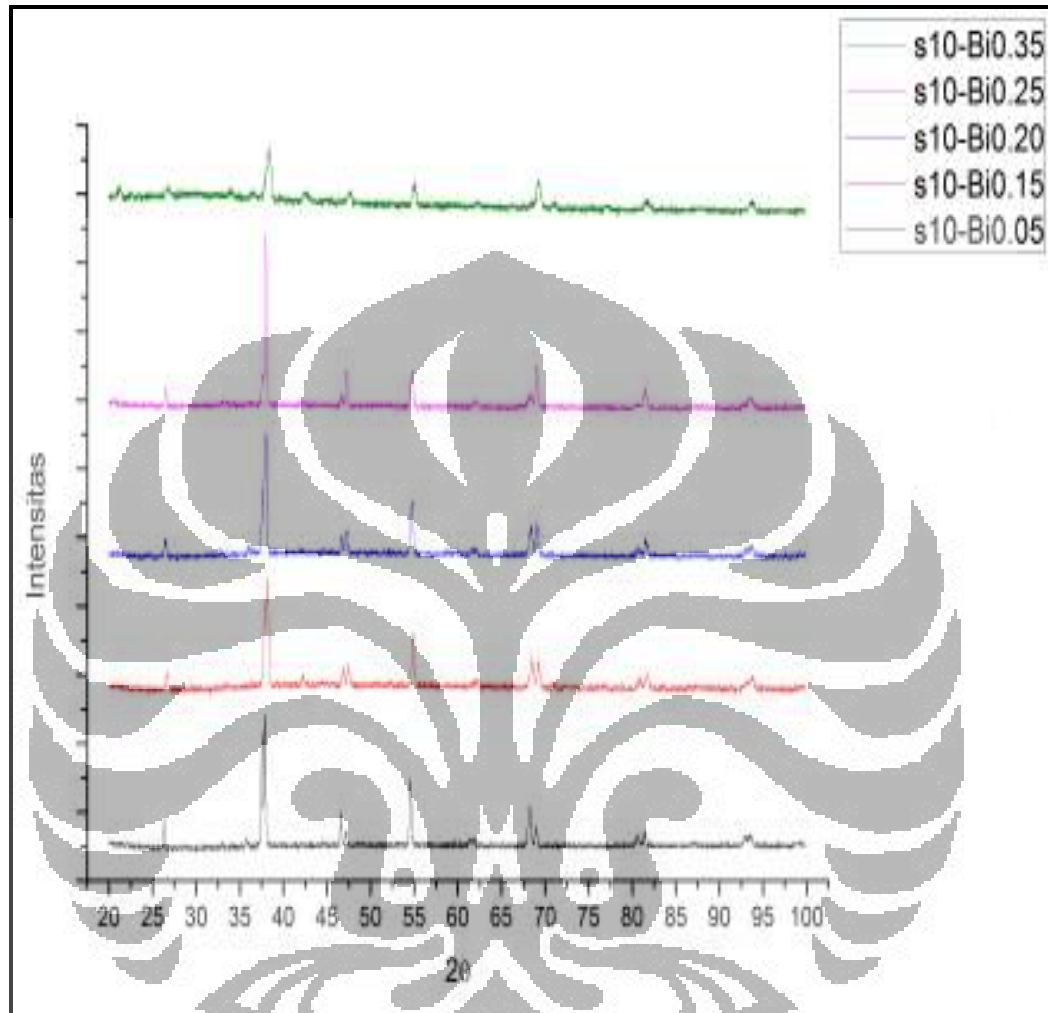
Gambar 4.1 Kurva XRD Bahan Dasar dari Pembuatan Material  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$

Hasil dari kurva diatas kemudian dibandingkan dengan menggunakan program MATCH! untuk mengetahui jenis asal dari bahan yang telah diukur pada gambar 4.1. Tabel hasil dari pencarian pada program MATCH! ditampilkan oleh tabel 4.2 ( hasil MATCH! diperoleh dari program teman satu grup penelitian, yaitu Nikensashi).

Tabel 4.2 Tabel Bahan Dasar  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{MnCO}_3$  dari Hasil MATCH!

| No | Bahan                   | No. ICDD    | Sistem Kristal |
|----|-------------------------|-------------|----------------|
| 1  | $\text{La}_2\text{O}_3$ | 96-200-2287 | Heksagonal     |
| 2  | $\text{Bi}_2\text{O}_3$ | 96-101-0314 | Kubik          |
| 3  | $\text{MnCO}_3$         | 96-900-7691 | R -3 c (167)   |

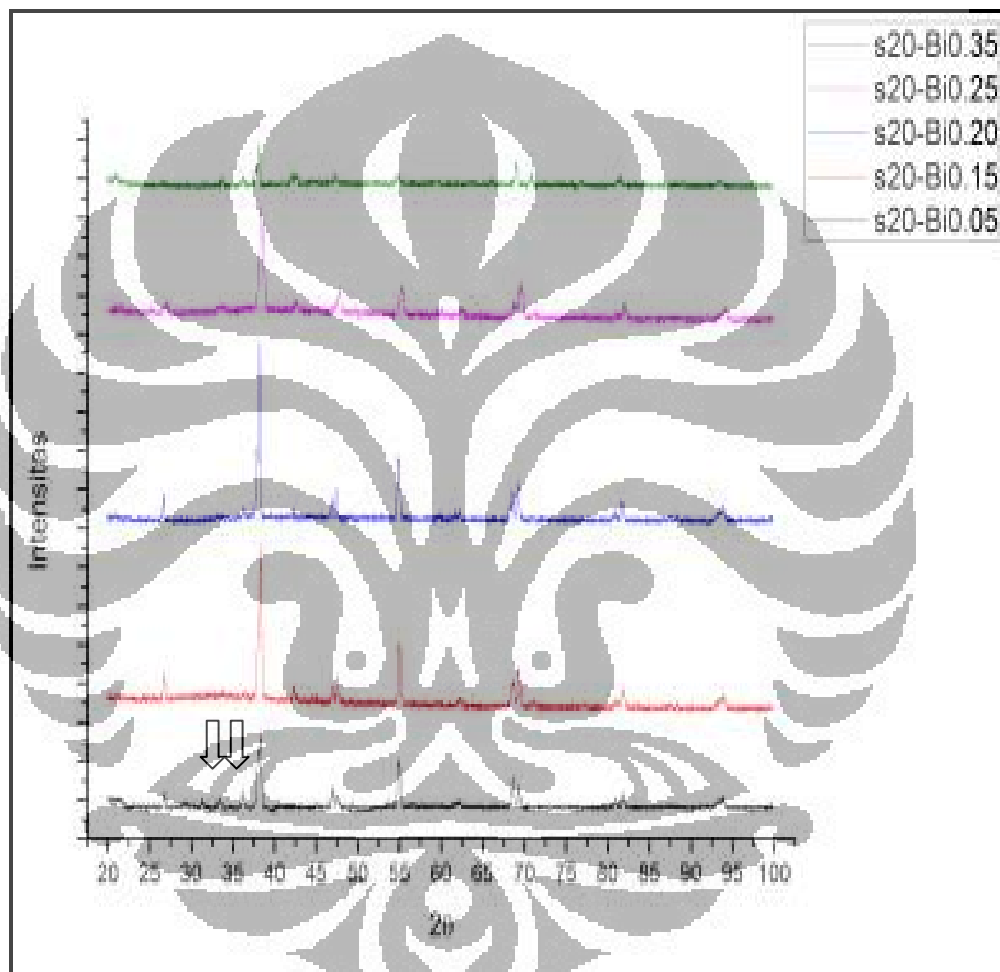
Hasil pengukuran XRD terhadap bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan lama waktu sintering 10 jam ditampilkan oleh gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kurva XRD Variasi Substitusi Bi dengan Waktu Pemanasan Selama 10 Jam

Dengan melihat hasil pengukuran difraksi yang ditunjukkan oleh gambar 4.2, dapat dikatakan bahwa sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  yang dipanaskan selama 10 jam telah menunjukkan hasil yang homogen dan jika gambar 4.2 diatas dibandingkan dengan bahan dasar yang ditunjukkan oleh gambar 4.1, maka dapat disebutkan bahwa bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  ini telah membentuk fasa baru. Terbentuknya fasa baru dari bahan ini dikarenakan tidak adanya lagi puncak-puncak intensitas yang terdapat pada bahan dasar yang masih muncul pada gambar 4.2.

Setelah mengukur hasil pola difraksi dari sampel ini dengan lama waktu pemanasan selama 10 jam, penulis melakukan hasil pengukuran pola difraksi untuk sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dengan lama waktu sintering selama 20 jam yang ditunjukkan oleh gambar 4.3 dibawah ini, tujuan melakukan pengukuran sampel yang dipanaskan selama 20 jam adalah untuk melihat kehomogenitasan terhadap sampel ini.



