



## Karakterisasi Superkonduktor Bahan BscCo Didoping Dengan MgO

Eidi Sihombing dan Nurhayati Purba

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan,  
Indonesia

[eidifisika@gmail.com](mailto:eidifisika@gmail.com)

Diterima Desember 2016; Disetujui Januari 2017; Dipublikasikan Februari 2017

### ABSTRAK

Superkonduktor berbasis Bismut BSCCO adalah material yang paling banyak dikaji untuk meningkatkan suhu kritis. Material BSCCO ini banyak digunakan dalam bentuk kabel bawah tanah, kabel transmisi, maglev dan lain lain. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan superkonduktor berbasis Bismut antara lain : Bismut Nitrat ( $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ), Stronsium Nitrat ( $\text{Sr}(\text{NO}_2)_3$ ), Kalsium Nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), Kopper Oksida ( $\text{CuO}$ ), Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ). Bahan-bahan ini direaksikan dengan metode kering atau metode padatan menggunakan perbandingan molar 2 : 2 : 2 : 3. Proses kalsinasi dilakukan dengan variasi suhu selama 24 jam. Sintering dilakukan pada suhu konstan 850oC selama 48 jam. Serbuk superkonduktor dipeletisasi dengan tekanan 10 ton dalam bentuk silinder berdiameter 0,4 cm dan tinggi 0,5 cm, selanjutnya dilakukan uji sifat dimagnetik dengan uji efek Meissner menggunakan nitrogen cair. Kemudian dikarakterisasi dengan alat XRD (X-Ray Diffraction) dan SEM (Scanning Electron Microscopy). Hasil yang diperoleh adalah superkonduktor BMgSCCO mengalami sedikit levitasi melalui uji efek meissner. Dari uji XRD diperoleh Hasil analisa XRD diperoleh fasa 2212 dan fasa 2223 dengan fraksi volume tertinggi sebesar 30,6% dan 68,5%. Parameter kisi  $a = 1,917 \text{ \AA}$ ,  $b = 2,825 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,759 \text{ \AA}$  untuk BMgSCCO 0,1 gram menunjukkan stuktur kristal adalah orthorhombic. Hasil analisa morfologi permukaan melalui alat SEM berupa Gumpalan dan serpihan kecil bersifat acak. Hasil uji efek meissner sampel mengalami levitasi lemah pada setiap sampel.

**Kata kunci :** Superkonduktor, BSCCO, doping MgO

### PENDAHULUAN

Superkonduktor merupakan bahan material yang memiliki hambatan listrik bernilai nol pada suhu yang sangat rendah, sehingga dapat menghantarkan arus listrik tanpa kehilangan daya. Teknologi superkonduktor mulai berkembang pesat sejak ditemukannya superkonduktor suhu tinggi (SKST) pada tahun 1986. SKST adalah berupa bahan oksida atau keramik yang berinduk pada senyawa kuprat

(Cu-O) dengan komposisi kimiawi yang multi komponen, sehingga bersifat multiphase, stuktur kristal berlapis, derajat anisotropisnya tinggi dan panjang koherensinya pendek [1].

Superkonduktor berbasis BSCCO memiliki tiga fasa umum yaitu 2201, 2212 dan 2223 dengan suhu kritis 20K, 80K dan 110K [2,3]. Sintesis Kristal BSCCO dapat dilakukan dengan metode berbeda antara lain metode Pulsed Laser Deposition (PLD) [4], metode

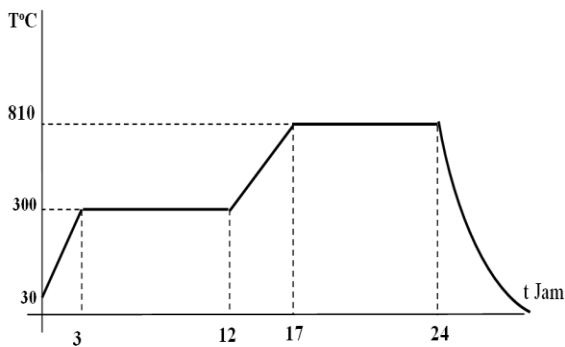
Traveling Solvent Floating Zone (TSFZ), metode fluks Halida Alkali, metode fluks Carbonat Alkali, metode Self Fluks [1] dan metode Melt Textured Growth [5].

