



## Kristalisasi Superkonduktor BscCo (2212) Dan Pengaruh Penambahan Doping Pb Dengan Metodepadatan

Sehati Winarsih Sembiring, Motlan dan Abd Hakim S\*

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

Diterima Oktober 2015; Disetujui Desember 2015; Dipublikasikan Februari 2016

### Abstrak

Telah di lakukan penelitian kristalisasi superkonduktor berbasis bismuth dalam senyawa  $B_{1,6}Sr_2CaCu_2O_{10+\delta}$  (BSCCO) dan  $B_{1,6}Pb_{0,5}Sr_2CaCu_2O_{10+\delta}$  fasa 2212 dengan menggunakan metode padatan. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah Bismuth Nitrat ( $BiNO_3$ ) 71%, Stronsium Clorida ( $SrCl_2$ ) 99%, Calsium Nitrat ( $CaNO_3$ ) 99 % dan Cooper Clorida ( $CuCl_2$ ) 99 % dengan perbandingan 2:2:1:2 dan doping yang digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahannya adalah Lead Nitrat ( $PbNO_3$ ) 99,5% sebanyak 0,5 gram. Setelah itu bahan di timbang sesuai dengan perbandingan yang telah di tentukan yaitu 2:2:1:2 dan doping 0,5. Bahan yang sudah di timbang kemudian di gerus dengan menggunakan mortal selama 8 jam untuk masing-masing sampel bertujuan agar sampel yang telah di timbang tadi bersifat lebih homogen. Selanjutnya di sintering dengan menggunakan *furnace* selama 12 jam dengan menggunakan suhu konstan  $820^{\circ}C$  setelah itu bahan di keluarkan dari *furnace* dan dilakukan penggerusan kedua dengan menggunakan mortal selama 5 jam agar bahan yang sudah di *furnace* lebih homogen lagi. Kemudian di kalsinasi kembali menggunakan *furnace* dengan suhu  $840^{\circ}C$  selama 48 jam dan sampel yang sudah di kalsinasi kemudian digerus kembali. Kemudian bahan yang selesai di sintesis di karakterisasi menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*), XRD (*X-Ray Diffraction*) dan juga SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Sampel yang selesai di karakterisasi kemudian di cetak dengan menggunakan alat pencetak berdiameter 1 cm dan tebal 0,5cm dan di tekan dengan beban seberat 2 ton selama 5 menit. Selesai itu dilakukan pengujian *Meissner* dengan menggunakan nitrogen cair. Dari hasil pengujian diperoleh diameter partikel BSCCO tanpa doping 122.2 nm atau  $0.0122 \mu m$  dan sampel dengan menggunakan doping Pb 3.388 nm atau  $0.388 \mu m$ . Parameter kisi untuk BSCCO yang diuji menggunakan XRD tanpa doping  $a= 7.9400 \text{ \AA}$   $b= 5.7200 \text{ \AA}$   $c= 4.1080 \text{ \AA}$  dan dengan menggunakan doping Pb  $a= 7.9596 \text{ \AA}$   $b= 5.814 \text{ \AA}$   $c= 4.1243 \text{ \AA}$  dan disimpulkan orthorombic, untuk pengujian SEM masih terlihat acak, untuk pengujian *Meissner* sampel tidak mengalami levitasi.

**Kata Kunci:** Superkonduktor BSCCO, Doping Pb

**How to Cite:** Sehati Winarsih Sembiring, Motlan dan Abd Hakim S, (2016), Kristalisasi Superkonduktor BscCo (2212) Dan Pengaruh Penambahan Doping Pb Dengan Metodepadatan, *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 4 (1) : 60-64.

\*Corresponding author:

E-mail : [winasembiring880@gmail.com](mailto:winasembiring880@gmail.com)

p-ISSN : 12338 – 1981

e-ISSN : 2407 – 747x

**PENDAHULUAN**

Superkonduktor adalah salah satu jenis material yang dapat menghantarkan arus listrik tanpa adanya hambatan. Teknologi superkonduktor mulai berkembang pesat sejak ditemukannya superkonduktor suhu kritis tinggi (SKST) pada tahun 1986. [1]. Superkonduktor kini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Hambatan tidak disukai karena adanya hambatan maka arus akan terbuang menjadi panas. Apabila hambatan menjadi nol, maka tidak ada energi yang hilang pada saat arus mengalir, penggunaan superkonduktor dibidang transportasi memanfaatkan efek *Meissner*, yaitu pengangkatan magnet oleh superkonduktor. [2]

Diawal tahun 1988, Bi dan Ti-kuprat oksida ditemukan dengan Tc = 110 K dan 125 K. Bahan-bahan superkonduktor ini disebut sebagai superkonduktor suhu tinggi. [3] Superkonduktor sistem BSCCO memiliki sifat anisotropi superkonduktivitas yang tinggi dan panjang koherensi yang pendek. [4] Bahan superkonduktor suhu kritis tinggi (SKST) umumnya mempunyai struktur yang berlapis sehingga bersifat anisotropis. [5]

