

## **Pengaruh Suhu *Sintering* Terhadap Sifat Listrik dan Struktur Mikro Barium Titanat ( $\text{BaTiO}_3$ ) Menggunakan Metode *Coprecipitation***

**Ramona Dyah Safitri<sup>1</sup>, Yofentina Iriani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma  
Jalan Imam Bonjol No. 41, Tangerang, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret. Jl. Sutami 36A Surakarta  
Email: <sup>1</sup>ramona.maret@gmail.com

### **Abstrak**

Pembuatan sampel Barium titanat ( $\text{BaTiO}_3$ ) telah dibuat dengan menggunakan metode coprecipitation. Sampel di-sintering pada suhu 800°C dan 900°C dengan waktu tahan 3 jam. Uji struktur mikro dilakukan dengan instrumen X-Ray Diffraction (XRD). Nilai konstanta dielektrik diperoleh melalui pengujian dengan RCL meter. Waktu tahan sintering yang digunakan adalah 3 jam. Berdasarkan analisis perhitungan, parameter kisi  $\text{BaTiO}_3$  dengan suhu sintering 800°C adalah  $a=b= 4,0039$  nm,  $c= 4,0402$  nm dan parameter kisi untuk sintering 900°C adalah  $a=b= 4,0124$  nm,  $c= 4,0532$  nm. Struktur kristal yang didapat adalah tetragonal. Ukuran kristal sampel dengan suhu sintering 800°C dan 900°C adalah 22,6 nm dan 26,2 nm. Pengukuran konstanta dielektrik (K) dilakukan pengukuran pada rentang frekuensi 1kHz hingga 100 kHz. Nilai K sampel dengan suhu sintering 800°C dan 900°C masing-masing sebesar 78 dan 171. Semakin tinggi suhu sintering, konstanta dielektrik yang dihasilkan juga semakin besar sehingga kapasitansi sampel lebih besar.

### **Kata Kunci**

*Barium titanat, Ukuran kristal, Coprecipitation, Parameter kisi, Konstanta dielektrik.*

### **Latar Belakang**

Kebutuhan dunia akan energi menyebabkan penelitian pada bidang fisika material beberapa tahun terakhir ini semakin gencar dilakukan. Dikembangkannya penelitian tentang material-material sebagai bahan alternatif yang mampu menjadi sumber energi atau penyimpan muatan. Salah satunya pemanfaatan bahan-bahan ferroelektrik. Para ilmuwan fisika akhir-akhir ini sedang mengembangkan penelitian tentang material ferroelektrik sebagai bahan dielektrik [1].

Material ferroelektrik memiliki sifat dielektrik dari sifat tersebut dapat difabrikasi sesuai dengan kebutuhan dan sangat mudah diintegrasikan dalam bentuk divais. Aplikasi divais berdasarkan sifat histerisis dan konstanta dielektrik tinggi ada pada sel memori *Dynamic Random Access Memory* (DRAM) dan *Ferroelectric Random Access Memory* (FRAM) [2].

Barium Titanat  $\text{BaTiO}_3$  merupakan salah satu keramik ferroelektrik yang digunakan secara meluas. Dapat digunakan sebagai komponen-komponen elektronika seperti kapasitor dielektrik dan transduser. Material ferroelektrik  $\text{BaTiO}_3$  merupakan material dengan struktur kristal perovskite tetragonal  $\text{ABO}_3$  sangat mudah diaplikasikan karena mempunyai sifat kimia dan sifat mekanik yang sangat stabil dan serta suhu *Currie* ( $T_c$ ) yang mendekati suhu ruang [3].

Barium titanat mempunyai sifat kimia dan sifat mekanik yang lebih stabil.  $\text{BaTiO}_3$  merupakan salah satu tipe  $\text{ABO}_3$  ( $A = \text{mono}$  atau  $\text{divalen}$  dan  $B = \text{ion tri-heksavalen}$ ) material keramik yang dibutuhkan untuk aplikasi ferroelektrik. [4].

Metode *coprecipitation* merupakan metode yang digunakan untuk fabrikasi material dengan cara mencampurkan dua atau lebih material padat dan cair yang berbeda. Metode ini melibatkan pengadukan secara konstan agar larutannya tercampur secara homogen dan menghasilkan suatu endapan. Tahapan metode *coprecipitation* meliputi: penimbangan bahan yang akan dilarutkan, pencucian larutan yang sudah diendapkan, pengepresan dilanjutkan dengan proses sintering yaitu proses penggabungan partikel-partikel serbuk melalui peristiwa difusi pada saat temperatur meningkat. Kelebihan dari metode ini adalah suhu yang digunakan untuk membentuk kristal lebih rendah dibandingkan dengan metode lain. [5]

Pada makalah ini, metode yang digunakan pada pembuatan sampel BaTiO<sub>3</sub> adalah *Coprecipitation* sampel di-sintering pada suhu 800°C, 900°C dengan waktu tahan 3 jam. Dari perbedaan suhu sintering dapat dianalisis pengaruhnya terhadap konstanta dielektrik dan karakteristik struktur kristalnya.