**METODE PENELITIAN**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bismut Nitrat ( $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ), Stronsium Nitrat ( $\text{Sr}(\text{NO}_2)_3$ ), Kalsium Nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), Kopper Oksida ( $\text{CuO}$ ), Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ), Nitrogen Cair. Peralatan yang digunakan untuk karakterisasi adalah XRD dan SEM, Mesin tekan 10 ton, sedang pemanas digunakan *furnace*  $1200^\circ\text{C}$  dan memiliki control suhu, untuk menghaluskan bahan digunakan *mortal* dan *pastel*, sementara cetakan pelet dibuat dari besi berbentuk Silinder berdiameter 0,4 cm dan tinggi 0,5 cm.

Proses sintesis dimulai dengan penimbangan bahan sesuai dengan perbandingan molar  $\text{Bi} : \text{Mg} : \text{Sr} : \text{Ca} : \text{Cu}$  adalah  $2 : 2 : 2 : 3$  yang di campur dan digerus menggunakan mortar kemudian dikalsinasi dengan variasi suhu hingga mencapai suhu  $810^\circ\text{C}$  selama 24 jam, setelah suhu tercapai sampel dibiarkan dingin didalam *furnace* hingga mencapai suhu kamar.

Hasil kalsinasi berupa serbuk kemudian digerus kembali menggunakan *mortal* dan *pastel* selama 3 jam, selanjutnya dilakukan proses sintering dengan suhu konstan  $850^\circ\text{C}$  selama 48 Jam.



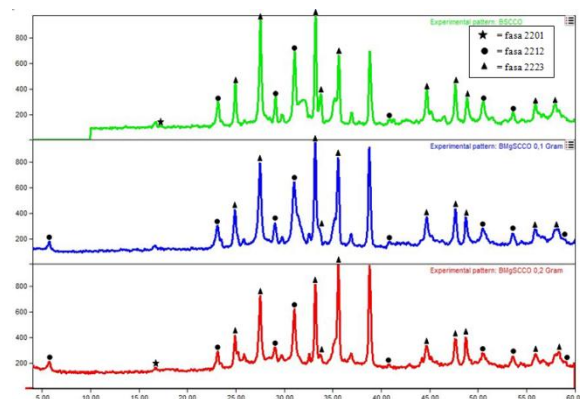
**Gambar 1.** Proses Kalsinasi

Hasil Sintering berupa serbuk kemudian dipeletisasi dan dilakukan karakterisasi XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan efek Uji Meisner dengan merendam sampel di dalam Nitrogen Cair ( $\text{N}_2$ ) kemudian meletakkan sampel diatas magnet.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Karakterisasi XRD**

pola difraksi XRD pada gambar 2 menunjukkan bahwa fasa yang muncul pada sampel didominasi fasa 2212 dan fasa 2223. Intensitas tertinggi sampel BSCCO dan BMgSCCO sebesar 1000 a.u berada pada sudut puncak  $33^\circ$ , sedangkan pada sampel BMgSCCO 0,2 gram dengan sudut puncak yang sama mengalami pergeseran intensitas sebesar 797 a.u dan puncak ini teridentifikasi fasa 2223. Intensitas tertinggi sampel BMgSCCO 0,2 gram sebesar 1000 berada pada sudut  $35^\circ$ , sedangkan pada sampel BSCCO dan BMgSCCO 0,1 gram intensitasnya bergeser masing-masing menjadi 775 a.u dan 918 a.u dan puncak ini teridentifikasi sebagai fasa 2223.