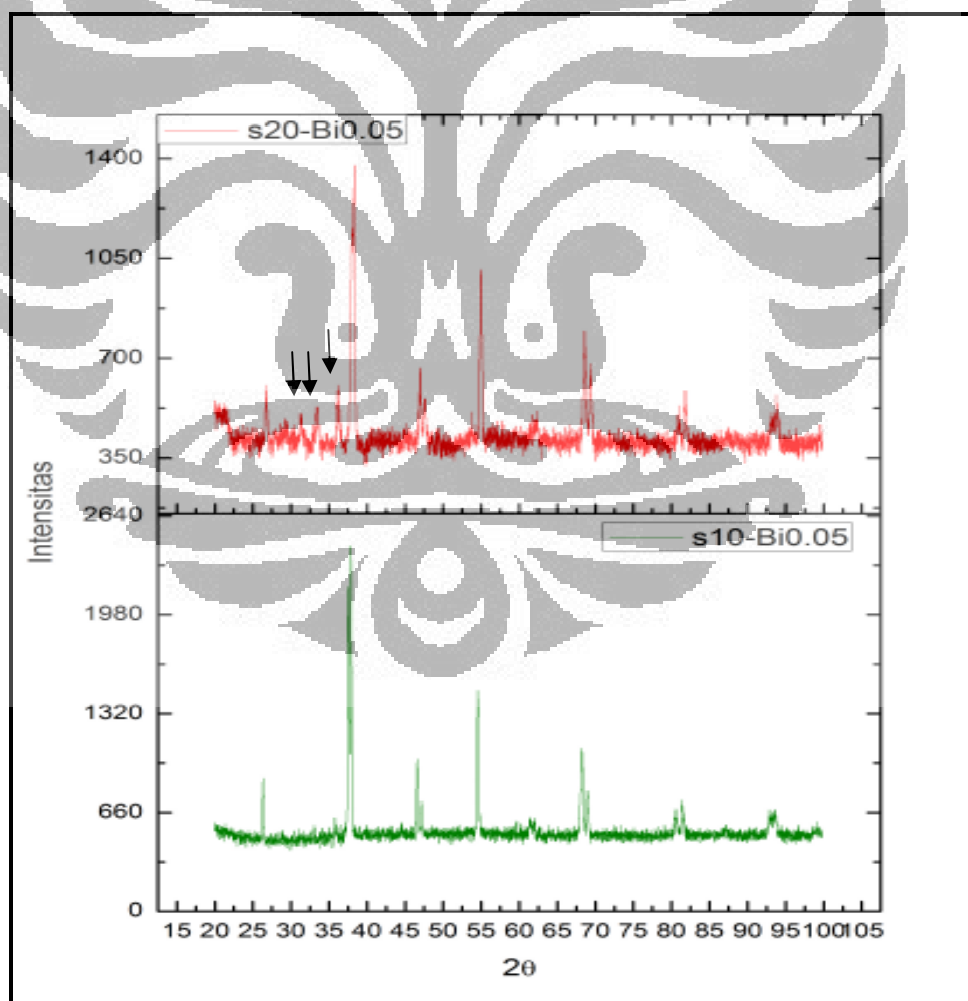
Gambar 4.3 Kurva XRD Variasi Substitusi Bi dengan Waktu Sintering Selama 20 Jam

Hasil dari pengukuran pola difraksi yang ditunjukkan oleh gambar 4.3 memperlihatkan bahwa sampel yang telah dipanaskan selama 20 jam memiliki pola difraksi yang sama seperti pada gambar 4.2. Pola difraksi yang terukur pada gambar 4.3 menunjukkan hasil bahwa sampel ini telah homogen dan jika

dibandingkan dengan bahan dasar dapat dikatakan sudah membentuk fasa baru. Akan tetapi, jika kita lihat pada gambar 4.3. sampel dengan kode s20-Bi0.05 memiliki keanehan yang ditunjukkan oleh tanda panah. Pada sampel tersebut ada pola intensitas yang diduga merupakan noise yang disebabkan oleh beberapa macam hal, seperti keretakan pada sampel saat pengukuran. Selain dari sampel dengan kode s20-Bi0.05, sampel lainnya menunjukkan pola difraksi yang terlihat sama dengan yang ada pada gambar 4.2.

#### 4.2 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{MnO}_3$

Hasil perbandingan dari pengukuran dari pola difraksi sampel dengan kode s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05 ditampilkan pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Perbandingan Pola Difraksi s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05



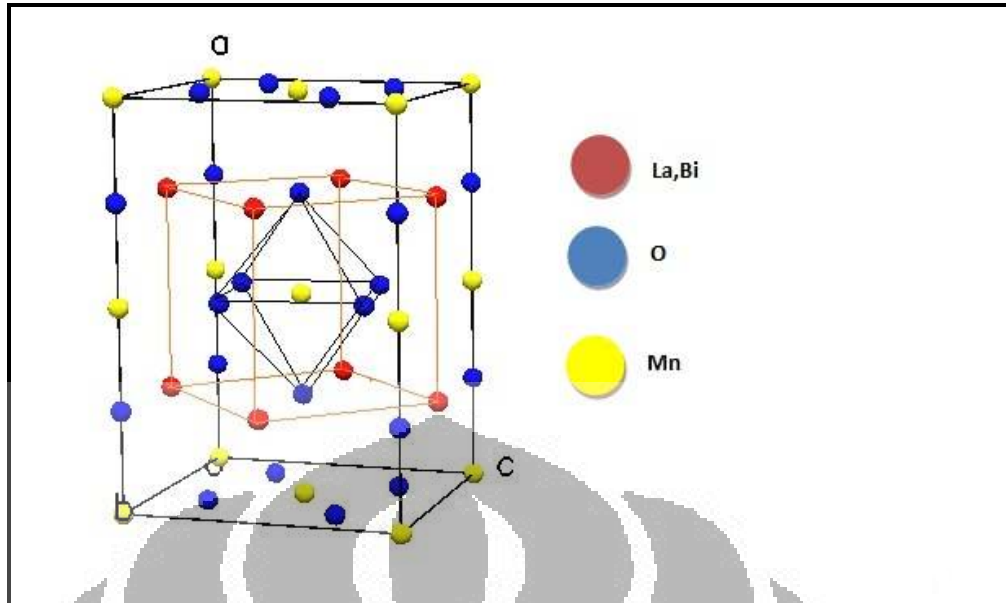
Dengan melihat hasil pola difraksi yang ditunjukkan oleh gambar 4.4, pada sampel s20-Bi0.05 terdapat puncak intensitas yang ditandai oleh tanda panah. Puncak dari intensitas tersebut sebelumnya tidak terdapat pada hasil pemanasan yang dilakukan selama 10 jam. Penulis beranggapan puncak intensitas tersebut mungkin disebabkan oleh adanya keretakan pada sampel pada saat melakukan pengukuran difraksi, sehingga menimbulkan adanya puncak intensitas baru. Penulis tidak menganggap puncak tersebut adalah hasil dari impuritas, dikarenakan pola difraksi yang terdapat pada sampel pemanasan 10 jam tidak menunjukkan puncak intensitas tersebut.

Penulis kemudian melakukan pengolahan pola difraksi dari gambar 4.4 diatas menggunakan program GSAS (*General Structure Analysis System*) untuk mendapatkan nilai dari parameter kisi yang terbentuk untuk mengetahui sistem kristal yang terdapat pada sampel s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05. Hasil dari parameter kisi tersebut ditampilkan oleh tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05 (sudut  $\alpha=\beta=\gamma=90^{\circ}$ )

|   | s10-Bi0.05 | s20-Bi0.05 |
|---|------------|------------|
| a | 7.689Å     | 7.757Å     |
| b | 5.465 Å    | 5.493Å     |
| c | 5.408 Å    | 5.485Å     |

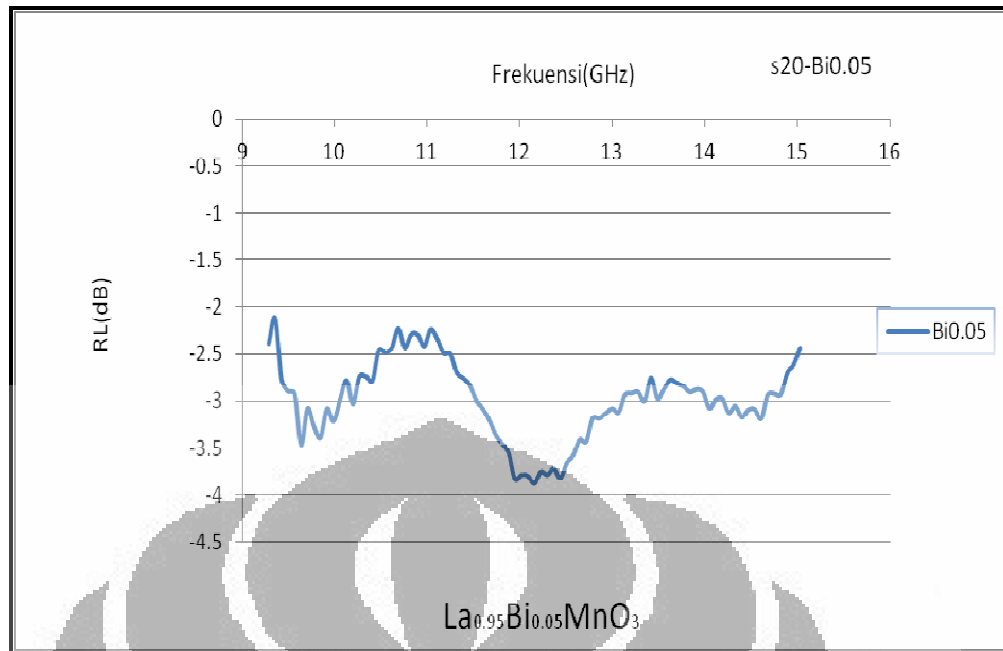
Nilai-nilai dari parameter kisi pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa sampel s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05 memiliki sistem kristal ortorombik. Selain itu dari hasil pengolahan GSAS (*General Structure Analysis System*) didapatkan juga susunan struktur kristal yang terdapat bahan ini yang ditunjukkan oleh gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pola Struktur Kristal yang ada pada Sampel s20-Bi0.05

Hasil dari struktur kristal yang ada pada gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa bentuk struktur kristal dari bahan ini merupakan *perovskite* dengan sistem kristal adalah ortorombik (dilihat dari parameter kisi yang terukur). Ternyata hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.5 diatas memang benar dengan mengacu kepada penjelasan yang ditampilkan pada bab 2 mengenai struktur kristal bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  (Y. D. Zhao, 2004 dan T. Ogawa, 2005).

Setelah melakukan pengukuran pola difraksi pada bahan s10-Bi0.05 dan s20-Bi0.05, penulis kemudian melakukan pengukuran karakteristik terhadap serapan gelombang elektromagnetik (rentang frekuensi 9-15 GHz) dengan menggunakan sampel s20-Bi0.05. Hasil pengukuran serapan gelombang elektromagnetik terhadap bahan s20-Bi0.05 ditunjukkan oleh gambar 4.6.



Gambar 4.6 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan kode s20-Bi0.05

Hasil dari pengukuran serapan gelombang elektromagnetik pada gambar 4.6 menunjukkan terdapat 2 nilai maksimum dari serapan gelombang elektromagnetik tersebut yaitu pada rentang frekuensi 9-10 GHz dan 11-13 GHz. Dari hasil pengukuran serapan gelombang elektromagnetik yang dilakukan, penulis mencari nilai dari intensitas yang dipantulkan, diserap dan ditransmisikan (dalam %). Penulis kemudian melakukan perhitungan terhadap nilai dari intensitas yang dipantulkan, diserap dan ditransmisikan dari sampel s20-Bi0.05 yang hasil perhitungannya ditunjukkan pada tabel 4.4.

