

## PENGARUH ANNEALING TERHADAP PEMBENTUKAN SUPERKONDUKTOR $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ FASA 123 HASIL HIGH ENERGY MILLING

Didin S. Winatapura, Yustinus P, Wisnu A. A, dan E. Sukirman

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN

Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

e-mail : didinsw@batan.go.id

### ABSTRAK

**PENGARUH ANNEALING TERHADAP PEMBENTUKAN SUPERKONDUKTOR  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  FASA 123 HASIL HIGH ENERGY MILLING.** Pengaruh *annealing* terhadap pembentukan superkonduktor YBCO fasa 123 hasil *High Energy Milling* (HEM) telah diteliti. Proses *milling* menggunakan metoda HEM dilakukan selama 30 jam dan diikuti dengan *annealing* pada 500 °C, 600 °C dan 700 °C selama masing-masing 10 jam. Kualitas serta kuantitas fasa-fasa di dalam cuplikan diukur dengan teknik difraksi sinar-X (XRD) dan dianalisis dengan metode *Rietveld*. struktur mikro cuplikan diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan sifat listrik cuplikan diukur dengan peralatan *probe* empat titik. Hasil analisis cuplikan menunjukkan bahwa *milling* selama 30 jam menyebabkan terjadinya deformasi dan dekomposisi parsial fasa 123 dengan membentuk fasa lain. Efek *annealing* dapat mendorong terjadinya proses rekristalisasi fasa 123 yang terdekomposisi sedemikian rupa sehingga terbentuk fasa 123 kembali dengan ukuran kristalit yang lebih halus. Dari hasil perhitungan dengan persamaan *Hall-Williamson*, diperoleh rata-rata diameter ukuran kristalit,  $D \approx 496 \text{ \AA}$  untuk cuplikan hasil *milling* dan  $D \approx 1.714 \text{ \AA}$  untuk cuplikan hasil *sinter*. Semakin kecil ukuran butiran fasa 123, permukaan kontak antar butiran semakin luas, oleh karenanya *link* antar butiran fasa 123 semakin kuat. (Rapat) arus kritis untuk cuplikan hasil *milling* diperoleh  $J_c \approx 23,74 \text{ A.cm}^{-2}$  dan  $J_c \approx 3,18 \text{ A.cm}^{-2}$  untuk cuplikan hasil *sinter*. Arus transport yang mengalir antar butir dalam fasa 123 semakin besar.

**Kata kunci :** *High energy milling*, *Annealing*, Rekristalisasi, Superkonduktor  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  fasa 123

### ABSTRACT

**EFFECT OF ANNEALING TO THE FORMATION OF THE 123 PHASE  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  SUPERCONDUCTOR PRODUCED BY HIGH ENERGY MILLING.** Effect of annealing to the formation of 123 phase  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  superconductor produced by high energy milling (HEM) has been investigated. The milling process by using HEM method was performed for 30 hours, and followed by annealing at 500 °C, 600 °C, and 700 °C for 10 hours. The phase quality and quantity inside the specimen was measured by X-rays diffraction technique (XRD), and analyzed using *Rietveld* method. The microstructure of the specimen was observed with *Scanning Electron Microscope* (SEM), and electric property of the specimen was measured with four point probe. The result showed that the milling for 30 hours caused the deformation and partial decomposition of 123 phase resulting in another phase. The anneal effect caused the recrystallization process of decomposed 123 phase in such way that reformed 123 phase having finer crystallite size. According to the calculation using the *Hall-Williamson's* equation, the diameter of the crystallite size,  $D$  was obtained of about 496 Å for milled specimen, and  $D \approx 1,714 \text{ \AA}$  for sintered specimen. By decreasing the 123 phase grain size, the intergrain contact surface became larger. It means that the intergrain link of 123 phase became stronger. The critical current (density) of milled specimen was obtained as  $J_c \approx 23.74 \text{ A.cm}^{-2}$ , and  $J_c \approx 3.18 \text{ A.cm}^{-2}$  for sintered specimen. Thus, the transport current that flowed intergrain inside 123 phase increased.

**Key words :** High energy milling, Annealing, Recrystallization, 123 Phase  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  superconductor