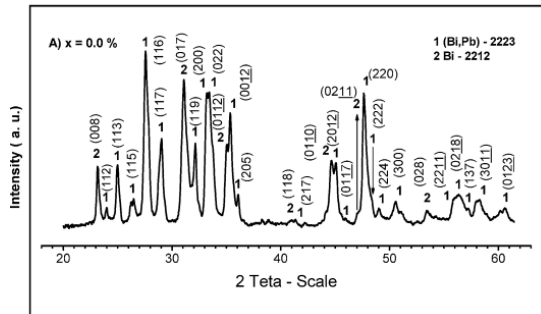
**Gambar 2.** Pola difraksi BSCCO, BMgSCCO 0,1 gram dan BMgSCCO 0,2 gram

Pola difraksi XRD pada sampel BSCCO menunjukkan parameter kisi  $a = 1,987 \text{ \AA}$ ,  $b = 3,415 \text{ \AA}$ ,  $c = 8,256 \text{ \AA}$  strukturnya *Orthorhombic*. Pada sampel BSCCO dengan doping MgO 0,1 gram menunjukkan parameter kisi  $a = 1,917 \text{ \AA}$ ,  $b = 2,825 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,759 \text{ \AA}$  struktur kristalnya *Orthorhombic*. Sampel BSCCO dengan doping MgO 0,2 gram parameter kisi  $a = 1,087 \text{ \AA}$ ,  $b = 2,711 \text{ \AA}$ ,  $c = 7,489 \text{ \AA}$  struktur kristalnya *Orthorhombic*.

Hasil analisis XRD untuk fraksi volume BSCCO fasa 2212 dan fasa 2223 masing-masing sebesar 27% dan 69%. Pada sampel BSCCO doping Mg 0,1 gram fraksi volume fasa 2212 dan fasa 2223 sebesar 30,6% dan 68,5%, dan fraksi volume BSCCO doping Mg 0,2 gram

diidentifikasi masing-masing sebesar 28,4% dan 68,2%.

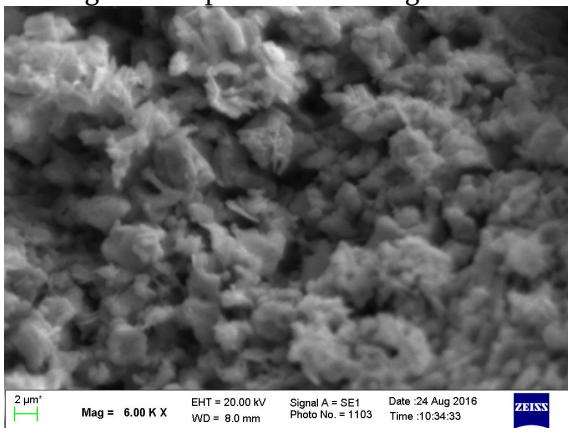
Hasil difraksi BMgSCCO ini dapat dibandingkan dengan hasil BPbSCCO sebagai Berikut :



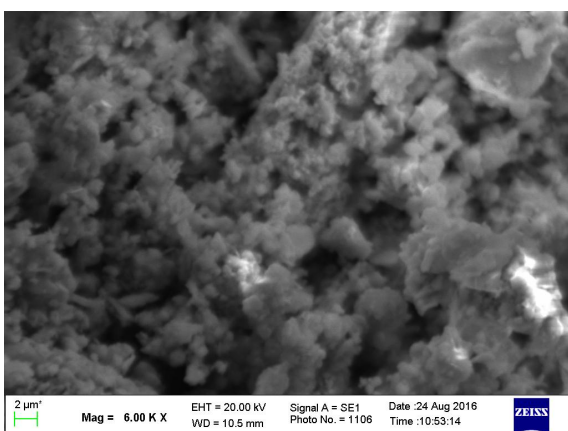
Gambar 3. Pola Difraksi BPSCCO [3].