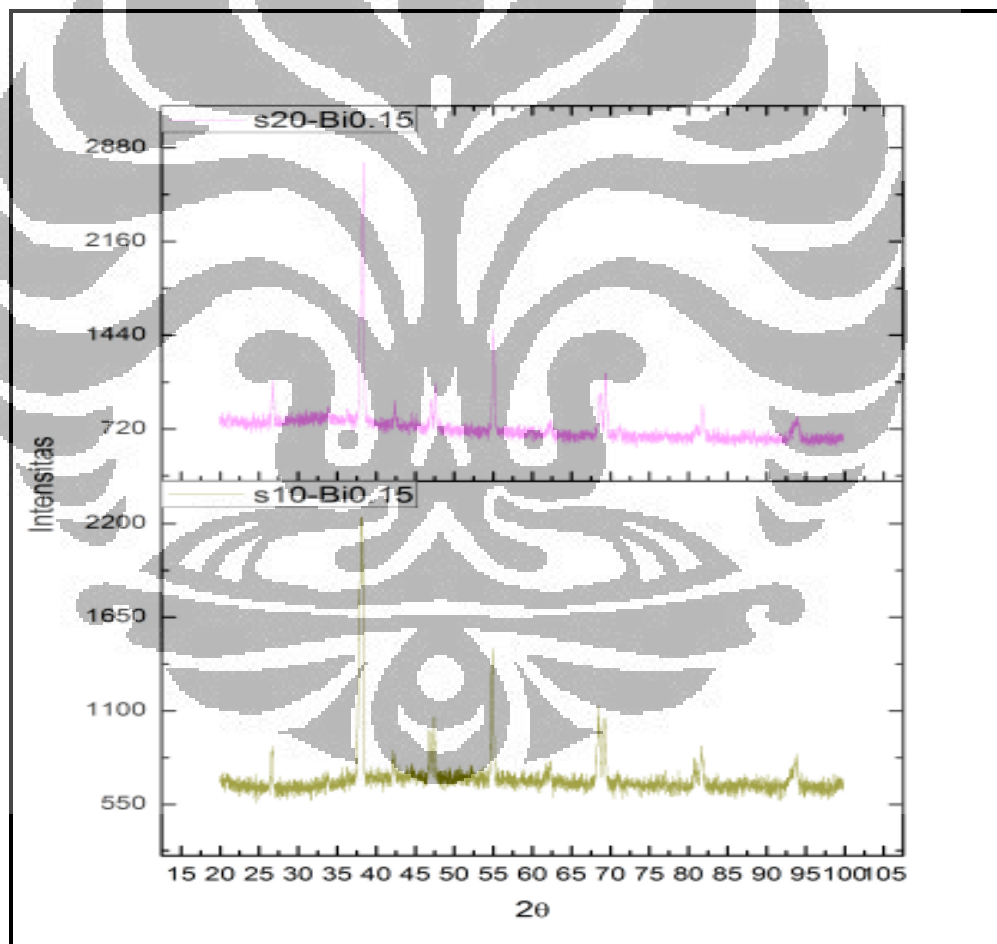
Tabel 4.4 Hasil dari Nilai *reflection loss* dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.05.

| sampel     | Frekuensi | RL(dB) | Intensitas Refleksi(%) | Intensitas serapan dan transmisi(%) |
|------------|-----------|--------|------------------------|-------------------------------------|
| s20-Bi0.05 | 9.64      | -3.464 | 67.112                 | 32.888                              |
|            | 12.16     | -3.881 | 63.966                 | 36.034                              |

Pada tabel 4.4, penulis menampilkan nilai dari intensitas serapan dan transmisi, penulis belum dapat memperhitungkan nilai dari intensitas yang seutuhnya diserap oleh sampel s20-Bi0.05, dikarenakan penulis tidak melakukan pengukuran terhadap intensitas yang ditransmisikan dan penulis juga belum seutuhnya menguasai perhitungan untuk intensitas yang ditransmisikan.

#### 4.3 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.85}\text{Bi}_{0.15}\text{MnO}_3$

Hasil perbandingan dari pengukuran pola difraksi dengan kode sampel s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15 ditunjukkan oleh gambar 4.7.



Gambar 4.7 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15

Perbandingan pola difraksi yang diperlihatkan pada gambar 4.7, menunjukkan bahwa sampel s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15 memiliki pola difraksi

yang sama dan tidak terdapat puncak intensitas yang berbeda antara satu-sama lainnya. Hasil dari perbandingan ini menyatakan bahwa sampel ini homogen.

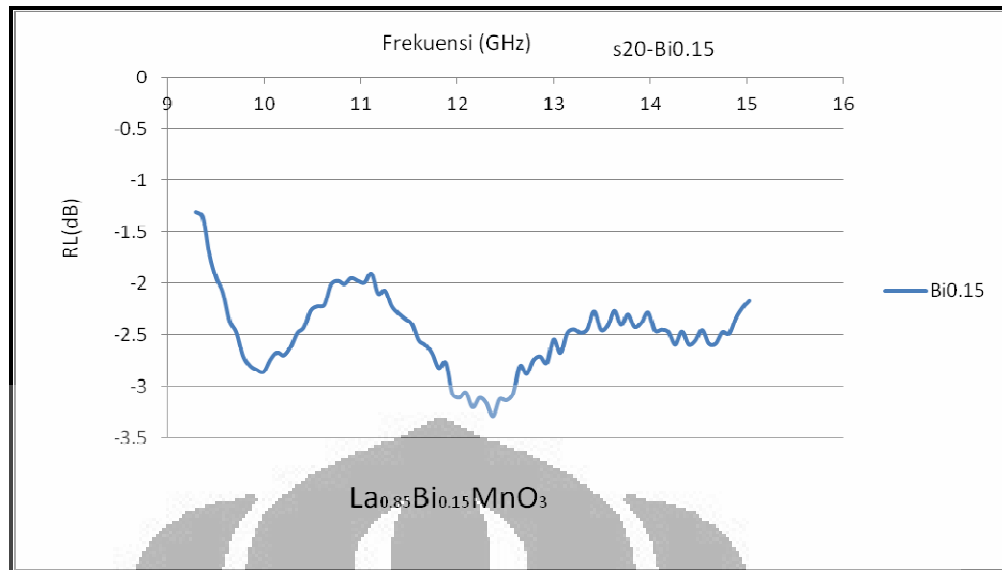
Hasil dari perbandingan ini kemudian diolah dengan program GSAS (*General Structure Analysis System*) untuk mendapatkan nilai-nilai dari parameter kisi yang ada pada bahan s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15. Hasil dari parameter kisi yang didapatkan akan menunjukkan sistem kristal yang terbentuk pada bahan tersebut. Hasil nilai-nilai dari parameter kisi ditunjukkan oleh tabel 4.5.

Tabel 4.5 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15 (sudut  $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ )

|   | s10-Bi0.15 | s20-Bi0.15 |
|---|------------|------------|
| A | 7.778Å     | 7.716Å     |
| B | 5.498Å     | 5.512Å     |
| C | 5.475Å     | 5.440Å     |

Data dari parameter kisi yang ditampilkan oleh tabel 4.4 menunjukkan bahwa sistem kristal yang terbentuk pada sampel s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15 adalah ortorombik dengan struktur kristal *perovskite*.

Setelah mendapatkan hasil dari parameter kisi dan sistem kristal dari pola difraksi s10-Bi0.15 dan s20-Bi0.15, penulis kemudian melakukan pengujian mengenai serapan gelombang elektromagnetik pada rentang frekuensi 9-15 GHz menggunakan sampel s20-Bi0.15. Hasil dari pengukuran serapan gelombang elektromagnetik pada bahan s20-Bi0.15 ditunjukkan oleh gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) Sampel dengan kode s20-Bi0.15

Gambar 4.8 memperlihatkan bahwa terdapat 2 nilai kawah dari hasil serapan gelombang elektromagnetik yang diukur, kawah pertama terdapat pada rentang frekuensi 9-10.5 GHz dan kawah kedua pada rentang frekuensi 11-13 GHz. Hasil dari gambar diatas kemudian diolah untuk mendapatkan nilai dari intensitas yang dipantulkan, intensitas terserap dan transmisi yang terjadi pada sampel s20-Bi0.15 ini. Hasil dari pengolahan ditampilkan pada tabel 4.6.

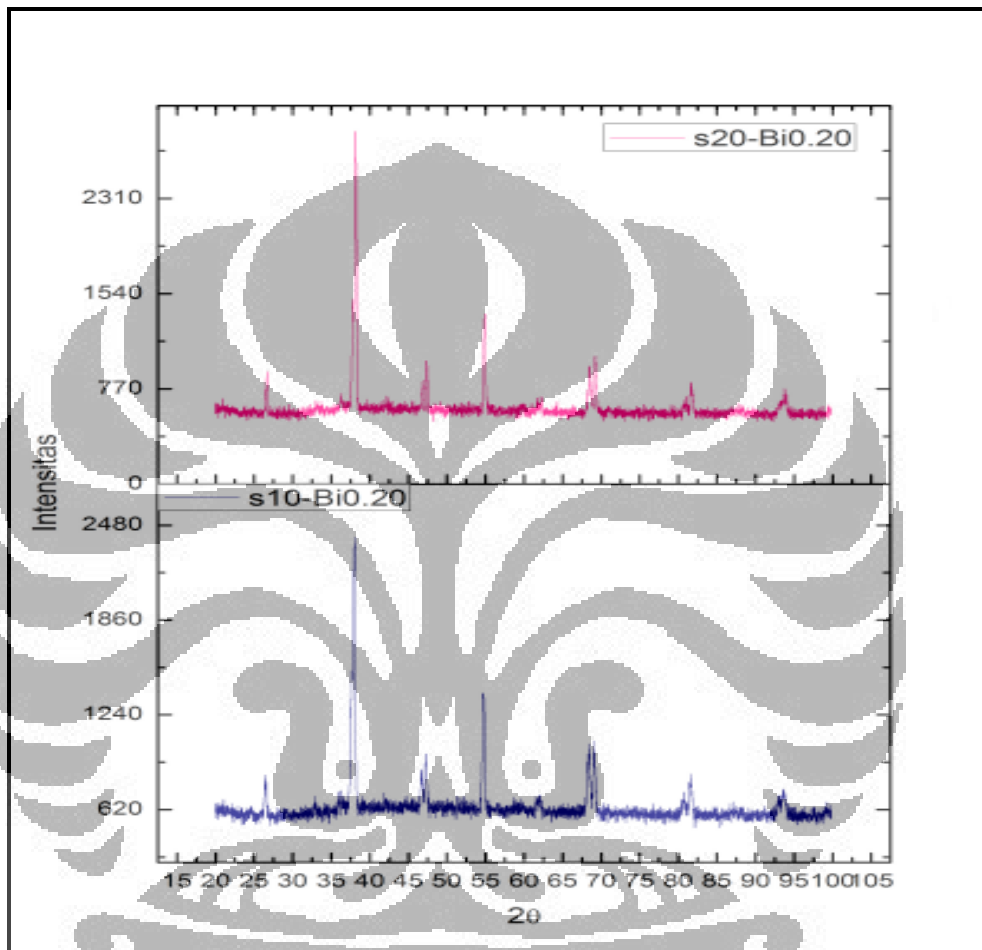
Tabel 4.6 Hasil dari Nilai *reflection loss* dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.15.

