

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI SUPERKONDUKTOR BAHAN MIKROPARTIKEL BERBASIS BSCCO FASA 2223 DI DOPING Sn DAN Pb

Eidi Sihombing*) dan Hariyati Lubis

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar, PsrV Medan 20221

*) e-mail: eidifisika@gmail.com

ABSTRAK

Superkonduktor berbasis bismut $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ (BSCCO) fasa 2223 merupakan bahan superkonduktif yang banyak dikaji untuk meningkatkan suhu kritis dan memperbaiki sifat mekanik yang merupakan masalah dalam aplikasi teknologi. Berbagai metode telah di upayakan untuk meningkatkan suhu kritis dan memperbaiki sifat mekanik yang berkaitan dengan struktur yang diharapkan pada bahan superkonduktor berbasis YBCO, BSCCO, TBCCO, HBCCO. Penelitian superkonduktor ini berbasis BSCCO dibuat dari bahan-bahan nitrat seperti: Bismuth Nitrate (BiNO_3), Stronsium Nitrate (SrNO_3), Calsium Nitrate (CaNO_3), Cupri Nitrate (CuNO_3) dan sebagai doping adalah Timbal Nitrate (PbNO_3) dan Timah oksida (SnO). Bahan-bahan ini direaksikan melalui reaksi padatan dengan perbandingan molar Bi:Sr:Ca:Cu adalah 2:2:2:3. Reaksi padatan dimaksud dilakukan dengan menggunakan *Ballmill* pada kelajuan 500 rpm selama 8 jam, menghasilkan partikel berdiameter 207,8 nm di ukur melalui *Particle Size Analyzer* (PSA), selanjutnya bahan ini di kalsinasi pada suhu 820°C selama 80 jam dan di cetak pada wadah berukuran diameter 1,0 cm, tebal 0,5 cm diberi tekanan 5,0 ton ditahan selama 4 jam, selanjutnya disintering pada suhu 850°C selama 12 jam. Hasil yang diperoleh adalah superkonduktor B(Pb, Sn) SCCO memiliki levitasi sekitar 2,5 cm. Uji XRD memberi hasil parameter kisi: $a = 20.8710 \text{ \AA}$, $b = 9.4960 \text{ \AA}$, $c = 5.6000 \text{ \AA}$ disimpulkan bahwa kisi BPbSnSCCO adalah ortorombik dengan permukaan memiliki gumpalan acak yang diperoleh dari uji SEM.

ABSTRACT

Bismuth-based superconductors $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ (BSCCO) 2223 phase superconducting is a material that is widely studied to enhanced the critical temperature and improve mechanical properties is a problem in the application of technology. Various methods have been done to enhanced the critical temperature and improve mechanical properties relating to the expected structure based on superconducting materials YBCO, BSCCO, TBCCO, HBCCO. This research-based BSCCO made from nitrate materials: Bismuth Nitrate (BiNO_3), Strontium Nitrate (SrNO_3), Calcium Nitrate (CaNO_3), Copper Nitrate (CuNO_3) and as doping is Lead Nitrate (PbNO_3) and tin oxide (SnO). These materials are reacted by solids reaction with a molar ratio of Bi:Sr:Ca:Cu is 2:2:2:3. Solid state reaction is carried out by using ballmill speed of 500 rpm for 8 hours, obtained dimeter 207.8 nm particles measured by particle size analyzer (PSA), and in the calcination at a temperature of 820°C for 80 hours and be formed on the cast diameter 1.0 cm, 0.5 cm thick pressurized 5.0 tons for 4 hours, then sintering at a temperature of 850°C for 12 hours. The results obtained are superconducting B(Pb, Sn)SCCO has Meissner levitation approximately 2.5 cm. XRD test gives results lattice parameters: $a = 20.8710 \text{ \AA}$, $b = 9.4960 \text{ \AA}$, $c = 5.6000 \text{ \AA}$, B(PbSn)SCCO concluded that the lattice is orthorhombic with a surface having a random clotted granules obtained from SEM test.

