

# KARAKTERISASI BAHAN FEROELEKTRIK STRONTIUM TITANAT ( $\text{SrTiO}_3$ ) DENGAN MENGGUNAKAN X- RAY DIFFRACTION

Rahmi Dewi<sup>1</sup>, Krisman<sup>1</sup>, Susilawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dosen Jurusan Fisika FMIPA-Universitas Riau

<sup>2</sup> Mahasiswa Program S1 Fisika FMIPA-Universitas Riau

e-mail: [drahmi2002@yahoo.com](mailto:drahmi2002@yahoo.com)

## ABSTRACT

Ferroelectric material Strontium Carbonate ( $\text{SrCO}_3$ ) has been made with the comparison of 1:1 from chemical reaction of Titanium Dioxide ( $\text{TiO}_2$ ). The pellet was anneled with the temperature of  $700^\circ\text{C}$  and then characterized using XRD. The XRD result of  $\text{SrTiO}_3$  after annealing showed some peaks, the positions of the peaks on  $2\theta$  are  $23.32^\circ$ ,  $32.72^\circ$ ,  $40.00^\circ$ ,  $47.07^\circ$ ,  $52.40^\circ$ ,  $57.80^\circ$ . After annealing, the peaks become wider, this mean the samples become crystalline in structure. From the “a” value calculation “a” mean value obtained is  $3,86 \text{ \AA}$ . Once the value of a calculated and a reference value obtained percentage error can be calculated that is 1.15%.

**Keywords:** *SrTiO<sub>3</sub>, Annealing Temperature, X-Ray Diffraction (XRD)*

## PENDAHULUAN

Belakangan ini penelitian bahan material feroelektrik banyak menarik perhatian para ahli fisika, karena material feroelektrik ini menjanjikan perkembangan device generasi baru sehubungan dengan sifat-sifat unik yang dimilikinya. Feroelektrik merupakan bahan dielektrik yang mempunyai polarisasi spontan serta mempunyai

kemampuan mengubah polarisasi internalnya dengan menggunakan medan listrik yang sesuai. Beberapa material feroelektrik yang sering digunakan adalah: Barium Strontium Titanate (BST), Lead Zirconium Titanate (PZT), Barium Titanat ( $\text{BaTiO}_3$ ) dan Strontium Titanat ( $\text{SrTiO}_3$ ). Penggunaan material feroelektrik sangatlah luas, karena sifat-sifat bahan feroelektrik dapat difabrikasi sesuai kebutuhan serta mudah

diintegrasikan dalam bentuk devais. Penerapan material feroelektrik berdasarkan sifat-sifatnya yaitu sifat histeresis dan tetapan dielektrik yang tinggi dapat diaplikasikan pada sel memori. Sedangkan sifat piezo-elektrik dapat digunakan sebagai mikroaktuator dan sensor. Sifat polaryzability dapat diterapkan sebagai *Non Volatile Ferroelectric Random Access Memory* (NVFRAM). Sifat pyroelektrik juga dapat diterapkan pada switch termal infra merah (Syafutra, 2008). Bahan SrTiO<sub>3</sub> merupakan salah satu dari material feroelektrik.

SrTiO<sub>3</sub> juga banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan komponen elektronika, karena SrTiO<sub>3</sub> memiliki sifat isolator yang baik dan tidak mudah teroksidasi. Sifat listrik bahan SrTiO<sub>3</sub> termasuk dalam komponen isolator yang dapat dikembangkan untuk aplikasi sensor dan menunjukkan sifat dielektik yang baik untuk komponen pasif elektronika yaitu seperti kapasitor (Darsikin, dkk, 2005).

Studi bahan SrTiO<sub>3</sub> yang dibuat secara eksperimen dengan unsur reaksi kimia padatan. Penelitian ini merupakan studi terhadap pembuatan pelet bahan SrTiO<sub>3</sub> yang didapat dari pencampuran Strontium Carbonat (SrCO<sub>3</sub>) dan Titanium Oksida (TiO<sub>2</sub>) dengan perbandingan 1 : 1, kemudian dilakukan karakterisasi kekristalan bahan menggunakan X-

Ray Diffraction (XRD). Terdapat berbagai metode yang telah digunakan dalam penyediaan sampel SrTiO<sub>3</sub>, seperti E-gun, MOCVD, ablasi laser, sol gel dan metode reaksi padatan. Sampel disini dibuat dengan metode reaksi kimia keadaan padat untuk oksidasi-oksidasi logam pada suhu tinggi. Metode ini digunakan karena lebih mudah dan murah dari pada metode lainnya.

