

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI STRUKTUR KRISTAL BAHAN OVER DOPED SUPERKONDUKTOR DOPING ELEKTRON $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\alpha-\delta}$ (ECCO)

YATI MARYATI[‡], MIRANDA SAVITRI, SITI NUR KHAYATI, KIKI WINDA, WAHYU ALAMSYAH, TOGAR SARAGI, RISDIANA

Program Studi Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363

Abstrak. Telah dilakukan pembuatan dan karakterisasi struktur kristal bahan superkonduktor doping elektron $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\alpha-\delta}$ (ECCO) dengan kandungan doping lebih besar dari keadaan optimum (*over doped*), yaitu $x=0.17, 0.18, 0.20$ untuk mengetahui pengaruh penambahan x terhadap struktur kristalnya. Proses *annealing* dilakukan pada rentang suhu $900-930^\circ\text{C}$ dengan variasi waktu antara 10-20 jam. Hasil XRD menunjukkan bahwa semua bahan yang telah diuji memiliki struktur kristal tetragonal. Parameter kisi a mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi doping Ce^{4+} . Hal tersebut dikarenakan jari-jari Ce^{4+} yang lebih kecil dibandingkan jari-jari Eu^{3+} .

Kata kunci : over-doped, struktur kristal, superkonduktor doping elektron

Abstract. Electron doped superconductors $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\alpha-\delta}$ (ECCO) with $x = 0.17, 0.18, 0.20$ have been prepared by solid state method in order to know the effect of doping concentration x to their crystal structure. It is found that with increasing x , lattice parameter decreased.

Keywords : crystal structure, electron doping superconductor, over-doped

1. Pendahuluan

Superkonduktor adalah material yang memiliki resistansi nol ketika didinginkan pada suhu tertentu[1]. Sebagian besar superkonduktor suhu tinggi merupakan senyawa *cuprate*. Salah satu karakteristiknya adalah adanya lapisan CuO_2 pada strukturnya. Ketika lapisan CuO_2 kelebihan elektron karena doping, maka akan dihasilkan superkonduktor doping elektron. Jika sebagian atom, misalnya pada Nd_2CuO_4 disubstitusi oleh Ce^{4+} maka lapisan CuO_2 akan kelebihan satu elektron dan akan membentuk sistem superkonduktor doping elektron[2].

Penelitian superkonduktor doping elektron sangat terbatas jumlahnya karena kesulitan dalam mengontrol kadar oksigen dalam bahan tersebut. Pengontrolan kadar oksigen dapat dilakukan dengan mengalirkan gas argon (Ar) dengan waktu dan suhu tertentu yang disebut dengan proses *annealing*, sehingga menghasilkan perubahan nilai kadar oksigen (δ). Nilai perubahan kadar oksigen dalam suatu senyawa ternyata akan berpengaruh terhadap sifat listrik, magnetik serta struktur kristal bahan tersebut[3].

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan superkonduktor doping elektron $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\alpha-\delta}$ (ECCO) dengan konsentrasi doping x lebih besar dari keadaan optimum (*over doped*) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan x terhadap struktur kristalnya.

2. Metode Penelitian

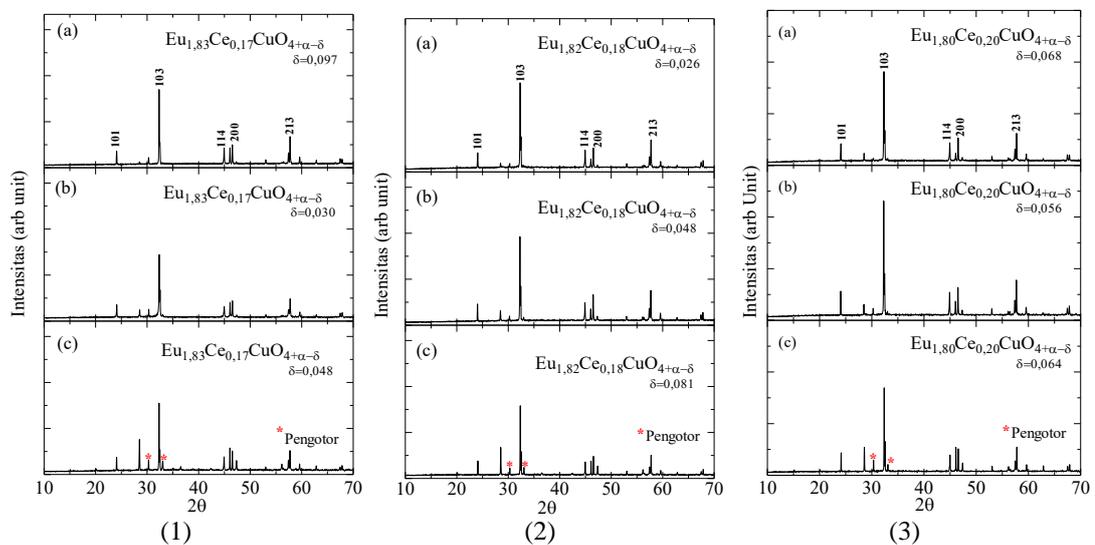
Pembuatan sampel $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4+\alpha-\delta}$ dengan $x=0.17, 0.18, 0.20$ dilakukan dengan metode reaksi padatan. Eu_2O_3 , CeO_2 , dan CuO disiapkan dan ditimbang dengan jumlah tertentu yang dihitung