### Metode Penelitian

Material BaTiO<sub>3</sub> dibuat dengan metode *coprecipitation*. Diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan BaTiO<sub>3</sub> adalah Ti(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>O)<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub> setiap bahan dilarutkan dengan C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O. Pencampuran dilakukan menggunakan magnetic stirrer untuk mendapatkan larutan yang homogen. Larutan hasil pencampuran diendapkan kemudian dikompaksi (press) menggunakan alat hydraulic press. Proses sintering dilakukan pada suhu 800°C, 900°C dengan *haeters rate* 10°C/ menit dengan waktu tahan 3 jam menggunakan furnace. Sampel BaTiO<sub>3</sub> dikarakterisasi dengan instrumen XRD uji ini dilakukan untuk mengetahui struktur kristal, parameter kisi, serta tingkat kekristalan sampel. Hasil yang didapat berupa pola difraksi yaitu grafik yang menunjukkan hubungan antara sudut difraksi (2θ) dengan intensitas (I).

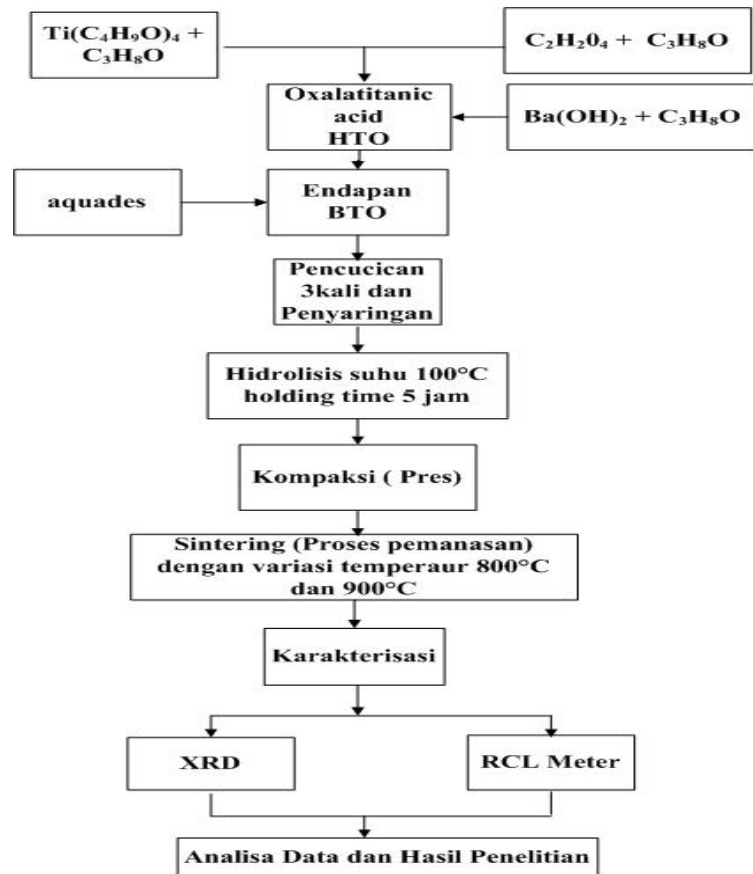
Pengolahan data menggunakan *software Origin* dan *Microsoft Excel 2007*. Data hasil XRD diplot di *software origin* sehingga muncul grafik yang menunjukkan puncak-puncak difraksi dari sampel. Puncak-puncak difraksi dibandingkan dengan database PCPDFWIN sehingga dapat diketahui puncak-puncak tersebut adalah difraksi dari sampel. Dari puncak-puncak difraksi dapat diketahui nilai *Full Half Maximum Width* (FWHM), struktur kristal, parameter kisi serta tingkat kekristalan dari sampel.