Kendala terbesar yang masih menghadang terapan superkonduktor adalah bahwa superkonduktivitas bahan barulah muncul pada suhu yang amat rendah, jauh dibawah 0°C, dengan demikian niat penghematan pemakaian daya listrik masih harus bersaing dengan biaya pendinginan yang harus dilakukan. [6] Dalam superkonduktor sistem BSCCO dikenal 3 fasa superkonduktif yaitu fasa 2201 dengan komposisi Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CuO memiliki suhu kritis (Tc) sebesar 10 K, fasa 2212 dengan komposisi Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O memiliki suhu kritis (Tc) sebesar 80 K dan fasa 2223 dengan komposisi Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O memiliki suhu kritis (Tc) sebesar 110 K. [7]

Dari penelitian yang dilakukan oleh Lydia Rohmawati (2012) menggunakan bahan superkonduktor Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8 $\delta$</sub>  (Bi-2212) murni dan Bi-2212 dengan doping Pb menggunakan metode pencampuran basah mendapatkan hasil Bi-2212 tanpa doping ukuran kristal yang mencapai ~90 nm dengan fraksi volume 68%, sedangkan Bi-2212 doping Pb ukuran kristalnya ~100 nm dengan fraksi volume mencapai 85%. Penelitian yang dilakukan oleh Hendri Widodo (2010) dengan pembuatannanokristalisasi superkonduktor Bi<sub>2</sub>SrCa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>10+x</sub> dan Bi<sub>1.6</sub>Pb<sub>0.4</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>10+6</sub> dengan metode kopresipitasi dan pencampuran basah hasil yang didapatkan penambahan doping Pb meningkatkan fraksi volume Bi-2223.

Pada sintering satu jam kedelapan Bi-2223tanpa Pb dan doping Pb didapatkan fraksi volume dan ukuran kristalnya berturut turut 85,80%; 87,57% dan 170,30 nm; 216,47 nm, Nilai temperatur kritis untuk sampel Bi-2223 79,6 K dan untuk sampel BPSCCO-2223 98,3 K.

**METODA EKSPERIMEN**

Bahan yang di gunakan dalam sintesis ini adalah Bi Sr Ca Cu dengan perbandingan 2:2:1:2.

**Tabel 1.** Perhitungan massa masing-masing bahan (gr)

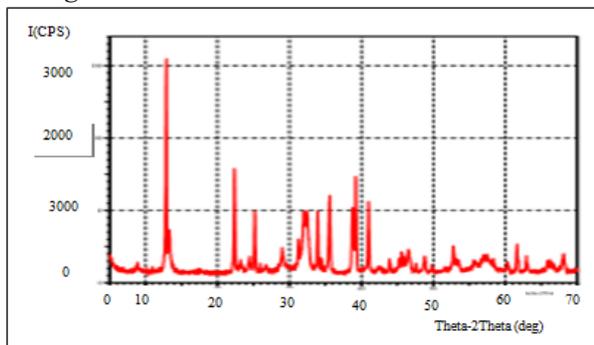
No	Bi	Pb	Sr	Ca	Cu
1	2	-	2	1	2
2	2	0,5	2	1	2

Bahan-bahan yang sudah ditimbang dan dilakukan sintesis tadi, kemudian digerus dengan menggunakan mortar selama 8 jam. Sampel dari hasil penggerusan pertama diletakkan dalam *crussible* untuk di *kalsinasi* dalam *furnance* pada suhu konstan 820°C selama 20 jam. Setelah proses kalsinasi selesai selanjutnya di gerus kembali selama 5 jam. Penggerusan ini dilakukan untuk ukuran partikel menjadi homogen sehingga dapat

mengurangi celah antar partikel saat dilakukan pengepresan. Sampel hasil pengepresan dipanaskan pada suhu konstan 840°C selama 48 jam. *Sintering* dilakukan dengan laju 140°C/jam, dimulai pada suhu 27°C – 840°C. Penggerusan ketiga Penggerusan ini bertujuan untuk mendapat hasil dari pada sampel BSCCO yang lebih homogen dan agar partikel yang lebih kecil. Setelah dilakukan penggerusan ketiga, sampel dimasukkan kedalam cetakan pelet yang berbentuk silinder dengan diameter 0,5 cm dan panjang 5 cm, kemudian sample dicetak dengan cetakan pelet yang ditekan menggunakan alat pengepres dengan alat penekan maksimal 10 ton selama kurang lebih 5 menit. Selanjutnya sampel dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction*(XRD), SEM (*Scanning Electro Magnetic*), PSA (*Particle Size Analyzer*) dan uji *Meissner*.

