

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI MATERIAL $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ DENGAN MENGGUNAKAN DIFRAKSI SINAR-X

Nurmairanti*, Rahmi Dewi, Mbantun Ginting

Mahasiswa Program S1 Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*Nurmairanti@yahoo.com

ABSTRACT

This study is to determine the crystal structure of $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ with X-ray diffraction. The process of making the material $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ is mixing the powder material Barium Carbonate ($BaCO_3$), Strontium Carbonate ($SrCO_3$) and Titanium Dioxide (TiO_2) which uses solid state reaction method with a ratio 0.9: 0.1: 1. Furthermore, the compounds are mixed and crushed using a mortar after it is heated at $400^{\circ}C$ for 15 minutes and made the pellets by using Hydraulic Press. Pellets that have been made is heated for 1 hour with 600 , 700 and $800^{\circ}C$ and characterized using X-ray diffraction. The result is in the form of 2θ angle as a function of intensity. The highest peak of the three samples contained the hkl plane (1 1 0) at for $2\theta = 31.76^{\circ}$ is 1045 (au) for temperature of $800^{\circ}C$, while the lowest peak contained the hkl plane (2 1 0) is the diffraction angle $2\theta = 51.24^{\circ}$ with 113 intensity (au) at a temperature of $600^{\circ}C$.

Keywords : $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ (BST), annealing temperature, X-ray Diffraction

ABSTRAK

Penelitian ini adalah menentukan struktur kristal dari $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ dengan difraksi Sinar-X. Metode pembuatan material ($Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$) dibuat dengan mencampurkan bahan serbuk Barium Karbonat ($BaCO_3$), Strontium Karbonat ($SrCO_3$) dan Titanium Dioksida (TiO_2) yang menggunakan metode reaksi kimia padatan dengan perbandingan 0.9 : 0.1 : 1. Selanjutnya bahan dicampur dan digerus dengan menggunakan mortar setelah itu dipanaskan pada suhu $400^{\circ}C$ selama 15 menit kemudian dibuat pelet dengan menggunakan *Hydraulik Press*. Pelet yang telah dibuat tadi diannealing selama 1 jam dengan suhu $600^{\circ}C$, $700^{\circ}C$ dan $800^{\circ}C$, setelah itu pelet tersebut dikarakterisasi menggunakan difraksi Sinar-X. Hasilnya adalah dalam bentuk sudut 2θ sebagai fungsi intensitas. Puncak tertinggi dari ketiga sampel terdapat pada bidang hkl (1 1 0) yaitu pada sudut $2\theta = 31.76^{\circ}$ dengan intensitas 1045 (a.u) pada suhu sampel $800^{\circ}C$, sedangkan puncak terendah terdapat pada bidang hkl (2 1 0) yaitu pada sudut difraksi $2\theta = 51.24^{\circ}$ dengan intensitas 113 (a.u) pada suhu sampel $600^{\circ}C$.

Kata kunci : $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ (BST), Suhu Annealing, Difraksi Sinar-X

PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan ilmu Pengetahuan dan Teknologi memberikan kontribusi yang sangat membantu dalam setiap aktivitas manusia baik di bidang industri, pemasaran dan lain sebagainya. Bidang ilmu fisika adalah salah satu ilmu yang sangat berperan dalam bidang sains. Disebabkan banyaknya penemuan – penemuan dalam bidang material, salah satunya adalah material ferroelektrik karena material ini mempunyai sifat yang unik yaitu konstanta dielektrik yang tinggi dan sifat histeresisnya. Sifat piezo-elektrik dapat digunakan sebagai mikroaktuator dan sensor. Sifat polaryzability dapat diterapkan sebagai Non Volatile Ferroelectric Random Access Memory (NVFRAM), sifat pyroelektrik dapat diterapkan pada sensor infra merah dan sifat elektro-optik dapat diterapkan pada switch termal infra merah (Immanuel, 2012).

Pembuatan material BST adalah menggunakan metode reaksi kimia padatan yang mana metode ini merupakan salah satu teknik dalam proses kristalin dari bahan yang berwujud padat. Metode reaksi kimia padatan ini dipilih karena prosesnya yang tidak terlalu sulit dan biaya yang cukup sederhana.

TINJAUAN PUSTAKA

Ferroelektrik adalah termasuk salah satu bahan dielektrik yang memiliki tingkat polarisasi spontan yang kuat. Kelebihan bahan ferroelektrik ini adalah kemampuan mengubah polarisasi internal dengan menggunakan medan listrik yang sesuai dan polarisasi spontan. Salah satu jenis material ferroelektrik yang sering digunakan adalah BST.