| sampel     | frekuensi | RL(dB) | Intensitas Refleksi(%) | Intensitas serapan dan transmisi(%) |
|------------|-----------|--------|------------------------|-------------------------------------|
| s20-Bi0.15 | 9.99      | -2.86  | 71.945                 | 28.055                              |
|            | 12.37     | -3.288 | 68.486                 | 31.514                              |

Jika melihat hasil yang ditampilkan oleh tabel 4.6 dan membandingkannya dengan tabel 4.4. dapat dilihat bahwa sampel s20-Bi0.05 memiliki hasil serapan gelombang elektromagnetik yang lebih baik dibandingkan dengan sampel s20-Bi0.15.

#### 4.4 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.80}\text{Bi}_{0.20}\text{MnO}_3$

Perbandingan dari hasil pengukuran pola difraksi sampel dengan kode s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20 diperlihatkan oleh gambar 4.9.



Gambar 4.9 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20

Dapat dilihat dari gambar 4.9, hasil pola difraksi yang terdapat pada sampel s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20 yang dibandingkan menunjukkan pola difraksi yang sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel tersebut telah homogen.

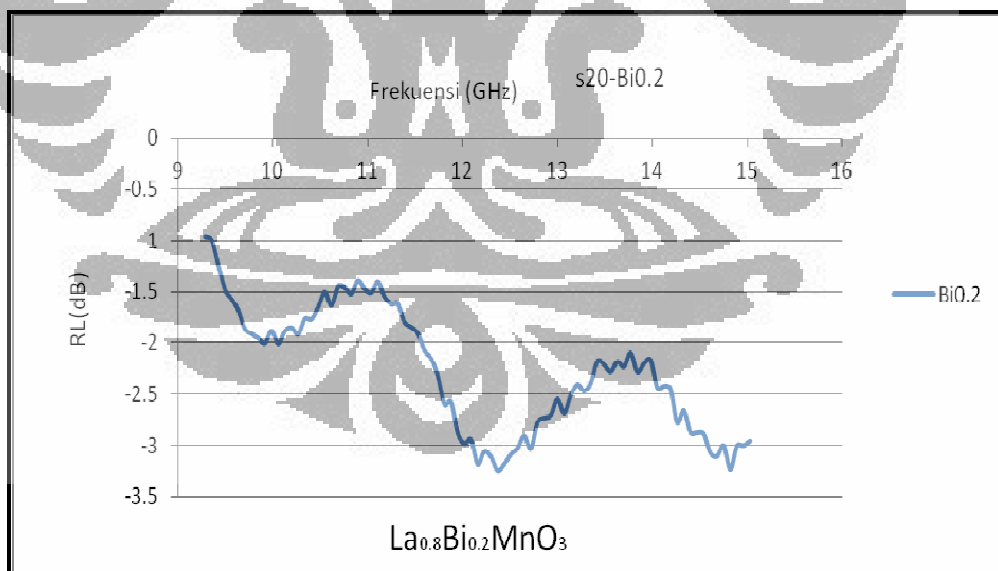
Hasil dari pola difraksi pada sampel s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20 kemudian dilakukan pengolahan dengan menggunakan program GSAS (*General Structure Analysis System*) untuk mendapatkan nilai-nilai dari parameter kisi untuk menentukan sistem kristal yang terbentuk. Nilai-nilai dari parameter kisi ditunjukkan oleh tabel 4.7.

Tabel 4.7 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20 (sudut  $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ )

|   | s10-Bi0.20 | s20-Bi0.20 |
|---|------------|------------|
| a | 7.774Å     | 7.790Å     |
| b | 5.521 Å    | 5.508Å     |
| c | 5.473Å     | 5.474Å     |

Hasil yang ditampilkan pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa sistem kristal yang terdapat pada sampel s10-Bi0.20 dan s20-Bi0.20 adalah ortorombik dengan struktur kristal *perovskite*.

Setelah melihat sistem kristal yang terbentuk dan kehomogenan sampel. Penulis kemudian melakukan pengujian terhadap karakteristik serapan gelombang elektromagnetik dengan menggunakan sampel s20-Bi0.20 yang hasil dari pengukurannya ditampilkan oleh gambar 4.10.



Gambar 4.10 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz)  
Sampel dengan kode s20-Bi0.20

Kurva serapan gelombang elektromagnetik (rentang frekuensi 9-15 GHz) yang ditunjukkan oleh gambar 4.10 memperlihatkan 2 kawah yang curam dengan



rentang kawah pertama dari 9-11 GHz dan rentang kawah kedua dari 11-13 GHz. Hasil dari pengukuran ini kemudian diolah untuk mendapatkan nilai dari intensitas yang dipantulkan dan intensitas yang diserap dan yang ditransmisikan(dalam%). Hasil dari pengolahan tersebut ditampilkan oleh tabel-4.8.

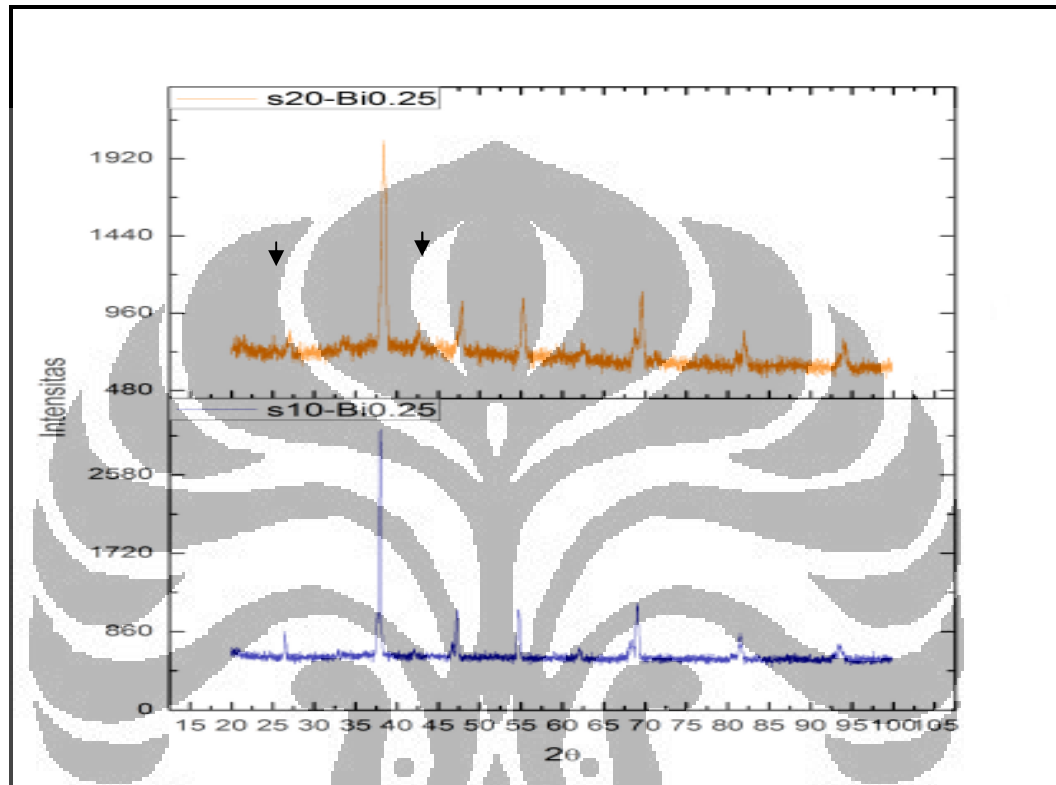
Tabel 4.8 Hasil dari Nilai *reflection loss* dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.20.

| sampel | frekuensi | RL(dB) | Intensitas Refleksi (%) | Intensitas serapan dan transmisi (%) |
|--------|-----------|--------|-------------------------|--------------------------------------|
| s20-   | 10.06     | -2.013 | 79.314                  | 20.686                               |
| Bi0.20 | 12.37     | -3.250 | 68.786                  | 31.214                               |

Hasil dari tabel 4.8 jika dibandingkan dengan tabel 4.4 dan tabel 4.6 menunjukkan nilai dari *reflection loss* yang paling kecil dan memiliki daya serap bahan yang lebih rendah pula. Hasil ini belum bisa menyatakan bahwa semakin banyak substitusi bahan Bismuth (Bi), maka akan didapatkan hasil dari nilai *reflection loss* dan daya serap yang semakin turun. Hasil yang didapatkan ini harus dibandingkan dengan dua substitusi terakhir yaitu sampel s20-Bi0.25 dan s20-Bi0.35.

#### 4.5 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.75}\text{Bi}_{0.25}\text{MnO}_3$

Perbandingan pola difraksi bahan s10-Bi0.25 dan s20-Bi0.25 ditunjukkan oleh gambar 4.11.



Gambar 4.11 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.25 dan s20-Bi0.25

Hasil dari pola difraksi yang ditunjukkan oleh gambar 4.11, dengan melihat sampel s20-Bi0.25 dapat dilihat terdapat puncak intensitas yang sangat kecil yang ditandai oleh tanda panah. Penulis melihat puncak intensitas yang sangat kecil itu merupakan *noise* yang terjadi pada saat pengukuran berlangsung dan bukan berasal dari impuritas. Dengan melihat gambar 4.11, penulis dapat menyatakan bahwa sampel yang ditampilkan pada gambar 4.11 telah homogen.