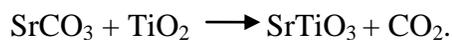
Strontium titanat (SrTiO<sub>3</sub>) merupakan salah satu bahan feroelektrik. Bahan ini merupakan hasil campuran reaksi bahan Strontium Carbonat (SrCO<sub>3</sub>) dan Titanium Oksida (TiO<sub>2</sub>). Strontium titanat (SrTiO<sub>3</sub>) mempunyai bentuk perovskit. Pada suhu kamar, strontium titanat mempunyai bentuk kubus dengan ion Ti<sup>+4</sup> dikelilingi oleh ion O<sup>-2</sup> secara oktahedral dengan ion Sr<sup>+2</sup> berada pada sisi kubus. Strontium titanat mempunyai bentuk tetragonal pada suhu kurang pada 105 °K. Peralihan fasa struktur ini adalah disebabkan pemutaran oksigen oktahedral disekitar salah satu paksi utama kubus. Sudut pemutaran adalah peralihan parameter dan mempunyai nilai maksimum  $\phi = 1.4^\circ$  apabila mendekati suhu mutlak Kelvin. Pemutaran oksigen oktahedral menyebabkan sedikit perubahan pada sel unit.

Pada suhu yang sangat rendah, strontium titanat mempunyai sifat piezoelektrik dan sifat superkonduktor. Strontium titanat juga

mempunyai sifat dielektrik yang tinggi dan kebocoran arus yang rendah (Wilk, 2001). Strontium titanat mempunyai kegunaan yang meluas dalam pembuatan DRAM, bidang mikroelektronik dan teknologi sensor.

## METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , timbangan digital, furnace, hydraulic press, cawan porselin, lumping, cetakan pelet, pinset, spatula, masker, sarung tangan. Sebelum bahan dicampur timbang terlebih dahulu dengan perbandingan 1 : 1, yaitu  $\text{SrCO}_3$  dengan berat 1 gram dan  $\text{TiO}_2$  dengan berat 1 gram juga. Adapun tujuan dari penimbangan ini agar pelet yang telah jadi nantinya memiliki bentuk ukuran yang ideal. Timbangan yang digunakan untuk pengukuran berat serbuk yang akan digunakan untuk pembuatan pelet adalah Timbangan Mettler Toledo. Setelah bahan  $\text{SrCO}_3$  dan  $\text{TiO}_2$  dicampur maka menghasilkan bahan  $\text{SrTiO}_3$  dengan reaksi kimia :



Kemudian dilakukan penghalusan dengan tujuan untuk menghasilkan serbuk yang lebih halus dan rata. Proses ini dilakukan agar diperoleh serbuk halus yang dapat digunakan untuk pembuatan pelet. Setelah didapat serbuk halus kemudian dilakukan pemanasan dengan suhu  $400^\circ\text{C}$  bertujuan agar serbuk-serbuk yang tidak terpakai terpisah dan dinginkan. Pembuatan pelet dilakukan setelah sampel  $\text{SrTiO}_3$  yang digunakan sudah benar-benar halus, sehingga pelet yang dihasilkan padat dan tidak mudah pecah. Setelah  $\text{SrTiO}_3$  benar-benar halus, langkah selanjutnya adalah mencetak menjadi bentuk kepingan lingkaran dengan menggunakan *Hydraulic Press Specac*. Setelah terbentuk pelet bahan  $\text{SrTiO}_3$  kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan difraksi sinar-X dengan tujuan untuk mengetahui: Struktur kristal dari sampel, Parameter kisi dari sampel, dan Orientasi masing-masing puncak dari sampel.

Difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif. Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Bragg, jika suatu sinar yang mempunyai panjang gelombang  $\lambda$  datang

pada suatu sampel yang mempunyai kisi yang berjarak  $d$ , dan sinar tersebut dipantulkan oleh kisi, maka dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

dimana:

$n$  = bilangan bulat atau orde difraksi, ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )

$\lambda$  = panjang gelombang sinar-X (nm)

$d$  = jarak antara dua bidang kisi (nm)

$\theta$  = sudut difraksi

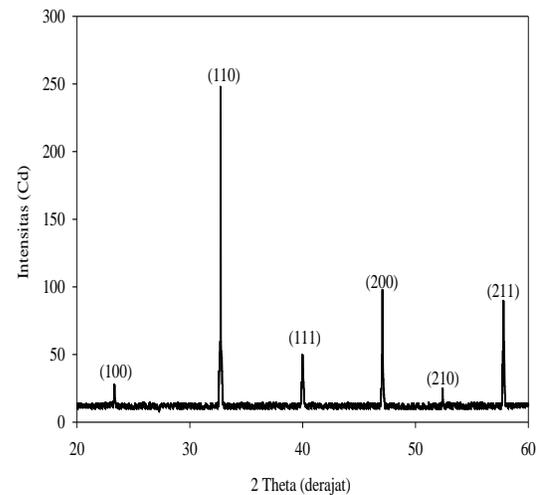
Dengan memisalkan sudut  $\theta$ , maka jarak antara bidang kristal atau atom kubik yaitu  $d_{hkl}$  dapat ditentukan dengan persamaan:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad (2)$$

nilai  $\theta$  diketahui dari alat XRD maka nilai  $d$  dapat dihitung, dari hasil perhitungan nilai  $d$  maka dapat digunakan untuk memperkirakan informasi dari sampel tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa XRD, maka di peroleh pola difraksi dari pelet  $\text{SrTiO}_3$  dengan sudut pencacah ( $2\theta$ ) antara  $20^\circ$  hingga  $60^\circ$  dari interval tiap pencacah  $0.025$ , serta panjang gelombang ( $\lambda$ ) =  $1.5404 \text{ \AA}$ . Dari data yang di peroleh dihasilkan pola XRD sebagai berikut:



Gambar 1 Pola XRD  $\text{SrTiO}_3$  Setelah di Annealing Suhu  $700^\circ\text{C}$  dengan Waktu 1 Jam

Gambar 1 menunjukkan pola Difraksi Sinar-X dari sampel pelet  $\text{SrTiO}_3$  setelah diannealing pada suhu  $700^\circ\text{C}$  dengan waktu 1 jam dan didapat beberapa puncak yang sesuai dengan bidang 100 disudut  $2\theta = 23,32^\circ$ , bidang 110 disudut  $2\theta = 32,72^\circ$ , bidang 111 disudut  $2\theta = 40,00^\circ$ , bidang 200 disudut  $2\theta = 47,07^\circ$ , bidang 210 disudut  $2\theta = 52,40^\circ$ , dan bidang 211 disudut  $2\theta = 57,80^\circ$ . Puncak – puncak yang lebar ini menunjukkan bahwa  $\text{SrTiO}_3$  yang telah di annealing mempunyai struktur kristalin yang berarti memiliki susunan partikel yang beraturan. Setelah di annealing dengan suhu  $700^\circ\text{C}$  struktur sampel  $\text{SrTiO}_3$  berubah menjadi kubik sehingga nilai sisi-sisinya

yaitu  $a=b=c= 3,905\text{\AA}$  (Van, B.K, 2002, Weiss, V. C, et.al, 2012).

Tabel 1 Nilai  $d_{hkl}$  dari Perhitungan

Sudut $\theta$ ( $^{\circ}$ )	Nilai $d_{hkl}$ ( $\text{\AA}$ )
11,66 $^{\circ}$	3,81
16,36 $^{\circ}$	2,73
20,00 $^{\circ}$	2,25
23,53 $^{\circ}$	1,93
26,20 $^{\circ}$	1,74
28,90 $^{\circ}$	1,59

Tabel 1 di atas dapat dijelaskan nilai  $d_{hkl}$  dari masing-masing sudutnya. Pada sudut 11,66 $^{\circ}$  didapat nilai  $d_{hkl}$  sebesar 3,81, sudut 16,36 $^{\circ}$  nilai  $d_{hkl}$  sebesar 2,73, sudut 20,00 $^{\circ}$  nilai  $d_{hkl}$  sebesar 2,25, sudut 23,53 $^{\circ}$   $d_{hkl}$  sebesar 1,93, sudut 26,20 $^{\circ}$   $d_{hkl}$  sebesar 1,74, dan sudut 28,90 $^{\circ}$   $d_{hkl}$  sebesar 1,59.

