

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Superkonduktor merupakan suatu bahan dengan konduktivitas tak hingga, karena sifat resistivitas nol yang dimilikinya dan dapat melayang dalam medan magnet. Kedua sifat ini tampak pada saat bahan ini berada di bawah kondisi parameter kritisnya (Sukirman, dkk, 2010).

Sejak ditemukan gejala superkonduktivitas oleh fisikawan Belanda Heike Kammerlingh Onnes pada tahun 1911 (Kittel, 1986), penelitian mengenai superkonduktor semakin gencar dilakukan, baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Penelitian dilakukan dalam skala besar untuk industri maupun skala kecil untuk laboratorium, baik dalam bentuk *bulk* maupun *film* tipis.

Awalnya sifat superkonduktivitas bahan hanya terjadi pada suhu yang amat rendah, jauh di bawah 0°C. Dengan demikian niat penghematan pemakaian daya listrik masih harus bersaing dengan biaya pendinginan yang harus dilakukan. Hal tersebut menjadi permasalahan utama dalam pemanfaatan superkonduktor. Pada saat ini ilmuwan masih melakukan penelitian untuk mendapatkan bahan superkonduktor yang berada dalam suhu kamar. Untuk merealisasikan rencana besar ini, ilmuwan masih mengalami banyak kendala, antara lain membuat bahan superkonduktor yang memiliki suhu kritis mendekati suhu ruang,

mempunyai fase murni, densitas tinggi, homogenitas tinggi, ukuran kristal yang besar, rapat arus kritis tinggi ( $T_c$ ), dan medan magnetik kritis tinggi ( $H_c$ ), sehingga pengaplikasiannya tidak memerlukan biaya yang mahal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap bahan-bahan baru yang berpotensi menghasilkan superkonduktor suhu ruang (Cyrot and Pavuna, 1992).

Pada awal tahun 1988, ditemukan beberapa bahan superkonduktor oksida yaitu Bi-Sr-Ca-Cu-O dan Ti-Ba-Ca-Cu-O yang memiliki temperatur kritis ( $T_c$ ) berturut-turut 110 K (-163°C) dan 125 K (-148°C) (Sukirman, dkk, 2003; Darminto, dkk, 1999). Sedangkan untuk superkonduktor berbasis bismuth (Bi), sampai saat ini telah dapat dibuat beberapa fase yaitu Bi-1212, Bi-2201 ( $T_c=10$  K), Bi-2212 ( $T_c=80$  K), Bi-2223 ( $T_c=110$  K) (Frank *et al.*, 1996; Chu, *et al.*, 1997; Maple, 1998; Yulianti, 2004).

Diantara superkonduktor berbasis bismuth, senyawa superkonduktor BSCCO berfase  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  (Bi-2212) merupakan bahan superkonduktif yang mudah membentuk fase senyawa dalam padatan polikristal dan tersedia metode yang tepat dalam menumbuhkan kristal tunggal. Oleh karena itu, senyawa Bi-2212 banyak dijadikan model studi untuk superkonduktor berbasis bismuth (Darminto, 2002).

Senyawa superkonduktor berbasis Bi (BSCCO), umumnya disintesis dari bahan awal berupa oksida Bi, Sr, Ca dan Cu (Zavaritsky, *et al.*, 1990). Penelitian tentang superkonduktor BSCCO untuk memperoleh senyawa superkonduktor  $T_c$  tinggi dengan tingkat kemurnian tinggi telah banyak dilakukan, misalnya penelitian yang dilakukan oleh Harnova (2005) dengan membuat superkonduktor Bi-2212 tanpa

doping Pb yang dihasilkan melalui proses kalsinasi dan sintering yang terpisah. Kemudian penambahan doping Pb pada Bi-2212 yang meningkatkan derajat orientasi kristal yang terbentuk (Nurmalita, 2002; Ghofur, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian tentang variasi suhu kalsinasi dan sintering pada sintesis superkonduktor Bi-2212 dengan doping Pb, diperoleh kesimpulan bahwa fraksi volume (Fv) tertinggi diperoleh pada suhu sintering 820°C yaitu 82,9% (Ningrum, 2006). Penelitian lain juga dilakukan untuk melihat pengaruh dari variasi CaCO<sub>3</sub> terhadap superkonduktor BPSCCO-2212 dan diperoleh Fv tertinggi saat kadar Ca=1,10 yaitu 87,26% dan secara umum kristal yang terbentuk sudah terorientasi (Larasati, 2013).

Sintesis superkonduktor sistem BSCCO banyak dilakukan dengan metode reaksi padatan (*solid state reaction method*). Metode ini memiliki keuntungan antara lain mudah dilakukan, sederhana serta tidak mahal dalam mensintesis bahan superkonduktor. Metode ini diharapkan akan mendapatkan homogenitas yang tinggi. Sedangkan, parameter penting pada proses reaksi padatan (*solid state reaction method*) ini diantaranya proses pemanasan, pengontrolan suhu, dan waktu (Santosa, dkk, 1996).

Pada penelitian ini dilakukan variasi suhu sintering pada sintesis superkonduktor Bi-2212 dengan doping Pb (BPSCCO-2212) pada kadar Ca=1,10. Sintesis dilakukan dengan metode reaksi padatan dan hasilnya dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Analisis XRD dilakukan dengan program *celref*. Untuk mengetahui tingkat kemurnian fase bahan superkonduktor Bi-2212 dengan doping Pb

(BPSCCO–2212) yang terbentuk, dilakukan dengan menghitung fraksi volume ( $F_v$ ), derajat orientasi ( $P$ ), dan impuritas ( $I$ ).

## **B. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu sintering terhadap pembentukan fase bahan superkonduktor BPSCCO–2212 pada kadar Ca=1,10.
2. Bagaimana tingkat kemurnian fase bahan superkonduktor BPSCCO–2212 pada kadar Ca=1,10 dengan menghitung fraksi volume ( $F_v$ ), derajat orientasi ( $P$ ), dan impuritas ( $I$ ).

## **C. Batasan Masalah**

Sedangkan batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sintesis superkonduktor Bi-2212 dengan doping Pb (BPSCCO–2212) dilakukan menggunakan metode reaksi padatan (*solid state reaction method*).
2. Kadar Ca yang digunakan 1,10.
3. Sampel dikalsinasi pada suhu 800°C selama 10 jam.
4. Sampel disintering selama 20 jam dengan variasi suhu sintering ( $T_s$ )=815°C, 820 °C, 825°C, dan 830°C.
5. Hasil yang diperoleh kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
6. Analisis kuantitatif pola difraksi sinar-X hasil sintesis dilakukan menggunakan program *celref*.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu sintering terhadap pembentukan fase bahan superkonduktor Bi-2212 dengan doping Pb (BPSCCO-2212) pada kadar Ca=1,10.
2. Mengetahui tingkat kemurnian fase bahan superkonduktor Bi-2212 yang terbentuk dengan penambahan doping Pb dan kadar Ca=1,10 (menghitung fraksi volume (Fv), derajat orientasi (P), dan impuritas (I)).

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

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Meningkatkan penguasaan dalam bidang superkonduktor, terutama dalam proses sintesisnya.
2. Memperoleh informasi tentang pengaruh variasi suhu sintering terhadap pembentukan fase bahan superkonduktor BPSCCO-2212 pada kadar Ca=1,10.
3. Menghasilkan referensi ilmiah yang dapat memberikan informasi yang lebih lengkap tentang superkonduktor sistem BPSCCO-2212 pada kadar Ca=1,10 yang disintesis menggunakan metode reaksi padatan (*solid state reaction method*).