### HASIL PENELITIAN

Hasil dari BSCCO 2212 adalah sebagai berikut



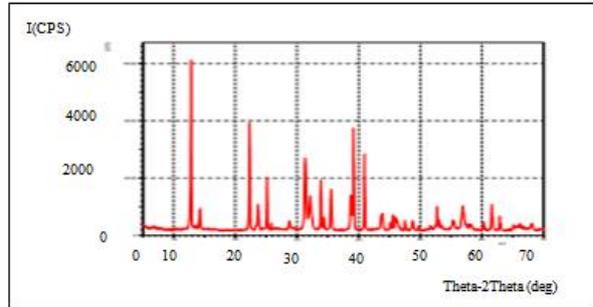
Gambar 1. Grafik XRD BSCCO-2212

Tabel 2. Tabel puncak BSCCO menggunakan program Match

Komposisi Material	2θ	d [Å]	I/I0	FWHM
Bi <sub>1,6</sub> Sr <sub>2</sub> CaCu <sub>2</sub> O <sub>10+δ</sub>	8.96	9.8592	37.84	0.1600
	12.95	6.8323	1000.00	0.1600
	13.37	6.6161	205.92	0.1600

Berdasarkan hasil uji XRD maka di dapatkan data sesuai tabel 4.1 diatas yang menunjukkan peak 2 Theta sebesar 8,96 deg, 12,95 deg dan 13,37 deg dengan intensitas 37,84 counts,

1000,00 counts dan 205,92 counts. Parameter kisi dari BSCCO 2212 dengan suhu kalsinasi 820°C dan suhu sintering 840°C adalah a= 7.9400 Å b= 5.7200 Å c= 4.1080 Å dan dapat simpulkan pada bahan BSCCO tanpa doping memiliki kristal orthorombic.



Gambar 2. Grafik XRD BSCCO-2212 Doping Pb

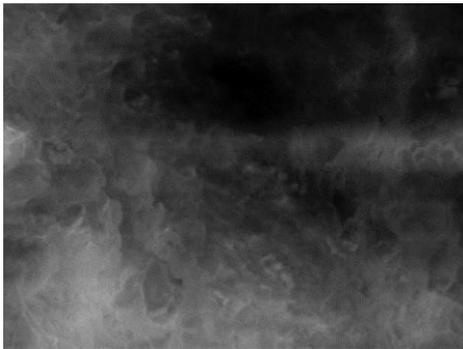
Tabel 3. Tabel puncak BPbSCCO menggunakan program Match

Komposisi Material	2θ	d [Å]	I/I0	FWHM
Bi <sub>1,6</sub> Pb <sub>0,5</sub> Sr <sub>2</sub> CaCu <sub>2</sub> O <sub>10+δ</sub>	12.83	6.8953	1000.00	0.1600
	13.56	6.5230	28.50	0.1600
	14.27	6.2022	135.51	0.1600

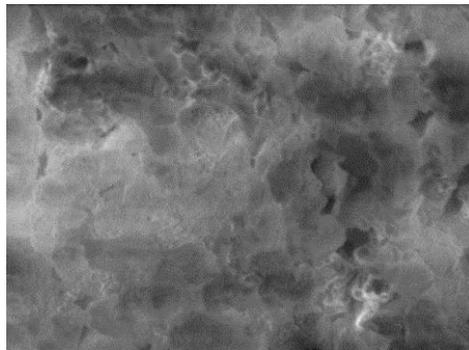
Berdasarkan hasil uji XRD maka di dapatkan data sesuai tabel 4.2 diatas yang menunjukkan bahwa peak dari 2θ sebesar 12,83 deg, 13,56 deg dan 14,27 deg. Dengan nilai d 6,8953Å, 6,5230 Å, 6.2022Å. Parameter kisi dari pengujian XRD untuk bahan BSCCO dengan doping a= 7.9596 Å b= 5.6200 Å c= 4.1243 Å dan dapat simpulkan pada bahan BSCCO tanpa doping memiliki kristal orthorombic.

Morfologi permukaan superkonduktor BSCCO dan BPbSCCO diperlihatkan pada gambar 3, hasil *Scanning Electron Micscope* (SEM) ZEISS EVOMA 10 yang diperbesar 2500X. Dari hasil uji SEM yang di perlihatkan tampak perbandingan memperlihatkan bahwa pola gumpalan pada superkonduktor yang didoping Pb membentuk kelompok dan tersusun sedemikian dengan bentuk dan besar yang berbeda-beda. Keteraturan gumpalan ini adalah karena dopan Pb

memberi ikatan pada kandungan bahan superkonduktor BSCCO.

