

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Superkonduktor adalah bahan yang dapat menghantarkan arus listrik tanpa hambatan. Gejala superkonduktivitas pertama kali ditemukan oleh seorang Fisikawan Belanda Heike Kamerlingh Onnes pada tahun 1911 di Leiden Belanda. Dalam penelitiannya, hambatan listrik merkuri (Hg) mendadak menuju nol ketika suhunya diturunkan sampai mendekati 4K atau  $-269^{\circ}\text{C}$ . Temperatur terjadinya peristiwa superkonduktivitas disebut dengan temperatur transisi atau *temperature kritis* ( $T_c$ ), dimana suatu bahan berada dalam fase transisi yaitu dari kondisi memiliki hambatan listrik normal ke kondisi superkonduksi. Sejak ditemukan material superkonduktor oleh H.K Onnes, penelitian tentang bahan superkonduktor terus dikembangkan untuk mendapatkan material superkonduktor dengan sifat-sifat/ karakteristik yang lebih baik (Windartun, 2008).

Seiring perkembangan teknologi, superkonduktor semakin banyak digunakan, misalnya kereta api super cepat yang dikenal dengan sebutan *Magnetic Levitation* (*MagLev*) dan pembuatan elektromagnet. Kendala yang dihadapi pada aplikasi bahan superkonduktor adalah sifat superkonduktivitas bahan hanya akan muncul pada suhu yang amat rendah, jauh di bawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Hal ini mulai teratasi setelah ditemukan superkonduktor temperatur tinggi atau lebih dikenal sebagai

superkonduktor suhu kritis tinggi (SKST). Pada umumnya SKST berupa senyawa multikomponen dan memiliki multifase, disamping sifat anisotropis yang berhubungan dengan struktur berlapis dan efek fluktuasi termal (Darminto dkk.,1999). Salah satu bahan superkonduktor suhu kritis tinggi yang penting adalah sistem Bi-Sr-Ca-Cu-O (BSCCO). Dalam sistem ini dikenal 3 fase superkonduktif yaitu fase Bi-2201 ( $T_c \sim 10$  K), Bi-2212 ( $T_c \sim 80$  K), dan Bi-2223 ( $T_c \sim 110$  K) (Yulianti, 2004). Superkonduktor BSCCO memiliki sifat mekanik yang bagus, sehingga mudah dibentuk, tidak mudah patah, tidak beracun dan dapat dikembangkan untuk pembuatan lapisan tipis. Fase 2223 paling potensial untuk aplikasi dibandingkan dengan fase-fase lainnya karena suhu kritisnya tinggi. Kendala yang dihadapi dalam mendapatkan fase 2223 murni adalah ketika mensintesis fase 2223 masih tercampuri dengan fase lain yang tidak menguntungkan maupun pengotor seperti  $\text{Ca}_2\text{PbO}_4$  (Purwati, 2002).

Senyawa superkonduktor berbasis Bi (BSCCO), umumnya disintesis dari bahan awal berupa oksida Bi, Sr, Ca, dan Cu (Zavaritsky *et al.*, 1990). Dalam sintesis superkonduktor BSCCO-2223 sulit mendapatkan BSCCO-2223 fase tunggal. Meskipun telah ditemukan metode *Travelling Solvent Floating Zone* (TSFZ) yang mampu menghasilkan BSCCO-2223 dengan kemurnian sangat tinggi, namun metode ini memiliki kendala berupa biaya yang relatif mahal (Revcolevshi & Jegoudez, 1997). Selain itu telah dilakukan penambahan doping Pb (Mizuno *et al.*, 1988) yang bertujuan mempercepat pertumbuhan dan peningkatan fraksi volumenya (Suharta, 1997). Tetapi metode ini belum mampu menghasilkan fase 2223 sepenuhnya dalam fase tunggal (Marhaendrajaya, 2001).