Ukuran kristal diperoleh melalui pengujian XRD. Data yang diperoleh dihitung menggunakan Persamaan (1). Nilai FWHM (β) digunakan untuk menghitung ukuran butir kristal (D) dari setiap sampel dengan variasi waktu tahan yang berbeda. Nilai θ merupakan sudut difraksi sinar-X, k merupakan konstanta *Scherer*, dan λ merupakan panjang gelombang sinar-X.

$$\beta \cos \theta = \frac{k\lambda}{D} \quad (1)$$

Konstanta dielektrik diperoleh melalui pengujian dengan RLC meter digital (LCR-800 Series Gwinstek). Data yang diperoleh berupa nilai kapasitansi dan faktor disipasi. Nilai konstanta dielektrik dapat diketahui dengan Persamaan (2), dimana K adalah nilai konstanta dielektrik, C adalah kapasitansi, A merupakan luasan sampel, d merupakan tebal sampel, dan ε<sub>0</sub> merupakan nilai konstanta permitivitas dielektrik (8,85x10<sup>-12</sup> Farad.m<sup>-1</sup>).

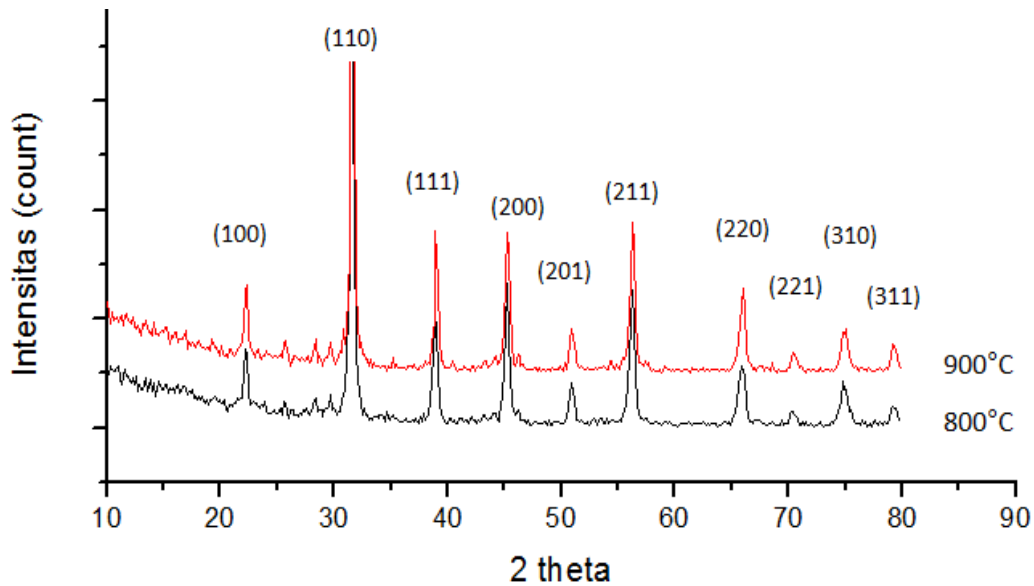
$$K = \frac{Cd}{\epsilon_0 A} \quad (2)$$



Gambar 1. Alur Penelitian

## Hasil

Gambar 2 menunjukkan pola difraksi sampel BaTiO<sub>3</sub> terbentuknya suatu bidang kristal pada karakterisasi menggunakan peralatan XRD diidentifikasi dengan munculnya puncak-puncak milik BaTiO<sub>3</sub> setelah dicocokkan ICDD-database PCPDFWIN dengan nomor #89-1428. Pada suhu 800°C, 900°C dengan waktu tahan 3 jam sudah terlihat unsur-unsur saling berikatan dan membentuk BaTiO<sub>3</sub>. Suhu sintering berkaitan dengan proses difusi atom pada sampel semakin tinggi suhu sintering, semakin besar energi yang diterima oleh atom-atom untuk berdifusi.



**Gambar 2.** Pola difraksi Ba TiO<sub>3</sub>

**Tabel 1.** Intensitas BaTiO<sub>3</sub> (110) untuk variasi suhu

Suhu Sintering (°C)	Intensitas (Count)
800	943
900	1015

**Tabel 2.** Parameter kisi BaTiO<sub>3</sub> untuk variasi suhu

Suhu Sintering (°C)	Parameter kisi (nm)	
	a = b	c
800	4,0039	4,0402
900	4,0124	4,0532