Setelah mengukur pola difraksi yang terdapat pada gambar 4.11, hasil dari pola difraksi tersebut kemudian diolah dengan menggunakan program GSAS (*General Structure Analysis System*) untuk mendapatkan hasil dari nilai parameter kisi untuk menentukan sistem kristal yang terbentuk pada sampel s10-Bi0.25 dan

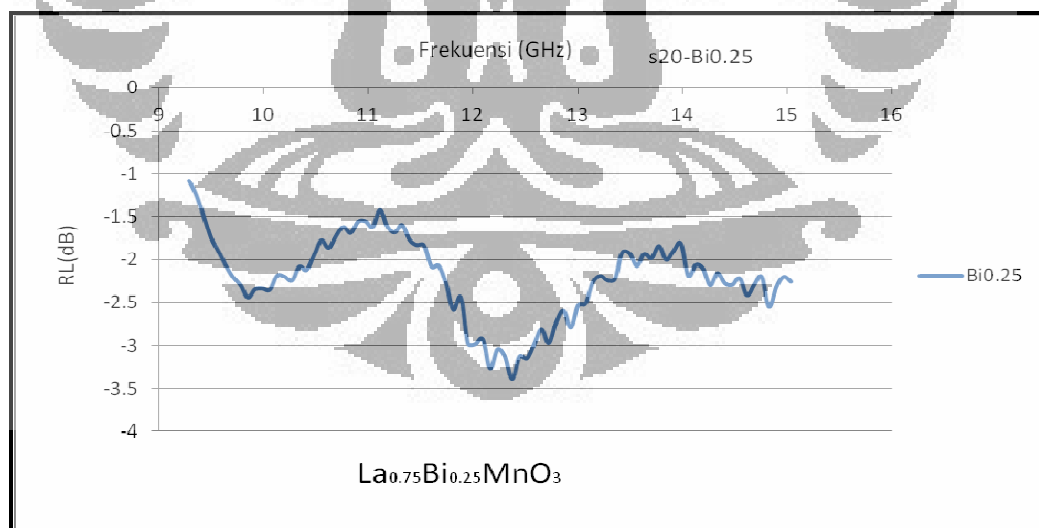
s20-Bi0.25. Hasil dari pengolahan yang berupa nilai parameter kisi ditampilkan melalui tabel 4.9.

Tabel 4.9 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.25 dan s20-Bi0.25 (sudut  $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ )

|   | s10-Bi0.25 | s20-Bi0.25 |
|---|------------|------------|
| a | 7.693Å     | 7.728Å     |
| b | 5.482 Å    | 5.395Å     |
| c | 5.524Å     | 5.402Å     |

Dengan melihat nilai dari parameter kisi yang ada pada tabel 4.9, maka dapat dinyatakan bahwa sistem kristal yang ada pada material ini adalah ortorombik dengan struktur kristal *perovskite*.

Setelah melihat hasil dari sistem kristal yang terdapat pada sampel ini, kemudian penulis melakukan pengujian terhadap serapan gelombang elektromagnetik (rentang frekuensi 9-15 GHz) dengan menggunakan sampel s20-Bi0.25. Hasil dari pengujian tersebut ditampilkan oleh gambar 4.12.



Gambar 4.12 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz)  
Sampel dengan kode s20-Bi0.25

Ternyata pada pengukuran sampel s20-Bi0.25 ditemukan pola yang sama dengan 3 sampel sebelumnya, ditemukan terdapat dua kawah untuk hasil dari pengukuran serapan gelombang elektromagnetik pada sampel s20-Bi0.25 yang mana rentang kawah pertama dimulai dari frekuensi 9-11 GHz dan rentang kawah kedua dari 11-13 GHz. Hasil dari pengukuran ini kemudian diolah untuk mendapatkan nilai intensitas gelombang yang direfleksikan dan yang diserap dan ditransmisikan. Hasil dari pengolahan tersebut ditampilkan oleh tabel-4.10.

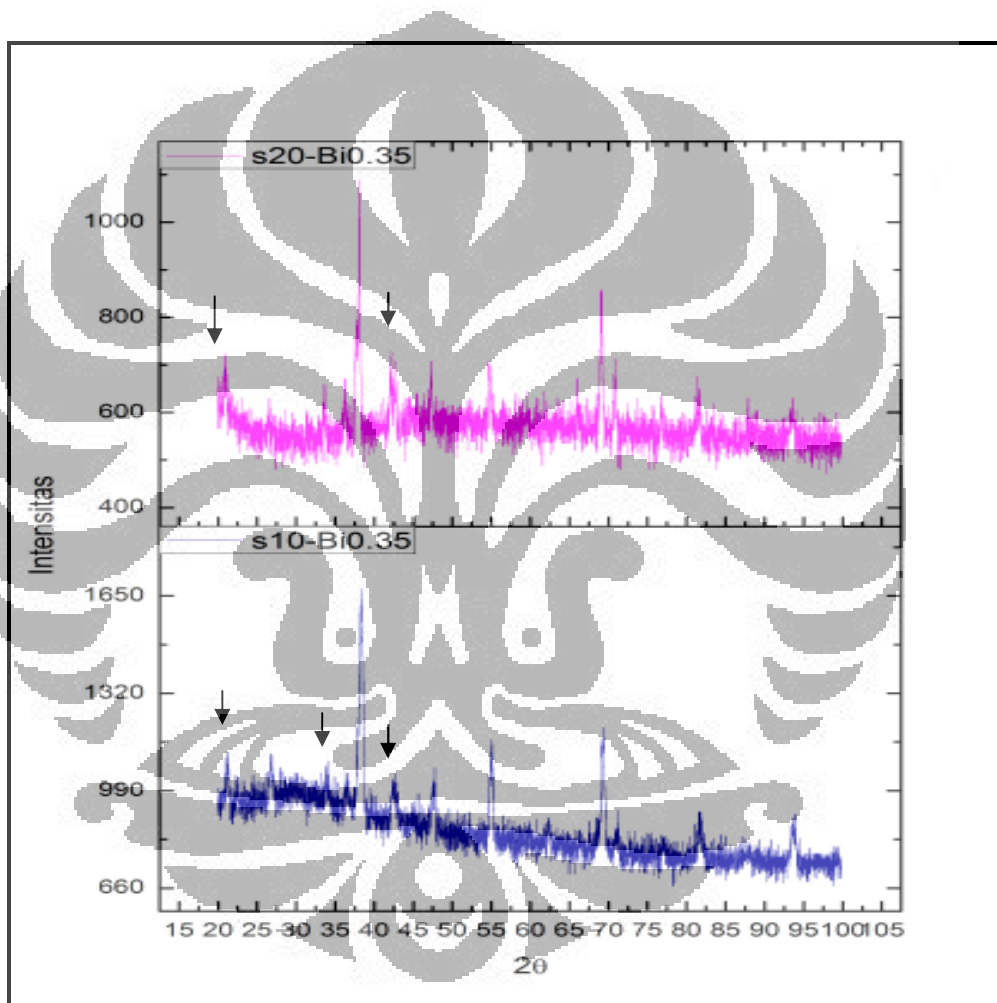
Tabel 4.10 Hasil dari Nilai *reflection loss* dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.25.

| sampel     | frekuensi | RL(dB) | Intensitas Refleksi(%) | Intensitas serapan dan transmisi(%) |
|------------|-----------|--------|------------------------|-------------------------------------|
| s20-Bi0.25 | 9.85      | -2.439 | 75.518                 | 24.482                              |
|            | 12.37     | -3.392 | 67.671                 | 32.329                              |

Hasil dari pengukuran *reflection loss* sampel s20-Bi0.25 yang ditunjukkan pada tabel 4.10 memperlihatkan kenaikan yang sangat tipis untuk nilai dari intensitas serapan+transmisi jika dibandingkan dengan sampel s20-Bi0.20 dan s20-Bi0.15. Kenaikan dari nilai intensitas serapan dan transmisi ini mungkin disebabkan oleh keunikan karakteristik sampel ini terhadap serapan gelombang yang dimilikinya, keunikan pada substitusi Bismuth (Bi) juga diperlihatkan melalui penjelasan yang ada pada bab 2 mengenai penelitian sebelumnya terhadap bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  ( Y.D.Zhao, 2004 dan T.Ogawa, 2005). Untuk lebih yakin dengan argumen diatas, penulis harus membandingkannya dengan sampel s20-Bi0.35.

#### 4.6 Karakterisasi Pola Difraksi dan Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz) pada Bahan $\text{La}_{0.65}\text{Bi}_{0.35}\text{MnO}_3$

Pengukuran pola difraksi yang terdapat pada sampel s10-Bi0.35 dan s20-Bi0.35 ditampilkan oleh gambar 4.13.



Gambar 4.13 Perbandingan Pola Difraksi Sampel s10-Bi0.35 dan s20-Bi0.35

Hasil dari pola difraksi pada gambar 4.13 menunjukkan beberapa puncak intensitas yang agak berbeda dibandingkan dengan sampel yang lainnya, perbedaan puncak intensitas tersebut ditandai dengan tanda panah. Penulis menduga puncak intensitas yang berbeda yang dihasilkan pada sampel s10-Bi0.05

dan s20-Bi0.05 merupakan *noise* yang berasal dari *error* pada saat melakukan pengukuran. Jika melihat pola difraksi yang terbentuk dari sampel ini dan mencocokkannya dengan sampel pada pembahasan sebelumnya, pola yang dihasilkan pun terlihat sama, sehingga penulis mengasumsikan bahwa sampel ini telah layak untuk diukur karakteristik terhadap serapan gelombang elektromagnetik (rentang frekuensi 9-15 GHz) yang terdapat pada sampel ini.