Penggunaan doping Pb dalam sintesis superkonduktor sistem Bismut, selain memudahkan pembentukan senyawa bersangkutan dengan tingkat kemurnian fase yang tinggi, juga berperan menentukan sifat senyawa yang dihasilkan. Karena kemiripan ukuran ion dan valensi dari atom Pb, maka penambahan Pb sebagai doping menghasilkan substitusi atom Bi oleh atom Pb pada lapisan ganda Bi-O (Ningrum, 2006). Doping Pb pada fraksi 0,4 merupakan fraksi yang dapat menghasilkan BSCCO-2223 dengan sifat yang sangat baik (Yuliati, 2010; Rachmawati, 2009).

Selain penambahan doping Pb, penambahan Ca juga dapat mempengaruhi pembentukan fase dalam sistem BSCCO (Ginley *et al.*, 2002). Penambahan kadar Ca dalam sampel dapat meningkatkan fraksi volume BSCCO-2223 dengan nilai fraksi volume tertinggi adalah 86,09% yang dicapai pada kadar Ca sebesar 2,10 fraksi mol (Afriani, 2013).

Suhu sintering sangat berpengaruh terhadap pembentukan fase dan struktur mikro (Saputra, 2010). Sehingga diperlukan parameter sintesis yang tepat untuk memperoleh fase tunggal BSCCO-2223. Pemilihan suhu selama sintesis mengacu pada diagram fase (Strobel *et al.* 1992). Diagram fase menyatakan hubungan antara suhu dan komposisi pembentukan superkonduktor BSCCO. Berdasarkan diagram fase, superkonduktor fase 2223 mulai terbentuk pada rentang suhu 835°C-857°C untuk metode padatan. Parameter proses sintesis superkonduktor  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}$  dengan doping Pb yang relatif baik diperoleh pada suhu kalsinasi 800°C selama 10 jam dan suhu sintering 840°C selama 20 jam,

dengan nilai fraksi volume 78,23% dan derajat orientasi sebesar 43,62% (Hakim, 2007).

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian pengaruh suhu sintering dalam sintesis superkonduktor BSCCO-2223 dengan doping Pb 0,4 fraksi mol (BPSCCO-2223) dan penambahan Ca 2,10 fraksi mol. Aspek yang dipelajari dalam penelitian ini adalah tingkat kemurnian fase yang terbentuk dengan menghitung nilai fraksi volume, derajat orientasi dan impuritas. Hasil yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu sintering terhadap pembentukan fase BPSCCO-2223 pada kadar Ca = 2, 10?
2. Berapa suhu sintering yang dapat menghasilkan fase BPSCCO-2223 relatif baik?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu sintering terhadap kemurnian fase bahan superkonduktor BPSCCO-2223 (menghitung fraksi volume, derajat orientasi, dan impuritas).

2. Mengetahui suhu sintering yang relatif paling baik pada pertumbuhan fase bahan superkonduktor BPSCCO-2223.

#### **D. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sintesis superkonduktor BPSCCO-2223 dilakukan dengan metode reaksi padatan dengan kadar doping Pb sebanyak 0,4 fraksi mol dan Ca sebanyak 2,10 fraksi mol.
2. Kalsinasi dilakukan pada suhu 800°C selama 10 jam dan variasi suhu sintering yang dilakukan adalah 840°C, 845°C, 850°C, dan 855°C selama 20 jam.
3. Penentuan tingkat kemurnian fase dilakukan dengan karakterisasi XRD dan mikrostruktur dengan karakterisasi SEM.
4. Penelitian ini tidak melihat pengaruh konduktivitas, efek Meissner, dan rapat arus kritis ( $J_c$ ) superkonduktor yang terbentuk.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh variasi suhu sintering terhadap pembentukan fase BPSCCO-2223 pada kadar Ca = 2,10 fraksi mol.
2. Memberikan informasi mengenai suhu sintering yang relatif baik dalam pembentukan fase BPSCCO-2223 pada kadar Ca = 2,10 fraksi mol.