

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fenomena superkonduktivitas pertama kali ditemukan oleh seorang fisikawan Belanda, Heike Kamerlingh Onnes, dari Universitas Leiden pada tahun 1911. Teknologi superkonduktor mulai berkembang pesat sejak ditemukannya *High Temperature Superconductor* (HTS) pada tahun 1986. HTS pada umumnya merupakan senyawa multi komponen yang memiliki sejumlah fase struktur yang berbeda, dan struktur kristal yang rumit (Usman, 2015). Bahan HTS telah dikembangkan dalam aplikasi teknologi yang bervariasi luas, mulai dari aplikasi piranti elektronik, transmisi daya berkapasitas besar, peralatan yang menggunakan medan magnet berkekuatan tinggi, sampai dengan berbagai peralatan teknik yang mengandalkan efek levitasi magnetik seperti misalnya SMES (*superconducting magnetic energy storage system*) (Nurmalita, 2013). Sampai sekarang Penelitian HTS terus dilakukan untuk menemukan superkonduktor dengan suhu kritis (T_c) yang lebih tinggi sehingga bahan superkonduktor tidak perlu mendapatkan perlakuan ekstrim (suhu sangat dingin) untuk mendapatkan sifat penghantarnya yang super (Aji, 2010).

Salah satu superkonduktor yang memiliki suhu kritis (T_c) tinggi serta terus dikembangkan ialah superkonduktor BSCCO. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh H.Maeda pada tahun 1988 teridentifikasi bahwa superkonduktor BSCCO memiliki tiga fasa yaitu fasa 2201, fasa 2212, dan fasa 2223. Suhu kritis dari fasa-fasa tersebut secara berturut ialah 20 K, 80 K, dan 110 K. Fasa 2223 merupakan fasa yang paling potensial untuk aplikasi dibandingkan dengan fasa-fasa lainnya karena suhu kritisnya tinggi. Namun, pembentukan superkonduktor BSCCO fasa 2223 sulit untuk didapatkan karena jangkauan temperatur pembentukan superkonduktor fasa 2223 sangat pendek sehingga untuk dapat mensintesis senyawa Bi-2223 yang stabil, substitusi atom Bi dengan atom Pb dapat digunakan untuk memperpanjang jarak modulasi (W.Prasuad, 1994). Dopan Pb mengakibatkan substitusi atom Bi oleh atom Pb pada lapisan ganda Bi-O. Ini

karena kemiripan ukuran ion dan nilai valensi dari atom Pb dengan atom Bi. Sehingga Substitusi Pb membantu menstabilkan superkonduktor BSCCO-2223 pada suhu kritis (T_c) dan juga meningkatkan fraksi volume pada fasa 2223 (Hooker, 1996).

Penelitian Widodo (2010) menyimpulkan bahwa penambahan doping Pb dalam superkonduktor BSCCO fase 2223 diketahui untuk meningkatkan fraksi volume sehingga menciptakan mutu kristal Bi-2223 yang baik dan meningkatkan suhu kritis superkonduktor BSCCO. Hasil fraksi volume BSCCO fase 2223 tanpa Pb dan doping Pb berturut-turut mencapai 85,80% dan 87,57% serta suhu kritisnya ialah 79,6 K dan 98,3 K, setelah sintering pada 840°C selama 8 jam. Sedangkan penelitian Hamadneh (2006) mendapatkan nilai fraksi volume pada Bi(Pb)-2223 dengan suhu sintering 850°C dengan variasi waktu $t = 24, 48,$ dan 100 jam berturut-turut ialah 97%, 97.5%, dan 98.7% dan suhu kritisnya 102 K, 102 K, dan 104 K.

Kerapatan butir dan tekstur yang tinggi juga merupakan faktor untuk menghasilkan superkonduktor BSCCO fasa 2223 dengan T_c yang tinggi. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa komposisi awal, penggerusan berulang, waktu sintering, dan suhu sintering memiliki pengaruh yang kuat pada pembentukan fasa 2223 (Rehman, 2010). Seperti penelitian Abbas (2015) yang melakukan tiga tahapan sintering serta penggerusan berulang pada bahan superkonduktor $\text{Bi}_{2-x}\text{Li}_x\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ dengan sintering I dan II pada suhu 850°C selama 50 jam kemudian sintering III pada suhu 830°C untuk 40 jam, hasil analisis menunjukkan bahwa superkonduktor memiliki T_c yang paling tinggi yakni sampai 130 K.