Barium Strontium Titanat terbentuk dari tiga unsur yaitu Barium Karbonat (BaCO_3), Strontium karbonat (SrCO_3) dan Titanium

Dioksida (TiO_2). Barium pertama kali diidentifikasi pada tahun 1774 oleh Carl Scheele dan berhasil diekstraksi pada tahun 1808 oleh Sir Humphry Davy di Inggris. Strontium ditemukan oleh Thomas Charles Hope pada tahun 1798, Strontium ini reaktif terhadap air dan oksigen.

Barium Strontium Titanat (BST) adalah bahan untuk aplikasi sirkuit terpadu (IC). BST mempunyai dielektrik ϵ_r yang tinggi, kebocoran arus yang rendah. BST digunakan untuk sel penyimpan muatan dalam DRAM (*Dynamic Random Access Memori*) karena sifat BST yang memiliki konstanta dielektrik tinggi. Bahan BST juga dijadikan sebagai bahan komponen elektronik seperti kapasitor dan dioda. BST dengan jumlah mol Barium dibawah atau sama dengan 0.6 maka akan memiliki struktur kubus dan akan memiliki struktur tetragonal apabila jumlah mol Barium sekitar 0.7-1.0 (Fong, 2005). BST akan bersifat amorf pada suhu pemanasan 100°C , dan akan bersifat semi kristalin pada suhu pemanasan 300°C dan bersifat kristalin pada suhu pemanasan $\geq 500^\circ\text{C}$ (Rofiatun dan Sutrisno, 2013). Pengaplikasian BST yang berlainan memerlukan ciri-ciri yang berlainan. BST juga memiliki titik leleh yang tinggi yaitu sekitar 1625°C sehingga tidak mudah rusak dan dapat dianneling pada suhu yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 500°C hingga 975°C (Dwi, 2008).

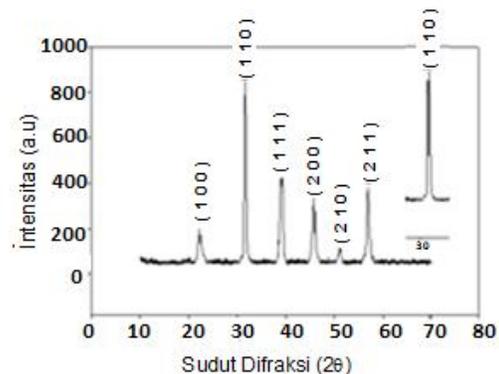
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen murni yang dilakukan dilaboratorium. Langkah awal dari penelitian ini ialah penyediaan bahan sampel BST dengan metode reaksi kimia. Bahan yang digunakan adalah BaCO_3 , SrCO_3 dan TiO_2 semuanya dalam bentuk bubuk.

Bahan yang telah disiapkan harus terlebih dahulu ditimbang dengan menggunakan timbangan digital tujuan dari penimbangan adalah untuk menentukan massa masing - masing bahan sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan, yaitu BaCO_3 sebanyak 2,2230 gr, kemudian SrCO_3 sebanyak 0,177 gr dan TiO_2 sebanyak 1gr. Bahan yang telah melalui proses penimbangan kemudian dicampurkan menjadi satu, dilanjutkan dengan pengerusan bahan selama 20 menit untuk memperoleh bahan yang tercampur rata. Bahan yang telah tercampur rata kemudian dipanaskan didalam *furnace* dengan suhu 400^0 C selama 15 menit. Langkah selanjutnya adalah mencetak bahan $\text{Ba}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{TiO}_3$ tersebut dalam bentuk kepingan bulat seperti lingkaran dengan menggunakan Hydraulik Press. Pelet yang telah jadi selanjutnya diannealing pada suhu 600^0C , 700^0C dan 800^0C selama 1 jam agar menghasilkan struktur kristalin. Struktur kristal dari sampel tersebut dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi menggunakan Difraksi Sinar-X (XRD).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa difraksi sinar-X pada suhu 600^0C , maka di dapatkan pola difraksi dari pelet $\text{Ba}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{TiO}_3$ dimana sudut difraksi adalah (2θ) yaitu antara sudut 10^0 sampai 70^0 dengan jarak interval tiap sudut pencacah 0.004 , dan panjang gelombangnya (λ) = 1.5404 Å. Pola difraksi sinar-X Gambar 1 sebagai berikut:

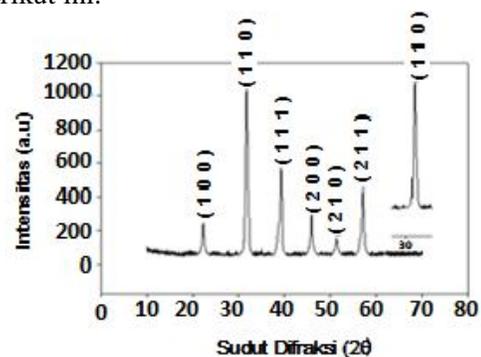


Gambar 1. Pola Difraksi Sinar-X Pada Suhu 600^0C

Tabel 2. Parameter kisi $\text{Ba}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{TiO}_3$ setelah di annealing pada suhu 600^0C

2θ ($^{\circ}$)	hkl	d_{hkl} (Å)	a (Å)	c (Å)	I au
22.24	100	3.9981	3.9981	3.9523	198
31.68	110	2.8212	3.9891	3.9724	848
39.20	111	2.2991	3.9821	3.9823	424
45.84	200	1.9799	3.9598	3.9619	335
51.24	210	1.7745	3.9677	3.9722	113
57.00	211	1.6146	3.9541	3.9666	380

Pelet $\text{Ba}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{TiO}_3$ yang di panaskan selama 1 jam pada suhu 700^0C pola difraksinya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



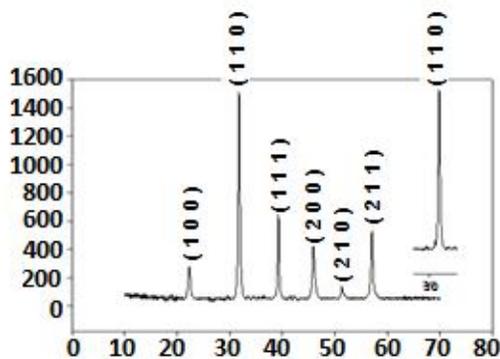
Gambar 2. Pola Difraksi Sinar-X Pada Suhu 700^0C

Terlihat bahwa puncak-puncaknya mirip dengan pola difraksi pada suhu 600°C dan bidang hkl tetap sama, tetapi mempunyai sedikit pergeseran sudut dan intensitasnya lebih tinggi sehingga lebar puncaknya lebih kecil. Tabel 4.2 adalah data parameter kisi Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ setelah di panaskan pada suhu 700°C.

Tabel 3. Parameter kisi Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ setelah di annealing pada suhu 700°C

2θ (°)	hkl	d _{hkl} (Å)	a (Å)	c (Å)	I(a.u)
22.28	100	3.9865	3.9865	3.9825	244
31.72	110	2.8191	3.9862	3.9774	1045
39.24	111	2.2943	3.9737	3.9741	573
45.88	200	1.9763	3.9526	3.9865	302
51.28	210	1.7799	3.9798	3.9683	152
57.04	211	1.6131	3.9504	3.9552	456

Pelet Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ yang di panaskan selama 1 jam pada suhu 800°C pola difraksinya dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Pola Difraksi Sinar-X Pada Suhu 800°C

Pola difraksi Pelet Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ yang diannealing pada waktu yang sama tetapi dengan suhu 800°C. Suhu ini paling tinggi diantara tiga suhu yang dilakukan pada percobaan ini. Terlihat bahwa puncak-puncaknya juga mirip dengan pola difraksi pada suhu 700°C, dan bidang hkl juga sama,

tetapi terjadi sedikit pergeseran sudut difraksi, besarnya pergeseran sudut difraksi untuk setiap kenaikan suhu yaitu sekitar 0.004. Tinggi puncak yang terbentuk lebih tinggi dari pada suhu 700°C dan lebar puncaknya lebih kecil.

Pola difraksi pada suhu 800°C mempunyai puncak-puncak yang lebih tinggi dibandingkan pada suhu 600°C dan 700°C. Puncak-puncak yang terbentuk menunjukkan bahwa pelet Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ mempunyai partikel penyusun yang teratur dan periodik sehingga dikatakan pelet Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ memiliki struktur kristalin

Tabel 4 Parameter kisi Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ setelah di annealing pada suhu 800°C

2θ (°)	hkl	d _{hkl} (Å)	a (Å)	c (Å)	I (a.u)
22.32	100	3.9803	3.9803	3.9968	244
31.76	110	2.8150	3.9804	3.9890	1045
39.28	111	2.2915	3.9688	3.9693	573
45.92	200	1.9748	3.9496	3.9799	302
51.32	210	1.7787	3.9771	3.9996	152
57.08	211	1.6123	3.9485	3.9533	456

Tiga data hasil difraksi sinar-X kemudian dicocokkan dengan yang dilakukan oleh Sabah dkk. Puncak tertinggi yaitu pada bidang 110 dengan sudut difraksi 2θ = 31.60° yaitu pada suhu 800°C. Jarak atom a = 3.91Å (dimana a = b) dan para meter kisi c = 3.988Å diketahui bahwa material Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ mempunyai struktur kristal tetragonal (Sabah. dkk, 2010).

