

61F15  
2001  
0054

**SINTESIS SUPERKONDUKTOR  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$   
DENGAN PROSES PELELEHAN DAN KARAKTERISASINYA**

**SALMAH**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2001**

## *Kepadamu*

*Kepadamu yang memberi cinta  
Kepadamu yang memberi kasih dan sayang  
Kepadamu yang memberi kerinduan  
Kepadamu yang memberi semangat dan dorongan  
Kepadamu yang memberi arti  
Kepadamu yang memberi ilmu  
Kepadamu yang memberi hikmah  
Kepadamu yang memberi kebahagiaan  
Kepadamu yang memberi kemudahan  
Kepadamu yang memberi kedamaian  
Kepadamu yang memberi persahabatan  
Kepadamu yang memberi segala yang kubutuhkan*

*Untukmu .....*

*Kan slalu ada cintaku yang senantiasa mengalir bagai air  
Kan slalu ada doa yang kupanjatkan 'tuk kebahagiaan dan keselamatanmu  
Kan slalu ada waktuku untuk mengenangmu penuh kerinduan*

*Dan bagiku, "kau" akan slalu menjadi bagian dari lembaran kisah kehidupanku  
Jadi legenda yang setiap waktu dapat kuceritakan kepada dunia  
Dan ku ingin " kau" tahu dan merasakan.....  
Bahwa "kau" sangat penting dan berharga bagiku  
Yang senantiasa kan kusyukuri sepanjang hidupku*

Di atas semua itu, tak ada kata-kata yang dapat ku ukir untuk mengungkapkan semua perasaan ini, hanya Dia Yang Maha Tahu dan Maha Menilai semuanya.

*Teruntuk :*

*Emak dan babehku (Amsanah dan Saimi) yang tercinta(u to me are everything), Ayah bundaku; H. Chaerudin Sani dan ibu Hj Rukmiati (thanks 4 everything), Adik-adikku tersay; Nana (Yana Nurjanah), Nurali F, Ari Shobari, Aris Ardani, M.Sulhan dan Ridwan Firdaus (Jadilah cahaya mata untuk kedua orangtuamu dan jangan pernah jauh dari-Nya) you are my aim. Pak Engkir, pak Wisnu, pak Ridwan, pak Sulis dan semua Bapak dan Ibu di P3IB dan di BBI, Semua guru-guru dan dosen-dosenku yang tercinta. Abang-abangku; mas Lukman, mas Khoiril, mas Yanto, kak Umar, kak Yayan, mas Hermawan. Mpo-mpoku; te Dian, te Acih, te Yeti, te Ika, te Aneu, mba Rina, mba Ita dll. Sahabat-sahabatku; Hayat, Resista, Ani, Isah, Tia (nina), Shanti, Dian, Jajang, Edwin dan semuanya yang pernah memberi warna dalam kehidupanku.*

**SINTESIS SUPERKONDUKTOR  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$   
DENGAN PROSES PELELEHAN DAN KARAKTERISASINYA**

**S A L M A H**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana sains  
Pada  
Jurusan Fisika

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2001**

## RINGKASAN

**SALMAH.** Sintesis Superkonduktor  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  dengan Proses Pelelehan dan Karakterisasinya. Dibimbing oleh **AKHIRUDDIN MADDU** dan **ENGKIR SUKIRMAN**.

Superkonduktor adalah bahan yang memiliki resistansi nol dan dapat melayang di atas magnet. Kedua sifat itu tampak pada saat bahan berada di bawah kondisi parameter kritisnya, yaitu batas kemampuan bahan tersebut dalam: menghantarkan arus tanpa resistansi ( $J_c$ ) dan mempertahankan superkonduktivitasnya saat berada dalam medan magnet kritis ( $H_c$ ) selain kedua parameter ini, superkonduktivitas juga dibatasi oleh suhu kritis ( $T_c$ ) yaitu kondisi suhu yang harus dipenuhi agar bahan dapat menampilkan kedua sifat tersebut. Karena itu penelitian superkonduktor umumnya ditujukan untuk meningkatkan ketiga parameter kritis tersebut, agar bahan ini dapat diaplikasikan secara nyata.