Selain untuk mendapatkan superkonduktor fasa 2223, penelitian-penelitian yang dilakukan beberapa tahun terakhir ini telah menggunakan penambahan untuk memperbaiki sifat-sifat bahan dasar cuprate dengan senyawa karbon seperti *carbon nanotube*, SiC, dan B_4C . Penambahan CNT pada superkonduktor BSCCO diketahui memperkecil ukuran butir sehingga dapat memperbesar rapat arus kritis (J_c), seperti pada penelitian Galvan (2000) yang melakukan penambahan CNT pada superkonduktor BSCCO-2212 dan mendapatkan rapat arus kritis (J_c) dari

$76,22 \times 10^6 \text{ A/m}^2$ menuju $89,84 \times 10^6 \text{ A/m}^2$. Pada penelitian Galvan (2008) menyimpulkan bahwa penambahan 0,008%wt CNT pada superkonduktor Bi-2212 juga memperbesar rapat arus kritis (J_c) dan ukuran butirnya semakin kecil namun tidak berpengaruh pada perubahan T_c . Sedangkan penambahan CNT pada BPSCCO-2223 komersil telah dilakukan oleh Saoudeh (2013) dan hasil pengukuran resistivitas sampel non-CNT dan dengan penambahan CNT masing-masing ialah 106,32 K dan 95,33 K.

Dalam pembuatan superkonduktor berkualitas tinggi, berbagai metode pembuatan dilakukan salah satunya ialah metode reaksi padatan. Metode ini digunakan karena prosesnya mudah dalam mensintesis bahan superkonduktor dan dapat menghasilkan BSCCO-2223 dengan kualitas cukup baik (Santosa, 1996). Darsono (2015) melakukan sintesis superkonduktor BPSCCO-2223 menggunakan metode reaksi padatan dan mendapatkan hasil T_c yang paling tinggi sebesar 98,93 K dengan suhu sintering 840°C selama 72 jam. Penelitian Hendrik (2016) mendapatkan T_c bahan superkonduktor BSCCO-2223 doping Pb sebesar 110 K menggunakan metode reaksi padatan dengan suhu sintering 865°C dan $t = 90$ jam.

Merujuk dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka penulis melakukan penelitian yaitu sintesis dan karakterisasi superkonduktor BPSCCO-2223 dengan penambahan CNT dengan proses sintering berulang. Dalam penelitian ini dilakukan sintesis superkonduktor BPSCCO-2223 dengan penambahan CNT dengan menggunakan metode reaksi padatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dituliskan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh sintering berulang pada bahan superkonduktor BPSCCO-2223 tanpa penambahan CNT dan menggunakan penambahan 0,1wt% CNT ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan CNT bahan superkonduktor BPSCCO-2223 ?

1.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada superkonduktor $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}+\text{CNT}_x$ ($x=0$ dan $0,1\%$ wt) dengan proses sintering berulang sebanyak 3 kali pada temperatur 850°C selama 30 jam yang menggunakan bahan dasar Bismuth (III) Oksida (Bi_2O_3), Strontium Carbonat (SrCO_3), Calcium Carbonat (CaCO_3), Copper (II) Oksida (CuO), Timbal (IV) oksida (PbO_2), dan *Carbon nanotube* (CNT) dengan metode reaksi padatan. Kemudian bahan superkonduktor dikarakterisasi melalui uji efek Meissner, uji SEM, uji XRD, dan uji *Cryogenic Magnet*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh sintering berulang pada bahan superkonduktor BPSCCO-2223 tanpa penambahan CNT dan menggunakan penambahan $0,1\text{wt}\%$ CNT.
2. Menganalisis pengaruh penambahan CNT pada bahan superkonduktor BPSCCO-2223.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dasar tentang sifat karakteristik superkonduktor suhu tinggi dari suatu sampel bahan superkonduktor BSCCO-2223.
2. Memberikan informasi dalam pengembangan material superkonduktor BSCCO-2223 yang merujuk pada aplikasi superkonduktor dalam industri.