Pola difraksi pelet Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ pada Gambar 1, 2 dan 3 dapat kita lihat bahwa proses pemanasan pada suhu yang berbeda dapat memengaruhi intensitas difraksi sinar-X. Semakin tinggi suhu pemanasan maka akan mengakibatkan puncak intensitas semakin tinggi untuk setiap bidang hkl sehingga lebar intensitas puncak semakin mengecil. Dengan demikian dapat diketahui bahwa pelet Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO₃ pada suhu pemanasan 800°C lebih kristalin dari pada suhu 600°C dan 700°C.

Hasil XRD pada bidang (110) terjadi difraksi yang maksimum mengakibatkan puncak intensitas pada bidang tersebut paling tinggi. Hal ini disebabkan oleh banyaknya bidang pendifraksi pada bidang (110) yang memiliki parameter kisi sama dengan jarak yang berdekatan dan gelombang-gelombangnya mengalami difraksi tidak terlalu berbeda fasa, dan cenderung konstruktif. Intensitas difraksi terendah terjadi pada bidang (210) yang disebabkan difraksi sinar-X yang terjadi berupa interferensi destruktif sehingga gelombang yang dihamburkan akan saling menghilangkan (Faanzir dan Umar, 2013).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan dari hasil penelitian adalah:

1. Tinggi rendahnya suhu pemanasan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya puncak intensitas hasil difraksi sinar-X. Semakin tinggi suhu pemanasan maka semakin tinggi puncak intensitasnya untuk setiap bidang hkl atau intensitas puncaknya semakin tajam.
2. Puncak tertinggi dari ketiga sampel terdapat pada bidang hkl (110) yaitu pada sudut $2\theta = 31.76^\circ$ dan suhu sampel 800°C , sedangkan puncak terendah terdapat pada bidang hkl (210) yaitu pada sudut difraksi $2\theta = 51.24^\circ$ pada suhu sampel 600°C .
3. Jarak rata-rata konstanta kisi $a = b$ secara berurutan pada suhu 600°C , 700°C , dan 800°C adalah $3,9735 \text{ \AA}$, $3,9738 \text{ \AA}$, $3,9745 \text{ \AA}$ dan konstanta kisi c secara berurutan adalah $3,9680 \text{ \AA}$, $3,9740 \text{ \AA}$, $3,9813 \text{ \AA}$ harga konstanta kisi a , b dan c untuk ketiga suhu hanya mengalami perubahan kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Fong, C.S. 2005. Kajian sifat dielektrik $\text{Ba}_x\text{Sr}_y\text{TiO}_3$ Yang Disediakan Dengan Kaedah Tindak Balas Keadaan Pepejal. Tesis Ijazah Sarjana Muda. Universitas Kebangsaan Malaysia.
- Immanuel, A, 2012. Pembuatan dan karakterisasi film $\text{Ba}_{0,4}\text{Sr}_{0,6}\text{TiO}_3$ dibandingkan dengan film $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$. Skripsi Jurusan Fisika, Institut Pertanian Bogor.
- Rofiatun, R Sutrisno, H, 2013. Preparasi dan Karakterisasi Titanium Dioksida dalam Lingkungan Basa Kuat Natrium Hidroksida. @Jurnal Mahasiswa 2.
- Dwi, N.R 2008. Pengaruh Temperatur dan Waktu Sintering dan Annealing Terhadap Spektroskopi Impendansi $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sabah M. Ali R dan Rawa A. H. 2010. Studying The Dielectric and Structural Properties of $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ (BST) Ferroelectric System Prepared by Using Oxalic Acid Route. Jurnal Eng. & Tech 28:2015-2022.
- Fanzir dan Umar. 2013. Teknologi Proses Produksi Sensor Cahaya untuk Pengembangan Robotik Berbasis Teknologi Lapisan Tipis Bahan Ferroelektrik Barium Stronsium Titanat ($\text{Ba}_{0,55}\text{Sr}_{0,45}\text{TiO}_3$). Jurnal Media Elektro1:97-104.