## 2. Karakterisasi SEM

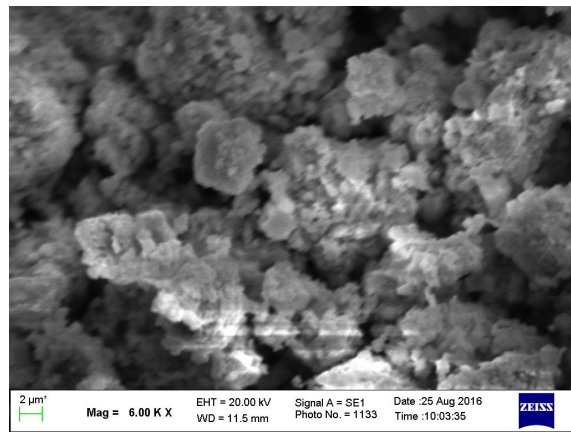
Analisis morfologi sampel dilakukan dengan alat *Scanning Electron Microscopy* dengan perbesaran 6000 kali dari sampel BSCCO dan BMgSCCO diperlihatkan sebagai berikut :



Gambar 4. Morfologi Sampel BSCCO.



Gambar 5. Morfologi Sampel BMgSCCO 0,1 gr.



Gambar 6. Morfologi Sampel BMgSCCO 0,2 gr.

Permukaan sampel BSCCO memperlihatkan serpihan-serpihan kecil yang ditunjukkan pada gambar 4, pada sampel BMgSCCO 0,1 permukaan sampel memperlihatkan gumpalan dan serpihan kecil diperlihatkan pada gambar 5, sedang pada gambar 6 BMgSCCO 0,2 permukaan sampel memperlihatkan gumpalan yang lebih besar.

### Uji Efek Meissner

Untuk mengetahui keberhasilan sintesis superkonduktor cara paling mudah adalah dengan uji meissner [6]. Bahan Superkonduktor BMgSCCO diuji efek meissner untuk mengetahui bahwa bahan superkonduktor tersebut menampilkan sifat diamagnetik . Pengujian efek Meissner diperoleh sampel mengalami levitasi lemah.



Gambar 7. Uji Efek Meissner sampel BMgSCCO

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa superkonduktor BMgSCCO telah berhasil dibuat. Memiliki parameter kisi  $a = 1.087 \text{ \AA}$ ,  $b = 2,711 \text{ \AA}$ ,  $c = 7,489 \text{ \AA}$  dengan struktur Kristal Orthorombik dengan fraksi volume fasa Bi 2223

sebesar 68,5 % dan efek uji meissner sedikit mengalami levitasi.

Pemanasan kalsinasi dan sintering sebaiknya dilakukan dengan suhu yang tinggi dan konstan sehingga diharapkan pertumbuhan fasa lebih baik dan proses peletisasi sebaiknya dilakukan dengan penekanan yang tinggi sehingga diharapkan tidak terdapat celah didalam sampel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Nurmalita, Amani Nailul, dan Fauzi, 2013, XRD Analysis Of Bi-2212 Superconductors: prepared By The Self-Flux Method, FMIPA Universitas Syiah Kuala, Jurnal Natural, **13, 1**, Hal 23-27.
- Darsono, Nono, Agung Imaduddin, kati Raju, dan Dang-Hyok Yoon, 2015, Synthesis and Characterization Of  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  Superconducting Oxide by High-Energy Milling, Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, **28.8**, Hal 2259-2266.
- Zelaty, Amir, Ahmad Amirabadizadeh, Ahmad Kompany, Hadi Salamati, dan Jeff Sonier, 2014, Effect of  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  Nanoparticles Addition on Structural and Superconducting Properties of BSCCO, Springer Science+Business Media New York, New York.
- Nane,O., Bekir Özçelik, dan D. Abukay, 2013, *The effects of the post-annealing temperature on the growth mechanism of  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$  thin films produced on MgO (100) single crystal substrates by pulsed laser deposition (PLD)*. Journal of Alloys and Compounds, **566**, Hal 175-179.
- Nurmalita, 2011, *The Effect Of Pb Dopant on The Volume Fraction of BSCCO-2212 Superconducting Crystal*, FMIPA Universitas Syiah Kuala, Jurnal Natural, **11, 2**, Hal 52-57.
- Lusiana, 2013, *Proses Pembuatan Material Superkonduktor BSCCO Dengan Metode Padatan*, Pusat Penelitian Metalurgi LIPI, Majalah Metalurgi, **28, 2**, Hal 73-82.