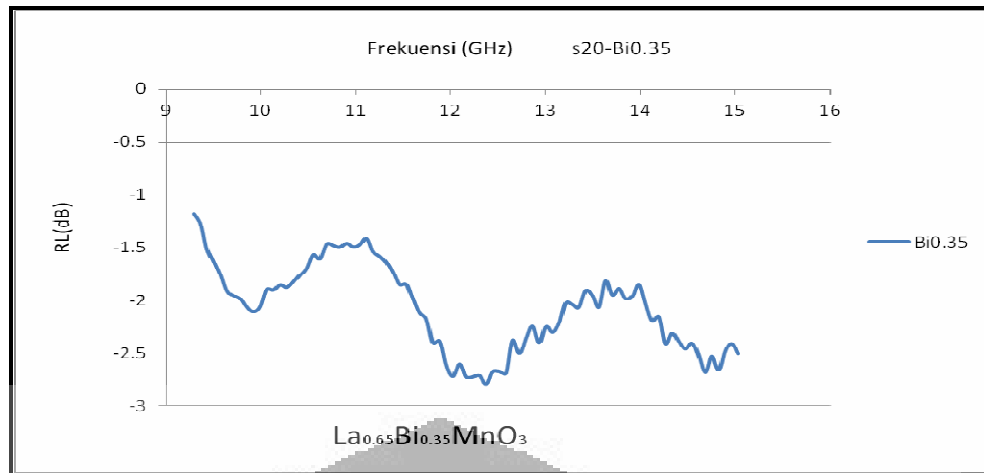
Hasil dari pola difraksi sampel s10-Bi0.35 dan s20-Bi0.35 diolah menggunakan GSAS (*General Structure Analysis System*) untuk mengetahui hasil dari nilai parameter kisi dan menentukan sistem kristal yang terbentuk pada sampel ini. Hasil dari pengolahan menggunakan program GSAS (*General Structure Analysis System*) ditampilkan oleh tabel 4.11.

Tabel 4.11 Parameter Kisi Sampel dengan Kode s10-Bi0.35 dan s20-Bi0.35  
(sudut  $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ )

|   | s10-Bi0.35 | s20-Bi0.35 |
|---|------------|------------|
| a | 7.753Å     | 7.805Å     |
| b | 5.424Å     | 5.483Å     |
| c | 5.495Å     | 5.495Å     |

Dengan melihat data yang ditampilkan pada tabel 4.11, dapat dinyatakan bahwa sampel s10-Bi0.35 dan s10-0.35 memiliki sistem kristal ortorombik dengan struktur kristal *perovskite*.

Karakterisasi yang dilakukan selanjutnya adalah karakterisasi terhadap serapan gelombang elektromagnetik pada sampel s20-Bi0.35 yang hasil dari pengukuran tersebut ditunjukkan oleh gambar 4.14.



Gambar 4.14 Kurva Serapan Gelombang Elektromagnetik (9-15 GHz)  
Sampel dengan kode s20-Bi0.35

Pengukuran ini kemudian diolah secara kuantitatif untuk mendapatkan nilai dari intensitas gelombang yang dipantulkan dan intensitas gelombang yang diserap dan ditransmisikan. Hasil dari perhitungan tersebut ditampilkan oleh tabel 4.12.

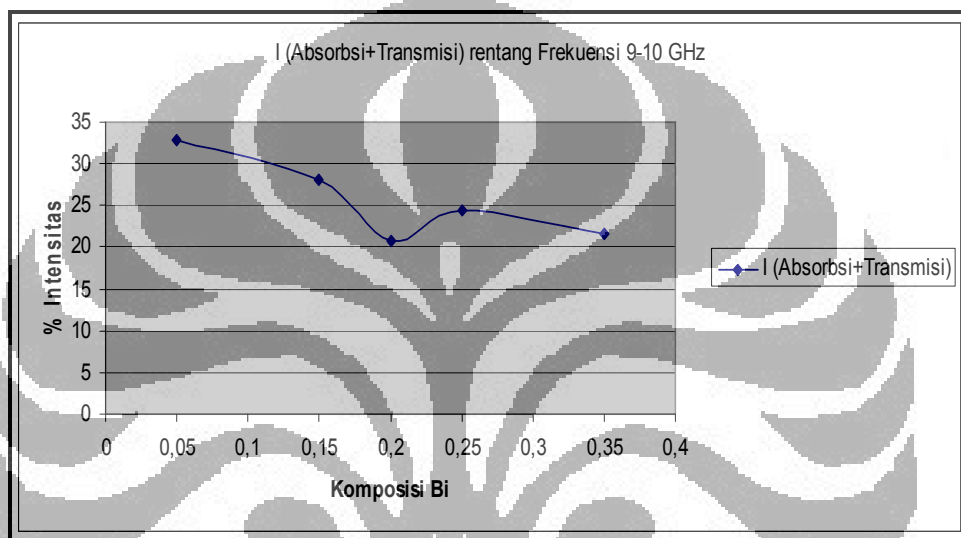
Tabel 4.12 Hasil dari Nilai *reflection loss* dan Intensitas Refleksi, Serapan dan Transmisi s20-Bi0.35.

| sampel | frekuensi | RL (dB) | Intensitas Refleksi (%) | Intensitas serapan dan transmisi (%) |
|--------|-----------|---------|-------------------------|--------------------------------------|
| s20-   | 9.92      | -2.105  | 78.478                  | 21.522                               |
| Bi0.35 | 12.37     | -2.8    | 72.444                  | 27.556                               |

Hasil yang ditunjukkan oleh tabel 4.12 memperlihatkan nilai minimum dari intensitas serapan dan transmisi yang dilakukan pada tugas akhir ini terdapat pada sampel s20-Bi0.35. Dengan melihat pola dari hasil intensitas serapan yang ada, ternyata dapat dilihat bahwa semakin banyak substitusi Bismuth (Bi) pola yang ditunjukkan dari serapan material ini menurun.

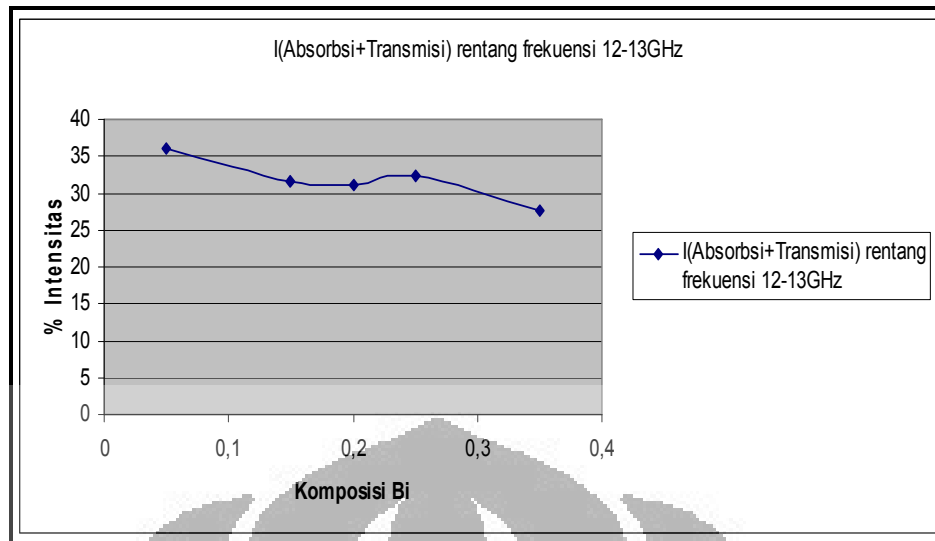
#### 4.7 Perbandingan Kurva Komposisi Terhadap Nilai Intensitas Serapan dan Transmisi

Dengan melihat hasil dari kurva *reflection loss* yang dimiliki oleh masing-masing sampel, penulis kemudian membuat kurva yang menunjukkan pola dari hasil olahan *reflection loss* yang berupa nilai dari intensitas serapan gelombang terhadap variasi nilai  $x$  dari sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ . Kurva tersebut ditunjukkan oleh gambar 4.15 dan 4.16.



Gambar 4.15 Kurva Komposisi terhadap Nilai Intensitas (serapan dan transmisi dalam %) dengan Rentang Frekuensi 9-10 GHz.





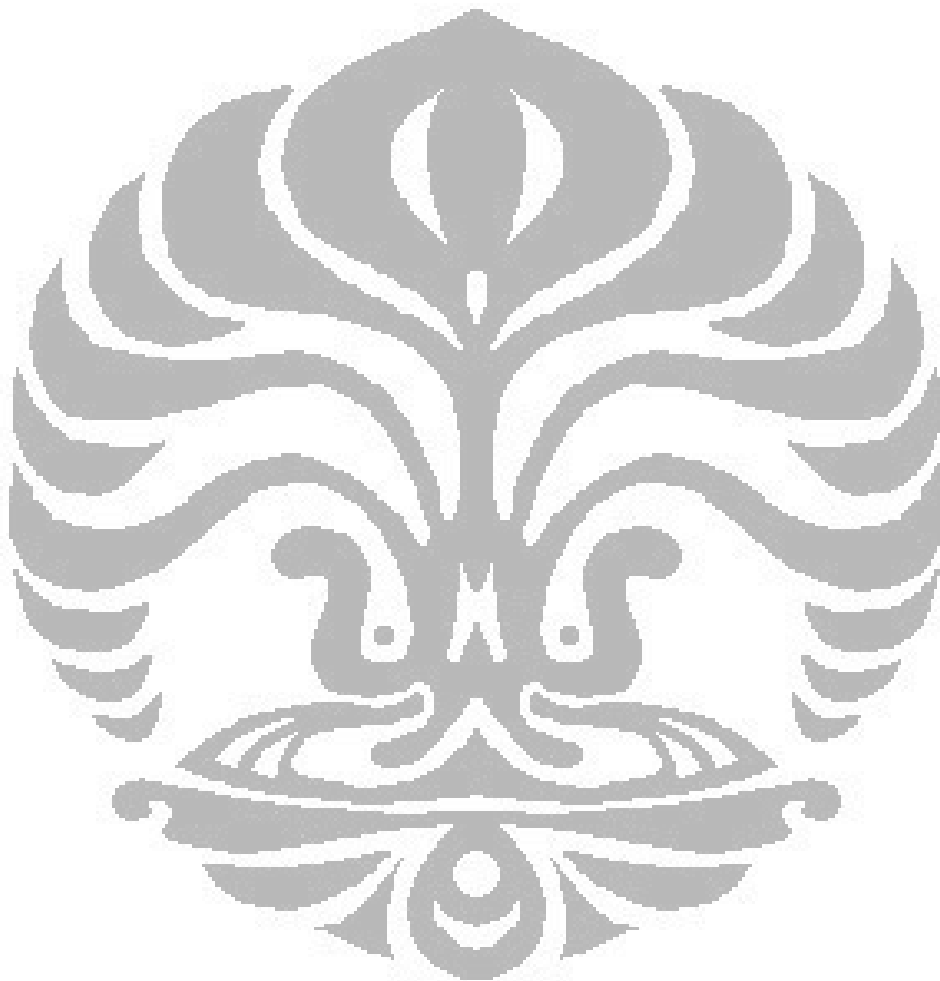
Gambar 4.16 Kurva Komposisi terhadap Nilai Intensitas (serapan dan transmisi dalam %) dengan Rentang Frekuensi 12-13 GHz.