[‡] email : t.saragi@phys.unpad.ac.id

menggunakan reaksi *solid-state*. Bahan yang telah ditimbang, kemudian digerus dan dipanaskan pada suhu 900°C selama 20 jam. Semua hasil pemanasan digerus ulang dan dilakukan *sintering* pada suhu 1050°C selama 16 jam. Setelah *sintering* pertama bahan dibentuk pellet dengan diameter 10 mm, *sintering* kedua dilakukan pada suhu yang sama. *Annealing* dilakukan pada suhu 900-930°C selama 10-20 jam. Seluruh bahan hasil *annealing* dihitung nilai δ dari perbedaan berat massa bahan sebelum dan sesudah *annealing*. Karakterisasi XRD dan resistivitas dilakukan dengan metode *four point probe* yang dilakukan di *Koike Lab. Tohoku University, Japan*

3. Hasil dan Pembahasan

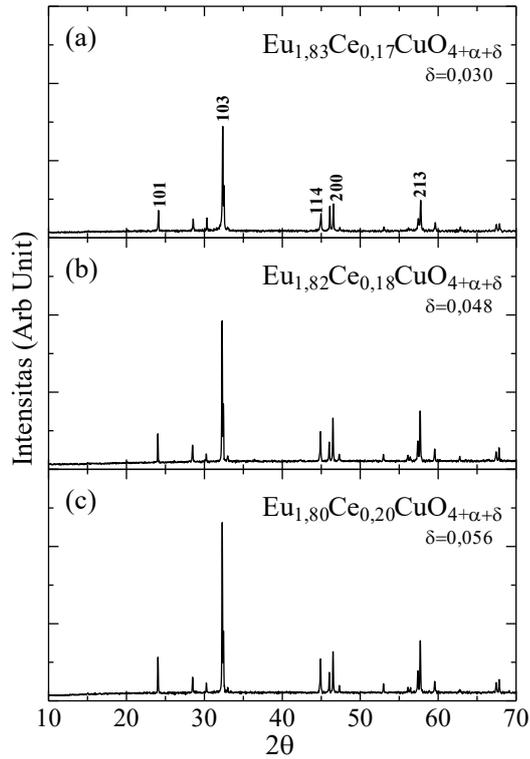
Hasil karakterisasi XRD sampel ECCO dengan konsentrasi doping Ce $x=0.17$, 0.18 , dan 0.20 diperlihatkan oleh Gambar 1.



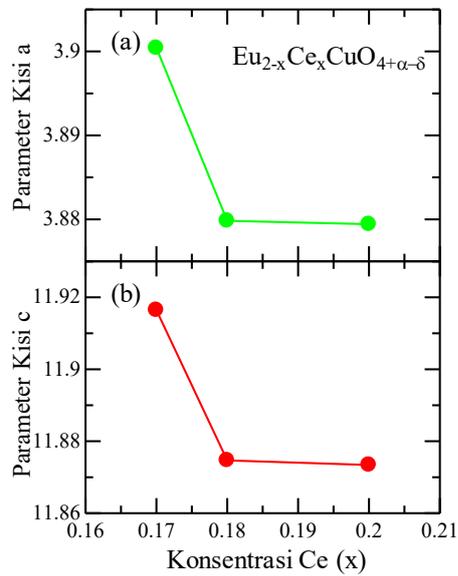
Gambar 1. Hasil karakterisasi pada sampel ECCO konsentrasi doping (1) $x=0.17$ dengan (a) $\delta=0.097$, (b) $\delta=0.029$, dan (c) $\delta=0.048$, (2) $x=0.18$ dengan (a) $\delta=0.026$, (b) $\delta=0.048$, dan (c) $\delta=0.091$, dan (3) $x=0.20$ dengan (a) $\delta=0.056$, (b) $\delta=0.068$, dan (c) $\delta=0.064$.