Keywords: Superconductor, B(PbSn)SCCO

1. Pendahuluan

Penelitian superkonduktor terus dilakukan untuk menemukan superkonduktor suhu kristis (T_c) yang lebih tinggi [1, 2, 3]. Superkonduktor berbasis bismut yang disebut dengan BSCCO terdiri dari 3 fasa yaitu: 2201, 2212, dan 2223 [4]. Superkonduktor yang banyak dikaji diantara ketiga

fasa tersebut adalah fasa 2223 dalam senyawa $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$. [5] Superkonduktor ini dapat diaplikasikan dalam teknologi [6], seperti wayar superkonduktif dimana dengan ukuran kecil mampu mengalirkan arus relatif besar, namun dalam kenyataan saat ini belum ditemukan bahan superkonduktor yang diaplikasikan dalam suhu ruang, hal inilah yang merupakan salah satu

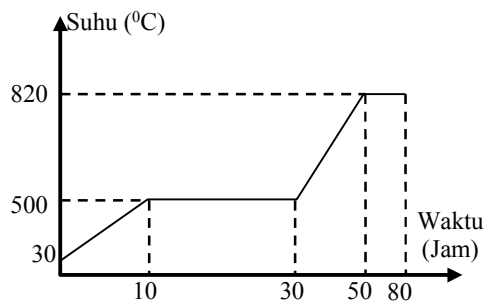
masalah disamping masalah yang berhubungan dengan sifat mekanik seperti kelenturan, kerapuhan, kemampuan menahan beban dan elastisitas.

2. Metodologi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan nitrat (Reagen) seperti: BiNO_3 (71%), SrNO_3 (99%), CaNO_3 (99%), CuNO_3 (99%), SnO_2 (98%), PbNO_3 (99%), aquades, nitrogen cair 2 liter. Peralatan yang digunakan untuk karakterisasi adalah: PSA, SEM dan XRD, mesin tekan 10 ton, sedang pemanas digunakan *furnace* (tungku) 1300°C yang memiliki kontrol suhu, untuk menghaluskan bahan superkonduktor digunakan mortar dan *pastel* serta *ballmill*, sementara cetakan pelet dibuat berbentuk silinder berdiameter 1 cm dengan tinggi silinder 0,5 cm.

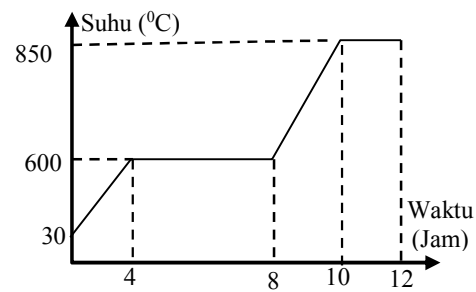
Proses sintesis dimulai dengan reaksi padatan antara semua bahan yang telah disediakan dengan perbandingan molar Bi : Pb : Sn : Sr : Ca : Cu adalah: 1,6 : 0,3 : 0,4 : 2 : 2 : 3 yang dicampur di dalam *ballmill* selama 8 jam dan dikalsinasi dalam tungku hingga mencapai suhu 820°C selama 80 jam, setelah mencapai waktu tersebut tungku di *off* dan dibuka setelah mencapai suhu kamar.

Hasil kalsinasi adalah serbuk berwarna kehitam-hitaman lalu digerus kembali selama 6 jam dengan tujuan memperkecil ukuran partikel bahan superkonduktor.



Gambar 1. Proses Kalsinasi

Serbuk superkonduktor yang telah digerus diukur besar partikelnya dengan *particel size analysis* (PSA), kemudian serbuk tersebut dimasukkan dalam cetakan besi putih lalu dicetak pada cetakan berukuran diameter sekitar 10 mm dengan ketebalan 5 mm di bawah tekanan 5 ton dan ditahan selama 4 jam. Hasil cetakan superkonduktor ini disintering dalam tungku pada suhu 850°C selama 12 jam melalui proses berikut ini:



Gambar 2. Proses Sintering

Hasil sintering ini berupa pelet berwarna hitam lalu dikarakterisasi menggunakan alat XRD dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), sedang untuk uji efek Meisner diperlukan magnet dan nitrogen cair dalam suatu wadah.

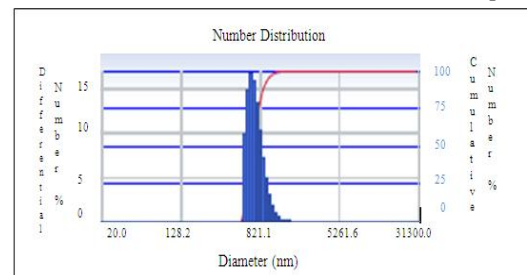
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) BSCCO-2223

Pengujian ukuran partikel sampel bahan dasar BSCCO, dilakukan dengan menggunakan PSA yang hasilnya ditunjukkan seperti pada gambar berikut:

Gambar 3. Hasil distribusi bahan dasar BSCCO 2223

Tabel 3.1. Hasil Distribusi Sampel



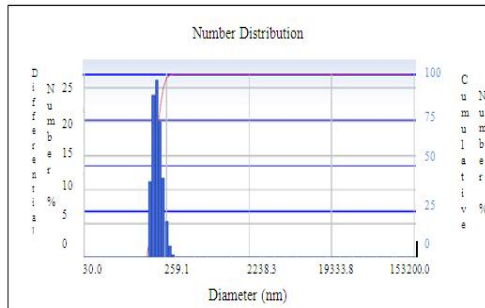
Microsuperkonduktor BSCCO-2223

Peak	Diameter (nm)	Std.Dev
1	741.7	146.5
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
Average	741.7	146.5

Tabel 3.1 memperlihatkan distribusi partikel sampel BSCCO-2223, dimana dapat diketahui bahwa diameter partikel BSCCO sebesar 741.7 nm.