Hasil yang ditampilkan oleh gambar 4.15 dengan rentang frekuensi 9-10 GHz menunjukkan pola yang menyatakan bahwa dengan adanya penambahan bahan Bismuth (Bi) kepada sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  menghasilkan intensitas serapan dan transmisi yang semakin menurun.

Hasil yang ditunjukkan oleh gambar 4.16 dengan rentang frekuensi 12-13 GHz juga menunjukkan pola yang sama seperti pada gambar 4.15, yang mana nilai dengan adanya penambahan komposisi bismuth kedalam bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  juga membuat nilai dari intensitas serapan dan transmisi bahan menurun. Adapun perbedaan yang ditunjukkan oleh gambar 4.15 yang mana pada sampel s20-Bi0.20 memiliki nilai paling minimum intensitas gelombang yang terserap ini mungkin disebabkan pada rentang frekuensi tersebut karakteristik frekuensi pada bahan ini memiliki karakteristik frekuensi yang kurang baik terhadap frekuensi yang diberikan sehingga nilai dari serapannya menjadi yang paling kecil. Dari hasil pembuatan sampel ini, didapatkan bahwa bahan ini memiliki nilai *reflection loss* paling baik untuk serapan pada bahan dengan pendopongan 0.05 bahan Bismuth(Bi) sebesar -3.881dB.

Pada dasarnya masih banyak hal yang bisa ditinjau untuk mengetahui sifat-sifat yang mempengaruhi karakteristik dari sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ , seperti sifat permealitas dan permitivitas, mencari tau sifat magnetik yang dimiliki bahan ini

untuk melihat pengaruh dari *domain wall* terhadap kecocokan frekuensi serapan yang ada pada sebuah material, akan tetapi penulis belum bisa melakukan perhitungan dan pengujian yang telah disebutkan diatas sehingga penulis melihatnya hanya dari aspek pola yang didapatkan dari *reflection loss* material ini terhadap variasi Bismuth (Bi) yang diberikan.



## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Telah terbentuk fasa  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  untuk variasi nilai Bismuth (Bi) sebesar 0.05, 0.15, 0.20, 0.25 dan 0.35
2. Sistem kristal yang terdapat pada bahan ini adalah ortorombik dengan struktur kristal berupa perovskite dari rentang substitusi Bismuth (Bi) sebesar 0.05, 0.15, 0.20, 0.25 dan 0.35 yang hasil ini mengacu kepada jurnal Takeshi Ogawa(2005).
3. Nilai serapan gelombang elektromagnetik paling baik ditunjukkan pada pendopongan Bismuth (Bi) sebesar 0.05 dengan nilai *reflection loss* sebesar -3.881dB dengan memiliki intensitas total serapan dan transmisi sebesar 36.064% dan didapatkan tingkat serapan yang semakin kurang baik dengan adanya penambahan Bismuth (Bi) pada sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ .

### 5.2 Saran

1. Melakukan variasi lain dengan cara menambahkan doping kepada bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ .
2. Melakukan pengujian *reflection loss* untuk rentang frekuensi dibawah 9 GHz.
3. Mengkaji ulang pengaruh yang menyebabkan daya serap yang terdapat bahan ini kurang baik, sehingga bisa meningkatkan kemampuan yang terdapat pada bahan  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$  dalam menyerap gelombang pada frekuensi yang cukup tinggi.
4. Mencoba mencari nilai dari permitivitas dan permeabilitas yang terdapat pada bahan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajay Singh. 2002. "Effect of Substrate Temperature on Electrical and Magnetic Properties of Epitaxial  $\text{La}_{1-x}\text{Pb}_x\text{MnO}_3$  Films". *Pramana – Journal of Physics*, Volume 58, Nos 5 & 6, 1065-1066.
- Callister, William D. 1940. *Material Science and Engineering An Introduction 7<sup>th</sup> ed.* Amerika: John Willey & Sons.
- Chaniago, M. Doris. 2007. *Pengaruh Ukuran Grain Terhadap Spectroscopy Impedansi Barium Titanate  $\text{BaTiO}_3$* . Skripsi. Depok: FMIPA UI.
- Cheng, Y. L dan J. M. Dai. 2012. "Electromagnetic and Microwave Absorption Properties of Carbonyl Iron/ $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ ". *Composites Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 322, 97-101.
- Cullity, B. D., dan S. R. Stock. 2001. *Elements of X-Ray Diffraction 3<sup>rd</sup> ed.* Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- De Campos, Marcos F. 2006. "Uncertainty Estimation of Lattice Parameters Measured by X-Ray Diffraction." *Imeko World Congress* 18, 1--2
- Hikam, M. 2007. *Kristalografi dan Teknik Difraksi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Norby, P. 1995. "The Crystal Structure of Lanthanum Manganate (III),  $\text{LaMnO}_3$ , at Room Temperature and at 1273 K under  $\text{N}_2$ ". *Journal of Solid State Chemistry* 119, 191-196.
- Salamon, Myron B. 2001. "Physics of Manganites : Structure and Transport". *Reviews of Modern Physics* 73, 583-588.
- Suryanarayana, C., dan M. G. Norton. 1998. *X-Ray Diffraction A Practical Approach*. New York: Plenum Press.
- Takashi Ogawa. 2005. "Electrical And Magnetic Properties of  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ ". *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 290-291, 933-936.
- Trevor S. Bird. 2009. "Definition and Misuse of Return Loss". *To appear IEEE Antennas & Propagation Magazine*, 1-4.
- Zhao, Y. D. 2004. "Structure, magnetic and transport properties of  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ ". *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 280, 404-441.

Zhou, X. Z. 1997. "Evidence for an Enhanced Magnetoresistance Accompanying a Continuous Phase Transition in Semiconducting  $\text{La}_{0.67}\text{Mg}_{0.33}\text{MnO}_3$ ". *Physical Review B* Vol. 56 No. 20, 56.

### Referensi Internet

"Perovskite." Style Sheet. <http://en.wikipedia.org/wiki/Perovskite> (Diakses pada 4 April 2012 pukul 22.36)

"Return Loss." Style Sheet. [http://en.wikipedia.org/wiki/Return\\_loss](http://en.wikipedia.org/wiki/Return_loss) (Diakses pada 30 Maret 2012 pukul 22.30)

Levy, Mark R. "Crystal Structure and Defect Property Predictions in Ceramic Materias". Style Sheet. <http://abulafia.mt.ic.ac.uk/publications/theses/levy>. (Diakses pada 4 April 2012 pada pukul 22.39)

Morien, C. "Optimizing Growth Condition for  $\text{BiMnO}_3$ ." Style Sheet. <http://www.phys.ufl.edu/REU/2008/reports/morien.pdf> (Diakses pada 17 Mei 2012 pukul 12.07)

### Referensi Modul

Capstone Engineering. "Precise Lattice Parameter Determination". *Analytical Methods for Materials*, Laboratory Module #3.

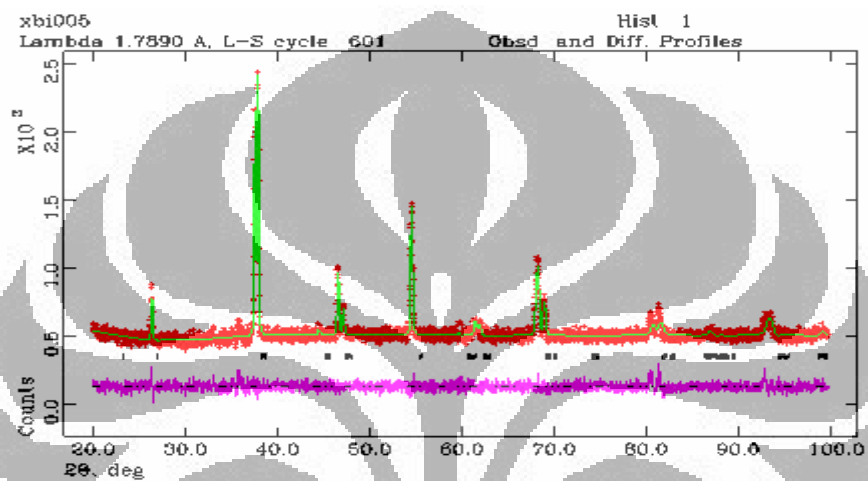
## LAMPIRAN

Hasil Gsas sampel  $\text{La}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$ 

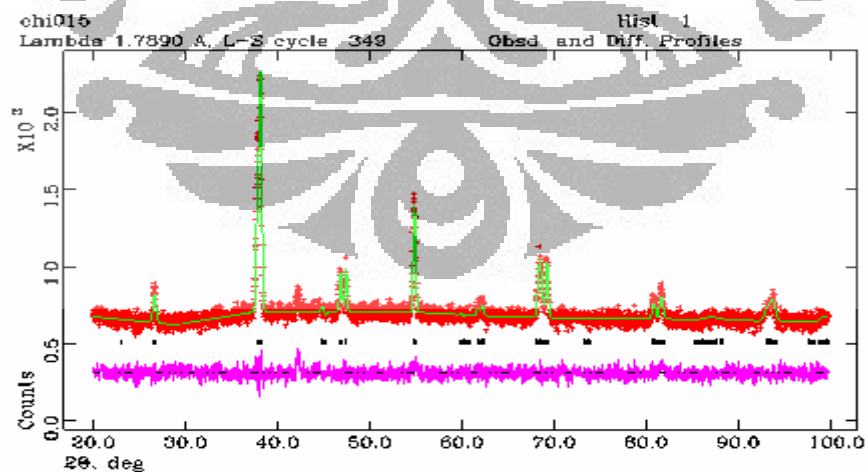
Pemanasan selama 10 jam

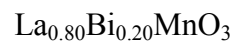
 $\text{La}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{MnO}_3$ 

|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.317 |
|------------|-------|