**Tabel 3.** Ukuran butir untuk variasi suhu

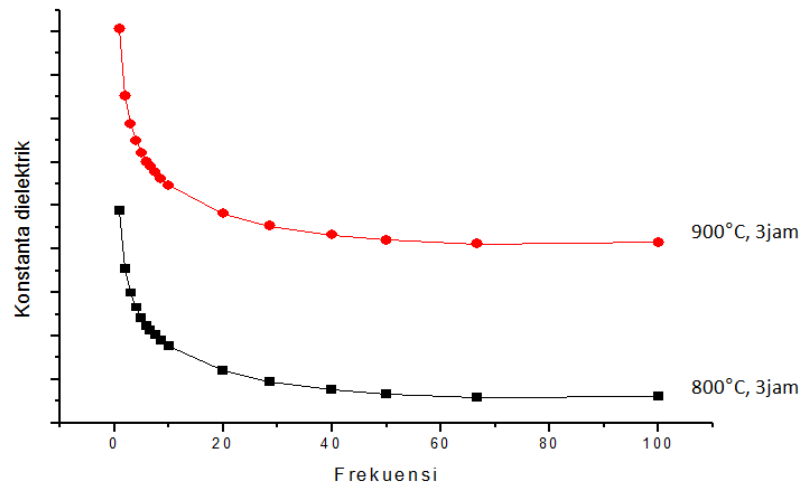
Suhu Sintering (°C)	Ukuran butir (nm)
800	22,6
900	26,2

Tabel 1 Peningkatan suhu sintering menyebabkan intensitas yang didapat semakin besar karena ketika pada suhu tinggi, energi vibrasi atomik lebih besar sehingga peluang atom untuk berikatan akan semakin besar yang mengakibatkan reaksi terjadi lebih sempurna dan atom-atom akan tersusun secara teratur.

Berdasarkan perhitungan nilai parameter kisi untuk variasi suhu sintering dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai parameter kisi menunjukkan struktur kristal berbentuk tetragonal. Tingkat keteraturan struktur atom pada suatu material dinyatakan dengan tingkat kekristalan. Tingkat kekristalan BaTiO<sub>3</sub> dengan variasi suhu sintering 800°C sebesar 96,32% dan 900°C sebesar 96,35%. Hal ini dikarenakan semakin teratur susunan atom-atom pembentuk BaTiO<sub>3</sub>.

Ukuran kristal sampel dengan variasi suhu sintering 800°C kecil dibandingkan dengan ukuran kristal sampel dengan suhu sintering 900°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan kristal semakin banyak seiring bertambahnya waktu sintering disebabkan adanya atom-atom yang terdifusi.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai konstanta dielektrik sampel dengan variasi suhu sintering 900°C lebih besar dibandingkan dengan sampel pada variasi suhu sintering 800°C. Pengukuran konstanta dielektrik (K) dilakukan pada rentang frekuensi 1 kHz. Nilai K sampel dengan suhu sintering 800°C dan 900°C adalah 78 dan 171. Semakin lama waktu sintering konstanta dielektrik yang dihasilkan juga semakin besar.



**Gambar 3.** Nilai konstanta dielektrik

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa perbedaan suhu sintering berpengaruh terhadap karakteristik BaTiO<sub>3</sub> yang dilakukan. Semakin tinggi suhu sintering intensitas yang diperoleh semakin meningkat, pada suhu sintering 800°C intensitasnya sebesar 943 sedangkan pada suhu sintering 900°C intensitasnya sebesar 1015. Ukuran kristal sampel dengan suhu 800°C dan 900°C adalah 22,6 nm dan 26,2 nm. Dan konstanta dielektrik sampel dengan suhu sintering 800°C dan 900°C masing-masing sebesar 78 dan 171.

### Referensi :

- [1] Uchino, K. 2000. Ferroelektrik Devices. USA: Marcel Dekker, Inc.
- [2] Y. Iriani, D.F. Saputri, S. Hadiati, A.H. Ramelan, and V. I. Variani, Deposition of BaZr<sub>0.10</sub>Ti<sub>0.90</sub>O<sub>3</sub> thin films doped stronsium by sol gel method, Advance materials research vol.911, 2014, pp. 205-209.
- [3] Vijatovic, M. M., Bobic, J. D., & Stojanovic, B. D. 2008. History and Challenges of Barium Titanate: Part II. *Science of Sintering*, Vol.40, pp. 155-165.
- [4] Istiqomah, M., Jamaluddin, A., dan Iriani, Y., 2014. Pembuatan Material Feroelektrik Barium Titanat (BaTiO<sub>3</sub>) Menggunakan Metode Solid State Reaction, Jurnal Fisika Indonesia, vol.XVII, No.53, hlm 1410-2994.

[5]Kholam,Y.B.,et.al 2002. A self-sustaining acid-base reaction in semi-aqueous media for synthesis of barium titanyl oxalate leading to BaTiO<sub>3</sub> powders. Material Letters, Vol 55, page 175-181.