Puncak-puncak utama dari bahan ECCO telah teramati dengan baik. Namun demikian untuk $\delta=0.048$ (Gambar 1.1.c), $\delta=0.081$ (Gambar 1.2.c), dan $\delta=0.064$ (Gambar 1.3.c) terdapat puncak-puncak pengotor yang kemungkinan besar berasal dari puncak CuO_2 .

Hasil karakterisasi sampel ECCO dengan konsentrasi doping $x=0.17$, 0.18 dan 0.20 dengan δ masing-masing 0.030 , 0.048 , dan 0.056 diperlihatkan oleh Gambar 2. Dengan menggunakan software cell calculation, puncak-puncak utama pada Gambar 2 akan menghasilkan nilai parameter kisi a dan c.



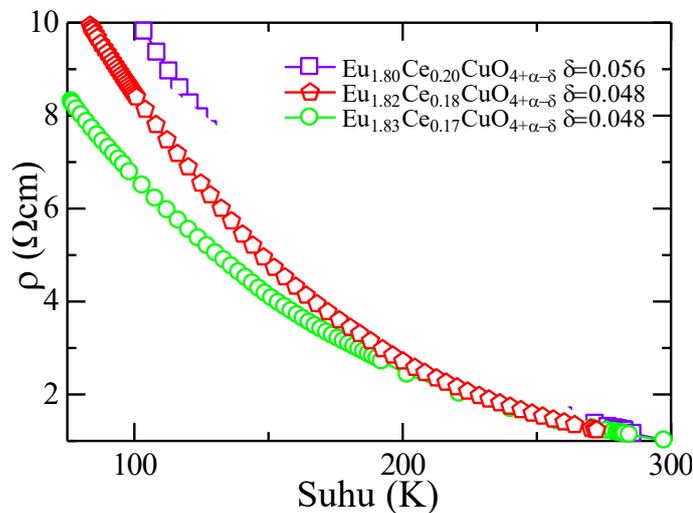
Gambar 2 Hasil karakterisasi pada sampel ECCO dengan doping (a) $x=0.17$, (b) $x=0.18$, dan (c) $x=0.20$



Gambar 3. Pengaruh penambahan konsentrasi doping pada bahan ECCO terhadap parameter kisi (a) a dan (b) c

Gambar 3 memperlihatkan pengaruh penambahan konsentrasi doping pada bahan superkonduktor ECCO terhadap parameter kisi a (Gambar 3.a) dan c (Gambar 3.b). Konsentrasi doping yang digunakan adalah $x=0.17$ dengan $\delta=0.047$, $x=0.18$ dengan $\delta=0.048$, dan $x=0.20$ dengan $\delta=0.056$. Nilai parameter kisi a dan c mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi doping.

Hal ini disebabkan penambahan Ce^{4+} yang memiliki jari-jari ion lebih kecil menggantikan sebagian atom Eu^{3+} yang merupakan senyawa utama yang mendominasi pada struktur kristal.



Gambar 4. Hasil pengukuran resistivitas dari suhu 4K sampai 300 K

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran resistivitas dari suhu 4 K sampai 300 K. Nilai resistivitas untuk semua sampel mengalami peningkatan seiring penurunan suhu, tidak ditemukan suhu kritis pada semua sampel yang telah diuji. Akan tetapi, dapat dilihat bahwa seiring penambahan doping yang diberikan, resistivitas pada suhu yang sama mengalami peningkatan.

4. Kesimpulan

Telah dilakukan pembuatan dan karakterisasi struktur kristal bahan over doped superkonduktor doping elektron ECCO dengan $x=0.17$, 0.18 , dan 0.20 . hasil karakterisasi XRD menunjukkan telah terbentuknya struktur kristal tetragonal untuk bahan superkonduktor. Parameter kisi a dan c menurun seiring dengan kenaikan konsentrasi Ce. Sedangkan nilai resistivitas meningkat dengan kenaikan x . Tidak ditemukan adanya T_c pada seluruh bahan yang telah diujikan.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Professor Yoji Koike dan anggota grup Koike Laboratory yang telah membantu dalam proses karakterisasi XRD dan Resistivity di *Departement of Applied Physics Graduate School of Engineering Tohoku University*.

DaftarPustaka

1. Mourachkine, Andrei. 2004. *Room Temperature Superconductivity*. 7 Meadow Walk Great Abington. Cambrige International Science Publishing : United Kingdom.
2. Risdiana. 2006. Disertasi: *μSR Study of Cu-spin fluctuation in hole and electron-doped high T_c superconductor cuprate*. Japan. Tohoku University
3. Risdiana. 2015. *Pengenalan Bahan SUPERKONDUKTOR Sifat Dasar dan Karakteristiknya*. Jatinangor : Unpad Press