Dalam upaya meningkatkan parameter kritis bahan tersebut, pada penelitian ini dilakukan proses sintesis superkonduktor dengan proses sintering yang kemudian dilanjutkan dengan proses pelelehan. Proses sintering merupakan proses yang telah umum digunakan, dan telah berhasil mendapatkan  $T_c$  yang tinggi. Namun harga  $J_c$  yang diperoleh masih relatif rendah. Hal ini disebabkan karena produk superkonduktor yang dihasilkan melalui proses ini memiliki banyak sumber-sumber "*weak link*" berupa pori, celah dan cacat kristal lainnya serta mengandung fasa-fasa non-superkonduktif. Proses pelelehan bertujuan untuk mereduksi sumber-sumber "*weak link*" melalui proses *grain alignment* dan mengendalikan kandungan fasa non-superkonduktif seperti fasa Y-211 sehingga harga  $J_c$  dapat meningkat.

Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh proses pelelehan yang dilakukan terhadap sampel produk sintering dilakukan karakterisasi berikut: pengujian efek Meissner, pengukuran  $T_c$  dan  $J_c$ . Untuk mengetahui bentuk struktur mikro dilakukan pengujian dengan SEM, analisis struktur kristal dan kandungan fasa non-superkonduktif dengan XRD.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua sampel yang dibuat dengan kedua proses tersebut, menunjukkan fenomena superkonduktif, suhu kritis berada disekitar harga 88-91 K yang menunjukkan  $T_c$  sebagai sifat intrinsik dari bahan. Dari pengujian sifat listriknya diketahui sampel produk sintering memiliki  $J_c$  yang sangat rendah dibandingkan hasil produk pelelehan. Hal ini disebabkan karena pada proses pelelehan terjadi *grain alignment* dan pengendalian jumlah kandungan fasa non-superkonduktif yang mempengaruhi kemampuan bahan dalam menghantarkan arus tanpa resistansi.

Judul : Sintesis Superkonduktor  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  dengan Proses Pelelehan dan Karakterisasinya

Nama : Salmah

NRP : G07496024

Menyetujui,

Akhiruddin Maddu M.Si  
Pembimbing I

Drs. Engkir Sukirman M.Sc  
Pembimbing II

Dr. Kiagus Dahlan  
Ketua Jurusan



Mengetahui,

Ir. Hanedi Darmasetiawan M.S  
Komisi Pendidikan

Tgl lulus : 15 MAREK 2001

## **Riwayat Hidup**

Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 12 november 1976 sebagai anak sulung dari lima bersaudara, anak dari pasangan Saimi dan Amsanah.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN II Gandul Jakarta Selatan pada tahun 1989, kemudian melanjutkan ke SMPN 253 Jakarta Selatan pada tahun 1992 .

Pada tahun 1995 penulis lulus dari SMA 8 PGRI Jakarta Barat. Penulis diterima di IPB pada tahun 1996 melalui jalur UMPTN dengan memilih Jurusan Fisika Fakultas MIPA IPB.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanya bagi ALLOH subhanallohu wata'ala' atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta atas segala pertolongan dan rasa kesabaran yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Baginda rosul Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Atas ijin dan ridho-Nya pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Sintesis Superkonduktor  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  dengan Proses Pelelehan dan Karakterisasinya** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika IPB. Penulis amat menyadari sejak awal hingga selesainya tugas akhir ini begitu banyak bantuan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak yang senantiasa menjadi semangat dan pendorong bagi penulis dikala semangat dan kesabaran tak lebih tipis dari kulit bawang.