3.2. Hasil Pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) B(Pb, Sn)SCCO

Pengujian ukuran partikel sampel bahan dasar B(Pb, Sn)SCCO, dilakukan dengan menggunakan PSA dan hasilnya diperlihatkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. Hasil distribusi bahan dasar B(Pb, Sn) SCCO

Tabel 3.2. Hasil Distribusi Sampel Microsuperkonduktor B(Pb, Sn)SCCO

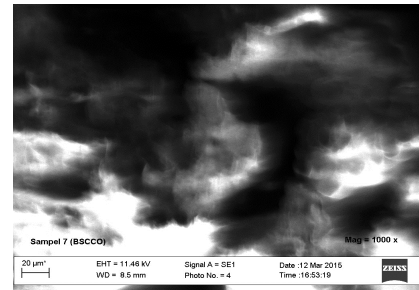
Peak	Diameter (nm)	Std.Dev
1	205.4	26.6
2	117.555	13.557
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
Average	207.8	532.9

Tabel 3.2 Memperlihatkan hasil distribusi sampel B(Pb,Sn)SCCO, dimana dapat diketahui bahwa diameter partikel B(Pb,Sn)SCCO sebesar 207.8 nm.

3.3. Hasil Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*) BSCCO-2223

1.3.1. Morfologi permukaan BSCCO

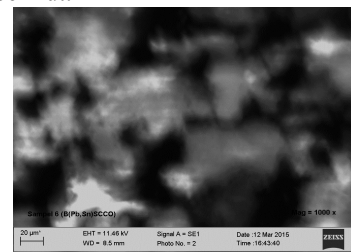
Analisa morfologi permukaan dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM), hasil perbesaran, 1000 kali dari sampel BSCCO-2223 diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Morfologi Sampel BSCCO-2223 perbesaran 1000 X. permukaan sampel memperlihatkan kumpulan senyawa nitrat yang tidak merata.

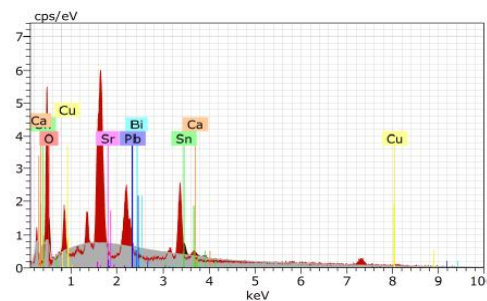
3.3.2 Morfologi Permukaan B(Pb, Sn)SCCO

Analisa morfologi permukaan dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) dari sampel B(Pb,Sn)SCCO dengan perbesaran 1000 kali diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 6. Morfologi Sampel

B(Pb,Sn)SCCO perbesaran 1000 kali Hasil gumpalan senyawa nitrat lebih merata dibanding dengan BSCCO-2223 selanjutnya hasil EDAX untuk sampel B(Pb,Sn)SCCO dinyatakan sebagai berikut:



Spectrum: Acquisition

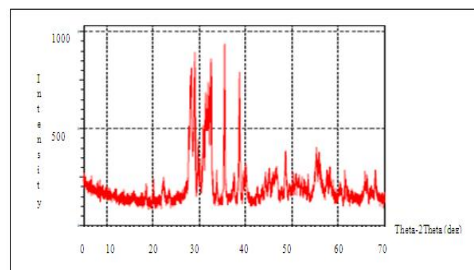
Element	Series	un. C	norm. C	Atom. C	Error (1 Sigma)
		[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[wt.%]
Oxygen	K-series	2.03	45.86	86.49	0.38
Tin	L-series	2.30	51.86	13.18	0.11
Lead	M-series	0.10	2.28	0.33	0.03
Bismuth	M-series	0.00	0.00	0.00	0.00
Strontium	L-series	0.00	0.00	0.00	0.00
Copper	L-series	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcium	K-series	0.00	0.00	0.00	0.00
Total:		4.43	100.00	100.00	

Gambar 7. Hasil EDAX Sampel B(Pb,Sn)SCCO

Dari hasil tersebut dapat diperlihatkan kandungan sampel superkonduktor B(Pb,Sn) SCCO.

