

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Di era *society* 5.0 sekarang ini kehidupan sosial manusia tidak dapat terlepas dari teknologi. Teknologi berkembang dengan pesat sehingga dapat mempermudah kehidupan manusia. Dalam perkembangan teknologi digital memerlukan material dengan sifat-sifat elektrik khusus misalnya semikonduktor, konduktor dan resistor. Superkonduktor juga sedang banyak diteliti dan diharapkan dapat diterapkan pada superkomputer karena memiliki kemampuan komputasi lebih cepat daripada komputer biasa (Maulana *et al.*, 2019).

Superkonduktor merupakan material yang dapat mengalirkan arus listrik tanpa hambatan (resistansi nol) pada temperatur di bawah temperatur kritisnya ( $T_c$ ) (Huebener, 2013). Selain itu superkonduktor juga merupakan material yang dapat menolak medan magnet, sehingga jika superkonduktor diletakkan di dekat magnet maka superkonduktor tersebut akan terkunci dan nampak seperti melayang. Karena sifatnya tersebut, sudah terdapat banyak aplikasi dari superkonduktor diantaranya yaitu pada mesin *magnetic resonance imaging* di rumah sakit, *levitasi* magnetik pada kereta berkecepatan tinggi, kabel HTS dengan energi terbuang yang minim, pengurangan AC loss pada transformator dan Josephson junctions (Gao, 2021).

Namun dalam prakteknya superkonduktor masih perlu untuk didinginkan secara *cryogenic* menggunakan nitrogen cair untuk dapat mencapai temperatur yang lebih rendah dari temperatur kritisnya ( $T_c$ ). Superkonduktor  $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

yang memiliki  $T_c$  relatif tinggi saja masih perlu didinginkan hingga temperatur 90K atau  $-183^\circ\text{C}$  (Tinkham & Lobb, 1989). Oleh karena itu perlu dilakukan sedikit modifikasi pada material superkonduktor agar dapat mengaktifkan sifat superkonduktor pada temperatur yang lebih tinggi.

Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa terdapat pengaruh positif pemberian *dopping* terhadap sifat intrinsik superkonduktor, yang meliputi kekuatan material, rapat arus dan temperatur kritis. Shams & Ranjbar (2019) melaporkan bahwa peningkatan persentase doping *silver* (Ag) pada superkonduktor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  meningkatkan temperatur kritis superkonduktor ( $T_c$ ) yang diukur dari metode *four point probe*. Sahoo *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa pemberian *dopping* dapat meningkatkan temperatur kritis ( $T_c$ ) material superkonduktor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , yang dimana dalam penelitian tersebut diberikan doping *carbon nanotube*. Kemudian menurut Sichani *et al.* (2020) substitusi elemen nonmagnetik dan magnetik seperti Zn dan Ni, untuk gugus Cu di  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , memodifikasi mekanisme penyematan fluks dalam senyawa kemudian menyebabkan rapat arus kritis ( $J_c$ ) meningkat.

Nikel (Ni) merupakan unsur paling melimpah ke-24 di kerak bumi, terdiri dari sekitar 3% komposisi bumi. Nikel adalah elemen paling melimpah ke-5 menurut beratnya setelah besi, oksigen, magnesium dan silikon. Unsur ini merupakan anggota dari seri transisi dan bagian dari grup VIII B dari tabel periodik bersama dengan besi, kobalt, paladium, platinum dan lima elemen lainnya (Cempel & Nikel, 2006). Nikel adalah unsur alami yang dapat eksis dalam berbagai bentuk mineral. Sebagai anggota dari seri logam transisi, unsur ini tahan

korosi oleh udara, air dan alkali, tetapi mudah larut dalam asam pengoksidasi encer.

Unsur nikel (Ni) dapat digunakan sebagai doping dalam men-sintesis material superkonduktor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ . Pada material superkonduktor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , unsur nikel dapat digunakan untuk mensubstitusi beberapa atom Yttrium (Y) (Sichani *et al.*, 2020). Pemberian doping nikel diharapkan dapat meningkatkan atau memperbaiki karakteristik dari superkonduktor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ . Unsur nikel dalam kristal superkonduktor dapat memperbaiki karakteristik dari kritalinitas dan konektivitas antar partikel serta dapat meningkatkan kepadatan sehingga mampu menurunkan porositas, selain itu penambahan doping dapat menurunkan suhu sintering yang diperlukan untuk sintesis material superkonduktor (Herbirowo *et al.*, 2020).

Dalam penelitiannya Shakeripour *et al.* (2021) melaporkan terdapat peningkatan temperatur kritis ( $T_c$ ) yang diakibatkan substitusi unsur magnetis nikel (Ni) untuk gugus Yttrium pada superkonduktor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ . Namun pemberian doping nikel yang berlebih dapat merusak sifat superkonduktivitas dari sampel superkonduktor. Konsentrasi nikel lebih dari nilai optimal, yakni 0.04% mengakibatkan parameter sel pada arah  $c$  menurun dan panjang ikatan  $\text{Cu}(2)\text{-O}(2)$  mulai bertambah, menyebabkan bidang  $\text{CuO}_2$  mendatar. Perataan bidang  $\text{CuO}_2$  terjadi pada daerah doping Ni yang mengakibatkan  $T_c$  mulai menurun (Sichani *et al.*, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mendapatkan sebuah ide untuk melakukan penelitian memberikan *dopping* unsur nikel (Ni) pada material superkonduktor  $\text{Y}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  dengan harapan dapat meningkatkan

karakteristik yang dimiliki. Dimana sintesis material superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  akan dilakukan melalui metode reaksi padatan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana prosedur sintesis material superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  dengan *dopping* nikel melalui metode reaksi padatan?
- 1.2.2 Bagaimana karakteristik superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  dengan *dopping* nikel yang disintesis melalui metode reaksi padatan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilaksanakan yaitu:

- 1.3.1 Mensintesis material superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  dengan *dopping* nikel melalui metode reaksi padatan.
- 1.3.2 Menganalisis karakteristik superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  dengan *dopping* nikel yang disintesis melalui metode reaksi padatan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik bagi peneliti, lembaga maupun masyarakat. Secara teoretis dan praktis, manfaat dalam penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1.4.1 Secara teoretis, penelitian ini dapat dijadikan sebagai (1) menambah wawasan mengenai penambahan *dopping* nikel terhadap karakteristik dan proses sintesis material superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  melalui metode reaksi padatan, serta (2) sebagai bahan kajian untuk pengembangan

penelitian-penelitian selanjutnya dalam mensintesis dan mengkarakterisasi material superkonduktor  $Y_{1-x}Ni_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  dengan *dopping* nikel melalui metode reaksi padatan.

1.4.2 Secara praktis, penelitian ini dapat bermanfaat sebagai solusi terhadap masalah penggunaan energi listrik yang semakin meningkat melalui kabel listrik tanpa hambatan, piranti superkomputer dan kereta listrik levitasi berbasis superkonduktor berkecepatan tinggi.

### 1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini di batasi pada sintesis material superkonduktor YBCO dengan *dopping* nikel melalui metode reaksi padatan. Uji karakteristik sampel menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristal, metode *four point probe* untuk mengetahui temperatur kritis ( $T_c$ ), serta SEM untuk mengetahui morfologi permukaan dan ukuran partikel sampel.