Untuk itu penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada para pembimbing :

**Bapak Akhiruddin Maddu M.Si**  
**Bapak Drs Engkir Sukirman M.Sc**  
**Bapak Wisnu Ari Adi S.Si**

yang selalu setia mendampingi penulis menghadapi setiap kendala yang ada, memberikan nafas baru untuk terus berupaya mengakhiri sesuatu yang pernah dimulai.

Rasa terimakasih penulis haturkan pula kepada Bp. **Dr Ridwan, Bp Didin, Bp Ahmad** (atas segala supportnya) dan segenap keluarga besar superkonduktor dan bahan magnet atas segala fasilitas, kemudahan dan keramahannya, semua itu sangat berarti bagi penulis. Juga kepada Bp **Sulistioso** (the ideal father for college studens), Bp **Bambang Sugeng, Ibu Ari, Bp Imam** dan semua pihak di P3IB BATAN serta rekan-rekan seperjuangan, mba Susi, mba Aisyah, mba Rina, mas Hermawan, mas Choiril dan semuanya.

Kepada **Bp Sidik, Bp Tony, Bp Hanedi DS,** seluruh dosen dan staf di Jurusan Fisika atas segala bimbingannya selama ini.

Kepada my best friends: **Moh Hayat, Resa, isah, lilis, shanti, nina, ani** (and all mafia 33), **Kak Umar, kak Yayan, Mba Ita, Mba nina, mba I'il, mba Nelly** (and all mafia 32), **ibunda Munasih, te Acih, te dian, te ika, Intan, te aneu, te yeti** atas segala kebersamaan, kehangatan, kegembiraan, pengertian dan segalanya.

Penulis merasa menjadi manusia yang paling beruntung memiliki dan dipertemukan oleh-Nya dalam kehidupan yang indah ini. Semuanya akan senantiasa penulis syukuri, hanya ALLOH SWT sebaik-baiknya pemberi balasan dan senantiasa penulis berharap semoga kebahagiaan, keselamatan selalu menyertai kita semua, dan akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sepercik sumbangan terhadap perkembangan dunia ilmu pengetahuan. Segala kritik saran dan masukan sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Bogor, Januari 2001

Penulis  
*Salmah*

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR LAMPIRAN .....	iv
PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang Masalah .....	1
Tujuan Penelitian .....	2
TINJAUAN PUSTAKA .....	2
Superkonduktivitas .....	2
Sifat Listrik .....	2
Sifat Magnetik Superkonduktor .....	2
Tipe Superkonduktor .....	4
Parameter Kritis Superkonduktor .....	4
Superkonduktor Sistem YBCO .....	6
Difraksi Sinar-x .....	7
Metode Analisis Rietveld .....	8
Metode Analisis Data .....	8
Pengamatan Struktur Mikro Dengan SEM .....	9
BAHAN DAN METODE .....	9
Waktu dan Tempat Penelitian .....	9
Bahan dan Alat .....	9
Langkah Pembuatan Sampel .....	9
Pengujian Efek Meissner .....	11
Persiapan Probe Empat Titik (PET) .....	11
Pengukuran $T_c$ .....	12
Pengukuran $J_c$ .....	13
Pengukuran Pola Difraksi Sinar-x .....	13
Preparasi Sampel Untuk Pengujian SEM .....	13
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	15
Uji Efek Meissner .....	15
Suhu Kritis ( $T_c$ ) .....	15
Arus Kritis dan Rapat Arus Kritis .....	16
Uji Struktur Mikro Dengan SEM .....	17
Uji struktur Kristal dan Kandungan Fasa Non-Superkonduktif .....	18
KESIMPULAN .....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	21
LAMPIRAN .....	23



## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kuantitas bahan dasar dalam satuan mol dan gram .....	10
2. Ketebalan dan jarak antar probe .....	12
3. Panjang ikatan Cu(2)-O(3) dan Tc .....	15
4. $I_c$ dan $J_c$ .....	16
5. Koordinat fraksi atom Y, Ba, Cu dan O pada Tabel internasional No.47 .....	18
6. Koordinat fraksi atom dan factor hunian untuk atom-atom Y, Ba, Cu dan O YBCO SS .....	18
7. Koordinat fraksi atom dan factor hunian untuk atom-atom Y, Ba, Cu dan O YBCO S10 .....	18
8. Koordinat fraksi atom dan factor hunian untuk atom-atom Y, Ba, Cu dan O YBCO S20 .....	18
9. Parameter kisi superkonduktor YBCO .....	19
10. Komposisi fasa superkonduktor YBCO .....	19
11. Factor R superkonduktor YBCO .....	19

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Superkonduktivitas pada merkuri .....	2
2. Eksklusi fluks magnetik saat $T < T_c$ .....	3
3. Perbedaan superkonduktor ideal dan superkonduktor .....	3
4. Perbedaan tipe 1 dan tipe 2 .....	4
5. Metode penanaman kawat ke dalam "bulk" superkonduktor .....	5
6. Pengukuran luas permukaan yang tegak lurus arah aliran arus .....	5
7. Luas "bulk" dengan rumus pythagoras .....	5
8. Struktur <i>perovskite</i> $CaTiO_3$ .....	6
9. Struktur <i>perovskite</i> superkonduktor YBCO .....	6
10. Perlakuan panas proses kalsinasi .....	10
11. Perlakuan panas proses sintering .....	11
12. Perlakuan panas proses pelelehan .....	11
13. Perlakuan panas proses anil .....	11
14. Probe empat titik .....	12
15. Skema pengukuran $J_c$ .....	13
16. Diagram alir dan proses karakterisasi sampel YBCO .....	14
17. $T_c$ YBCO sampel produk sintering (SS) .....	15
18. $T_c$ YBCO sampel produk pelelehan $10^\circ C/jam$ (S10) .....	15
19. $T_c$ YBCO sampel produk pelelehan $20^\circ C/jam$ (S20) .....	16
20. Letak ikatan Cu(2)-O(3) pada struktur kristal YBCO .....	16
21. $I_c$ YBCO sampel produk sintering (SS) .....	16
22. $I_c$ YBCO sampel produk pelelehan $10^\circ C/jam$ (S10) .....	16
23. $I_c$ YBCO sampel produk pelelehan $20^\circ C/jam$ (S20) .....	16
24. Struktur mikro YBCO sampel produk sintering (SS) .....	17
25. Struktur mikro YBCO sampel produk pelelehan $10^\circ C/jam$ (S10) .....	17
26. Struktur mikro YBCO sampel produk pelelehan $20^\circ C/jam$ (S20) .....	17
27. Pola difraksi YBCO sampel produk sintering (SS) .....	20
28. Pola difraksi YBCO sampel produk pelelehan $10^\circ C/jam$ (S10) .....	20
29. Pola difraksi YBCO sampel produk pelelehan $20^\circ C/jam$ (S20) .....	20

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tc YBCO produk sintering (SS) .....	23
2. Tc YBCO produk pelelehan 10 <sup>0</sup> C/jam (S10) .....	24
3. Tc YBCO produk pelelehan 20 <sup>0</sup> C/jam(S20) .....	25
4. Ic dan Jc YBCO produk sintering (SS).....	27
5. Ic dan Jc YBCO produk pelelehan 10 <sup>0</sup> C/jam (S10) .....	28
6. Ic dan Jc YBCO produk pelelehan 20 <sup>0</sup> C/jam (S20).....	29
7. Perhitungan jarak rantai Cu(2)-O(3).....	30
8. File Data Numerik Hasil Difraksi Sinar-x Sampel YBCO.....	31
9. Contoh program untuk menentukan struktur kristal, komposisi fasa dan jarak rantai Cu(2)-O(3) dari pola difraksi sinar-x untuk sampel SS .....	34