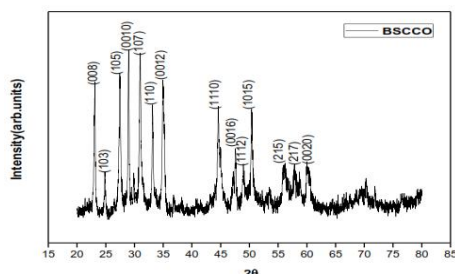
3.4. Hasil Pengujian XRD

Pola difraksi sinar-X, B(Pb, Sn)SCCO memberi hasil puncak-puncak intensitas hamburan sinar-X untuk sudut tertentu dan memberi merupakan jarak antar bidang hamburan serta fasa kristal yang dapat dilihat dari gambar pola-pola difraksi dan tabel data hasil analisa XRD. Hasil difraksi sinar-X fasa B(Pb, Sn)SCCO menunjukkan bahwa superkonduktor tersebut mempunyai parameter kisi yaitu: $a = 20.8710 \text{ \AA}$, $b = 9.4960 \text{ \AA}$ $c = 5.6000 \text{ \AA}$ hasil parameter ini dapat memberi kesimpulan bahwa struktur kristal B(Pb, Sn)SCCO adalah orthorhombic.



Gambar 8. Pola difraksi B(Pb,Sn)SCCO menggunakan dopan Sn = 0,30001 gr dan Pb = 0,4002gr

Hasil difraksi B(Pb,Sn)SCCO ini dapat dibanding dengan hasil BSCCO yang dinyatakan sebagai berikut:



Gambar 9. Pola difraksi Superkonduktor BSCCO

Pola difraksi pada sudut yang sama memberi identitas atau parameter yang sama.

3.5. Uji Sifat Meissner

Bahan superkonduktor B(Pb,Sn)SCCO diuji efek Meissner untuk mengetahui bahwa superkonduktor tersebut menampilkan sifat diamagnetik. Pengujian efek *Meissner* diperoleh hasil levitasi sekitar 2,5 cm.



Gambar 10. Uji efek Meissner B(Pb,Sn)SCCO

4. Kesimpulan dan Saran

Superkonduktor B(Pb,Sn)SCCO dari bahan nitrat (teknis) telah berhasil dibuat dan apabila dibanding dengan pembuatan superkonduktor BSCCO atau B(Sn)SCCO sintesis pembuatannya relatif lebih sederhana. Diameter partikel BSCCO dan B(Pb,Sn)SCCO masing-masing 741.7 nm dan 207.8 nm. Superkonduktor mempunyai struktur kristal ortorombik dengan parameter kisi $a = 20.8710 \text{ \AA}$, $b = 9.4960 \text{ \AA}$ $c = 5.6000 \text{ \AA}$ dan uji efek Meissner sekitar 2,5 cm.

Bahan pembuatan superkonduktor dan doping sebaiknya bahan yang tingkat kemurniannya tinggi (proanalisis), dapat diperkirakan dengan ukuran partikel semakin kecil akan memberi bahan superkonduktor yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Culha. O, Birlik. I, Toparli. M, Celik. E, Engel. S, Holzapfel. B, Characterization and Determination of Mechanical Properties of YBCO Superconducting Thin Films with Manganese Using The TFA-Mod Method, J. Materiali in Technologije/ Materials and Technology. 47 2 (2013), p. 153-160
- [2]. Mahmood. R, Iqbal. M. J, Synthesis and Characterization of (Thallium-Tin) doped Bismuth based Superconducting Materials,

Journal of Chemical Engineering and Material Science. **3** 3 (2012), p 30-37

- [3] Fruth. V, Tanase. G, Atkinson. I, Cusu. P. J, Aldica, Zaharescu. M, Synthesis and Characterization of Glass-Ceramic Superconductors (Pb, B)-Doped Bi-Sr-Ca-Cu-O System, Rev. Roum.Chim. **59** (6-7) (2014), p 375-383
- [4] Zelati. A, Amirabadizadeh. A, Kompany. A, Salamati. H, Sonier. J, Effect of Dy₂O₃ Nanoparticle Addition on Structural and Superconducting Properties of BSCCO, Indian Journal of Science and Technology. **7** 2 (2014), p 123-134
- [5] Miler. W, Borowko. K, Gazda. M, Stizza. S, Natali. R, Superconducting Properties of BiPbSrCaCuO and BiSrCaCuO Glass-Ceramics, Acta Physica Polonica. 109 4-5 (2006), p 627-631
- [6]. Mony. A, Isac. J, Fabrication and Analysis of Nanocrystalline Superconductor YSrBiCuO at Different Calcination Temperatures, International Journal of Science and Research (IJSR), **3** 12 (2012), p 2055-2063