Tabel 2 Nilai  $d_{hkl}$  dan Nilai a

Nilai $d_{hkl}$ ( $\text{\AA}$ )	Nilai a Perhitungan ( $\text{\AA}$ )
3,81	3,81
2,73	3,85
2,25	3,89
1,93	3,86
1,74	3,89
1,59	3,89

Pada Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa pada  $d_{hkl}$  3,81 diperoleh nilai  $a=3,81$ ,  $d_{hkl}$  2,73 nilai  $a=3,85$ ,  $d_{hkl}$  2,25 nilai  $a=3,89$ ,  $d_{hkl}$  1,93 nilai  $a=3,86$ ,  $d_{hkl}$  1,74 nilai  $a=3,89$ ,  $d_{hkl}$  1,59 nilai  $a=3,89$ . Nilai rata-rata  $a$  perhitungan dari  $\text{SrTiO}_3$  didapat sebesar 3,86 $\text{\AA}$ , sedangkan nilai referensi dari  $\text{SrTiO}_3$  sebesar 3,905 $\text{\AA}$ . Setelah nilai  $a$  perhitungan dan nilai  $a$  referensi diperoleh dapat dihitung persentasi kesalahannya dan didapat kan hasil dari persentasi kesalahannya sebesar 1,15%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan dari hasil perhitungan data dapat diambil kesimpulan bahwa sampel  $\text{SrTiO}_3$  yang sesudah dianelling dengan suhu 700 $^{\circ}\text{C}$  diketahui memiliki beberapa puncak yang lebar ini menunjukkan bahwa  $\text{SrTiO}_3$  yang telah dianelling mempunyai struktur kristalin dan memiliki bidang kubik.  $\text{SrTiO}_3$  yang sesudah dianelling diketahui memiliki beberapa puncak yang sesuai dengan bidang 100 disudut  $2\theta = 23,32^{\circ}$ , bidang 110 disudut  $2\theta = 32,72^{\circ}$ , bidang 111 disudut  $2\theta = 40,00^{\circ}$ , bidang 200 disudut  $2\theta = 47,07^{\circ}$ , bidang 210 disudut  $2\theta = 52,40^{\circ}$ , dan bidang 211 disudut  $2\theta = 57,80^{\circ}$ . Dari hasil perhitungan persentasi kesalahan dari  $\text{SrTiO}_3$  didapat 1,15%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darsikin, Khairurrijal, Sukirno, and M. Barmawi, 2005. Sifat Listrik Film Tipis  $\text{SrTiO}_3$  Untuk Kapasitor MOS. Laboratorium Fisika Material Elektronik, Departemen Fisika, FMIPA ITB Program Fisika, Universitas Tandulako, Palu. *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 10(3): 87-91.
- Syafutra.H.2008. Penguatan fotokonduktivitas Berbasis Berbahan Ferroelektrik  $\text{Ba}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{TiO}_3$  yang Didadah Tantalum Pentoksida (BSTT) diatas Substrat Si (100) Type-p dan Substrat TCO Type-705. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Van, B.K. 2002. Electron Microscopic investigations of the Bonding Behaviour of Metalson  $\text{SrTiO}_3$  Substrates. Max-Planck-Institut fur Metallforschung Stuttgart. Von der Fakultat Chemie der Univesitat Stuttgar zur Erlangung der Wurde eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat).
- Weiss, V. C., Zhang. J., Spies. M., Abdillah. S. L., Zollner. S., W. Cole. M. dan Alpay. S. P. 2012. Bulk-like dielectric proper ties from on pt-coated Si substrates. Material Science and Engineering Program and Institute of Material Science, University of Connecticut, Storrs, Connecticut 06269, USA. *Journal of Applied Physics* 11, 054108.