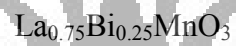
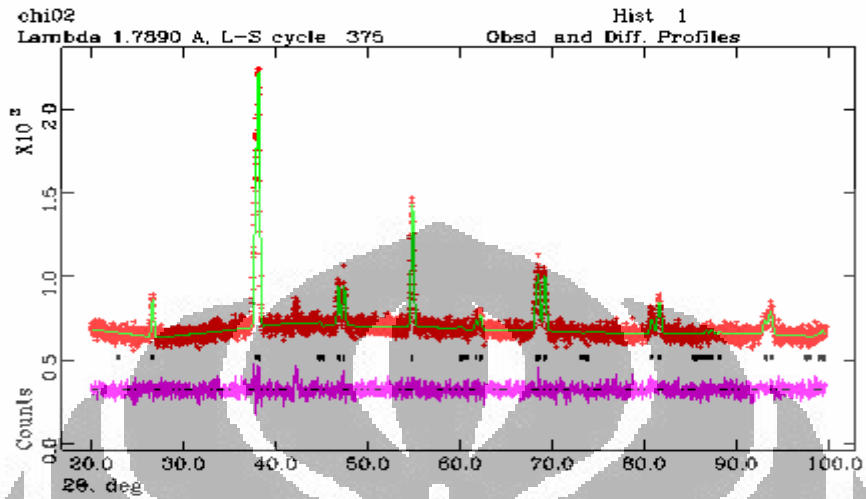
 $\text{La}_{0.85}\text{Bi}_{0.15}\text{MnO}_3$ 

|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.241 |
|------------|-------|

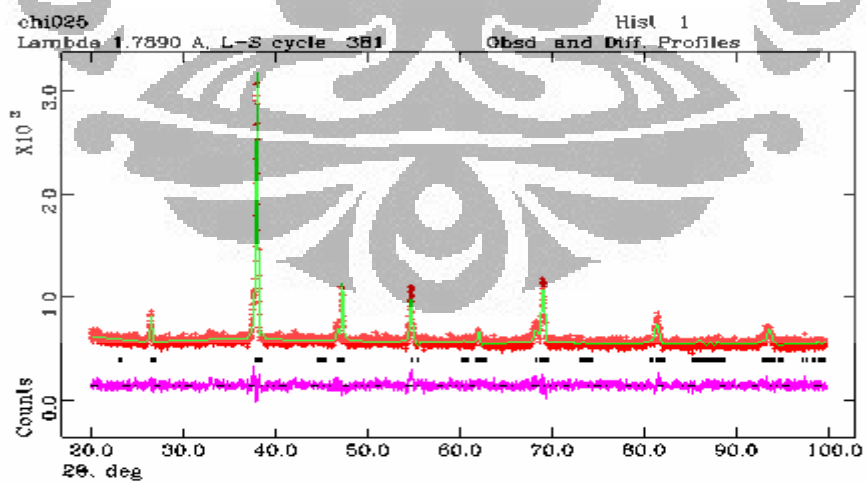


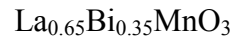


|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.190 |
|------------|-------|

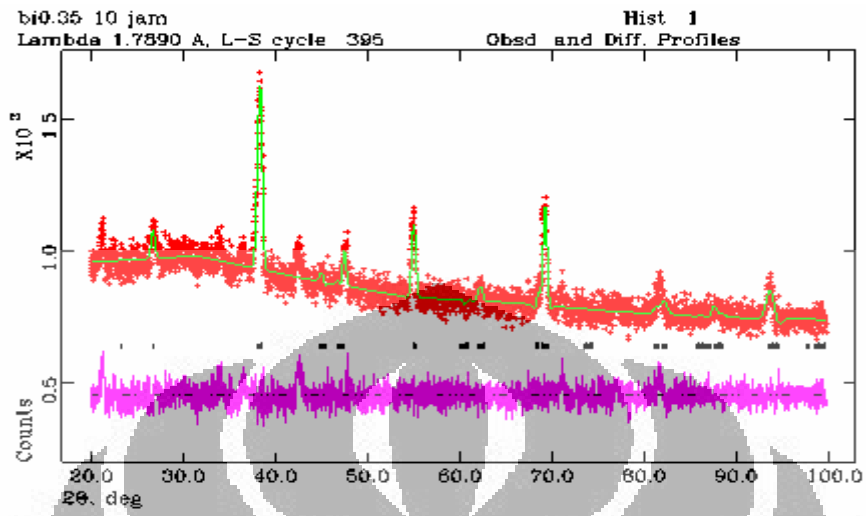


|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.365 |
|------------|-------|





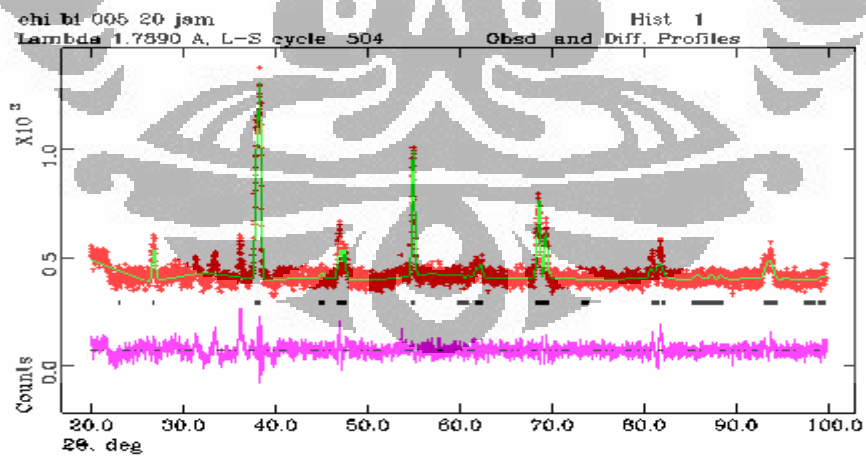
|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.359 |
|------------|-------|



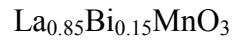
Pemanasan selama 20 jam



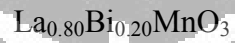
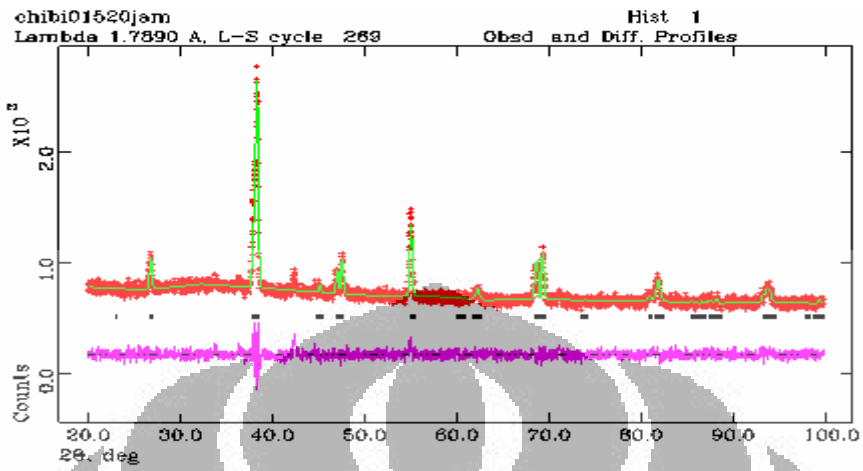
|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.776 |
|------------|-------|



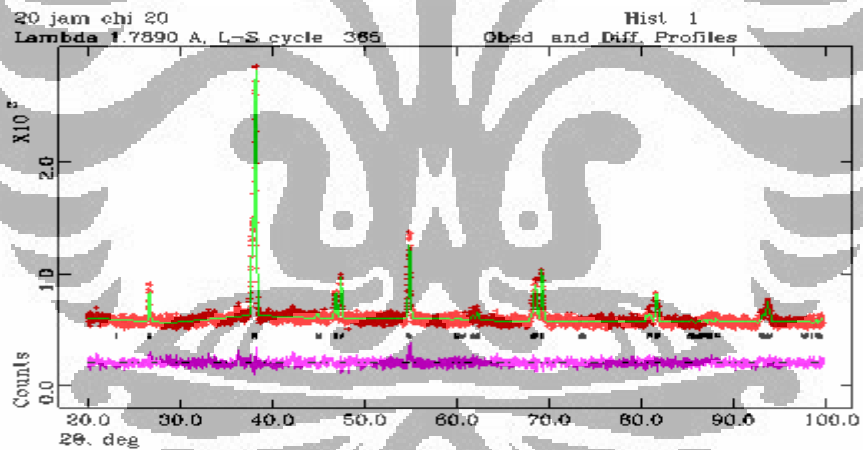


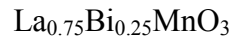


|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.376 |
|------------|-------|

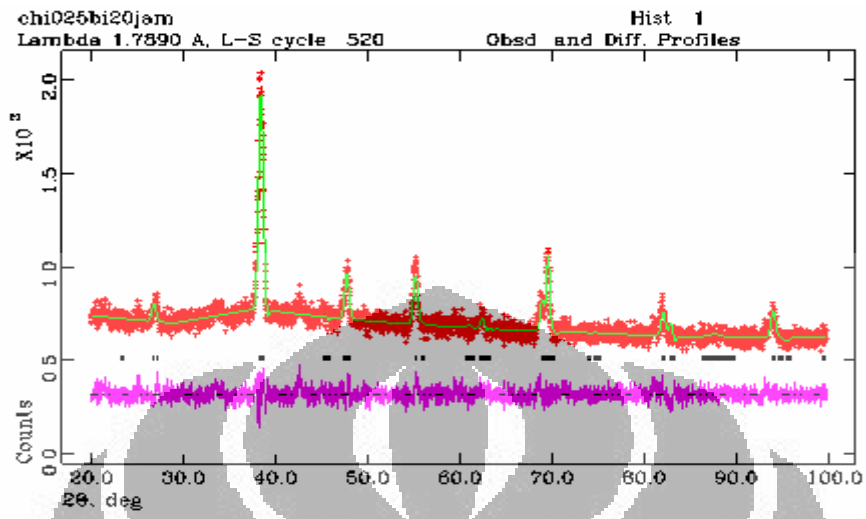


|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.187 |
|------------|-------|





|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.341 |
|------------|-------|



|            |       |
|------------|-------|
| Chi square | 1.280 |
|------------|-------|