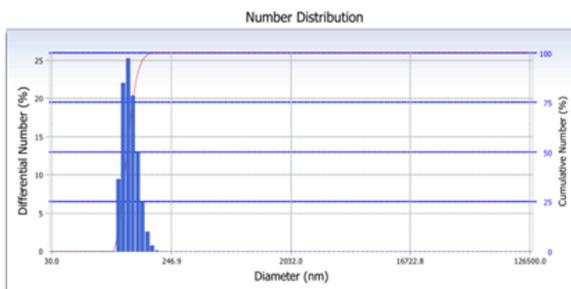


(a)



(b)

**Gambar 3.** a) Sampel BSCCO dan b). Sampel BPbSCCO perbesaran 2500 X

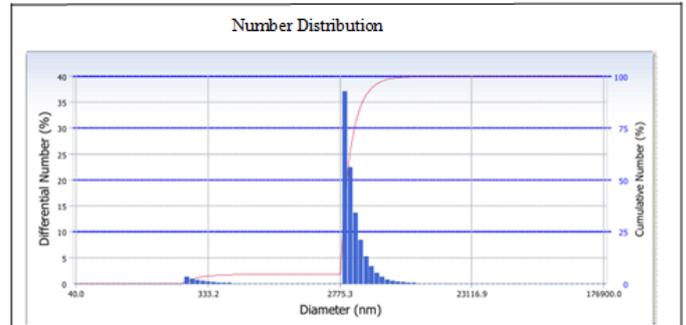


**Gambar 4.** Grafik Hasil Distribusi sampel Kristalisasi Superkonduktor BSCCO- 2212

**Tabel 4.** Hasil Distribusi Sampel Kristalisasi Superkonduktor BSCCO- 2212

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev
1	120.6	16.3
2	738.1	60.6
3	88,568.0	12,429.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
Average	122.2	377.2

Data hasil distribusi sampel BSCCO, dimana dapat diketahui diameter partikel BSCCO pada gambar dan grafik 4.5 berdiameter 122.2 nm atau 0.012  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 5.** Grafik Hasil Distribusi sampel Kristalisasi Superkonduktor BSCCO-2212 Doping Pb

**Tabel 5.** Hasil Distribusi Sampel Kristalisasi Superkonduktor BPbSCCO- 2212

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev
1	293.1	74.0
2	3,530.5	799.2
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
Average	3,388.6	1,024.8

Data hasil distribusi sampel BSCCO dengan doping Pb, dimana dapat diketahui diameter partikel BSCCO doping Pb pada Gambar dan tabel 4.6 berdiameter 3,388.6nm atau 0.338  $\mu\text{m}$ .

Hasil dari uji *Meissner* bahwa bahan superkonduktor BSCCO dan dengan doping Pb tidak mengalami levitasi. Hal ini disebabkan karena nilai superkonduktivitas yang rendah pada bahan yang tidak murni.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Telah berhasil dibuat superkonduktor BPbSCCO dengan basis BSCCO dengan struktur kristal orthorombic melalui pemanasan bahan hingga 820°C selama 48 jam. Pola permukaan superkonduktor BPbSCCO mulai mengalami keteraturan struktur penyusun superkonduktor bila dibanding dengan BSCCO. Dari hasil

pengujian XRD terlihat dengan penambahan doping terjadi peningkatan pola difraksi pada bahan BSCCO 2212. Dan ukuran tanpa menggunakan doping lebih kecil di bandingkan dengan menggunakan doping.

Pada saat melakukan sintering dan kalsinasi sebaiknya tungku di biar kan dalam posisi tertutup hingga suhu pada furnace normal. Dan pada pengujian SEM di tampilkan unsur-unsur yang terkandung didalamnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Nurmalita., (2011), *The Effect Of Pb Dopant on the Volume Fraction of BSCCO – 2212 Superconducting Crystal*, Jurnal Natura Vol.11, No.2, 2011.
- Ismunandar dan Sen., (2002), <http://www.fisikanet.lipi.go.id/> (Diakses 26 Maret 2014)
- Mourachkine, A., (2004), *Room-temperature superconductivity*, Cambridge: Cambridge Internasional science publishing.
- Herlyn., (2008), *Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Konduktivitas Normal Superkonduktor Overdoped Pb (Bi-Pb)<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>10</sub> Dengan Metode Melt-Textured*. Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan.
- Darminto, A., (1999), *Variasi Tekanan Oksigen dalam Penumbuhan Kristal Tunggal Superkonduktor Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub> dan Pengaruhnya*, PROC.ITB, Vol.31, No.3, 1999.
- Yuliati, T., (2010), *Sintesis Superkonduktor BpscCo/Ag Menggunakan Metode Padatan.*, Skripsi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Siswanto., (1999), *Sintesis Superkonduktor Keramik BSCCO Fase Tc Tinggi (2223) Melalui Route Sol-Gel Sitrat*, Faculty of Mathematics and Natural Science Airlangga University: Surabaya.