

**Pengaruh Temperatur Leleh Terhadap Rapat Arus Kritis  
Pada Kristal Superkonduktor Bi-2223 Dengan  
Menggunakan Metode Self-Fluks**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Sains  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember**

**Oleh:**

**Andes Joko Susilo**

---

**NIM. 001810201095**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2005**

## **MOTTO**

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan, maka apabila kamu selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah sungguh-sungguh (urusan lain). Hanyalah kepada Tuhanmu hendaknya kamu berharap ”

(Al – Insyirah : 6 – 8)

“ Barang siapa diuji lalu bersabar, diberi lalu bersyukur, dizalimi lalu memaafkan dan menzalimi lalu beristighfar, maka bagi mereka keselamatan dan mereka tergolong orang-orang yang memperoleh hidayah “

(HR. Al-Baihaqi)

## **PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT atas rahmat, hidayah dan anugerah yang Maha Besar sehingga skripsi ini dapat kuselesaikan dengan baik.
2. Bapak dan Ibuku, atas bimbingan, semangat dan doa restunya yang selalu menyertai setiap perjalananku. Terima kasih telah menjadi guru terbaikku.
3. Adiku Fitri dan Candra yang telah memberi dukungan dan motivasi
4. Bapak Sujito Ph.D dan Ibu Nanik Yulianti M.Si serta seluruh dosen yang telah membimbingku dengan penuh kesabaran.
5. Teman teman angkatan 2000 fisika, terima kasih atas dukungannya, terutama Ely dan Arif yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman tim “Superkonduktor”, Mas Irjik, Mas Hendro, Mbak Rike, Mbak Novi, Andi, Aris ,Ely K, Ririn, Izah, Fitri, Dhani, Viani dan seluruh intruktur laboratorium Superkonduktor yang telah membantu terselesainya Skripsi ini.
7. Almamater yang kubanggakan, khususnya Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember.

## **DEKLARASI**

Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Superkonduktor Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember, pada bulan September 2004 sampai dengan Maret 2005. Bersamaan dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya. Skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Juni 2005

Andes Joko Susilo

## ABSTRAK

**Pengaruh Temperatur Leleh Terhadap Rapat Arus Kritis Pada Kristal Superkonduktor Bi – 2223 Dengan Menggunakan Metode Self-Fluks,** (Andes Joko Susilo, 001810201095, Skripsi, Mei 2005, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember).

Telah dilakukan eksperimen pembentukan bahan keramik superkonduktor  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  (Bi-2223) dengan menggunakan metode Self-Fluks, kadar fluks Bi = 0,2. Sintesis bahan diawali dengan pencampuran basah menggunakan  $\text{HNO}_3$  65% + aquades. Proses kalsinasi dilakukan pada suhu  $820^\circ\text{C}$  selama 40 jam, sedangkan pada proses pelelehan digunakan waktu leleh 30 menit dengan variasi suhu leleh  $870^\circ\text{C}$ ,  $875^\circ\text{C}$ ,  $880^\circ\text{C}$  dan laju pendinginan  $1^\circ/\text{jam}$  dari suhu leleh ke suhu  $830^\circ\text{C}$ . Karakterisasi bahan yang dilakukan meliputi pengukuran rapat arus kritis ( $J_c$ ), uji struktur mikro dan pengukuran rapat massa bahan. Pengukuran  $J_c$  dilakukan dengan menggunakan metode *four point probe*. Dari hasil grafik plot  $J_c$  dengan suhu lelehnya, menunjukkan bahwa bahan superkonduktor Bi-2223 dengan perlakuan suhu leleh  $875^\circ\text{C}$  memiliki  $J_c$  yang lebih tinggi jika dibandingkan pada bahan dengan perlakuan suhu leleh  $870^\circ\text{C}$  dan  $880^\circ\text{C}$ . Penurunan  $J_c$  pada bahan dengan perlakuan suhu leleh  $880^\circ\text{C}$  itu diperkirakan karena dengan suhu leleh yang terlalu tinggi menyebabkan ikatan antar butiran tidak mampu menahan gerak pertumbuhan butiran sehingga terjadi pergeseran butiran yang mengakibatkan retak pada daerah batas butiran. Sedangkan pada bahan dengan perlakuan suhu leleh  $870^\circ\text{C}$ , pertumbuhan butiran masih belum optimal karena dengan suhu leleh  $870^\circ\text{C}$  belum mampu memperbaiki koneksitas butiran pada bahan yang mungkin retak saat dilakukannya proses peletisasi. Hasil Foto Mikroskop Optik dan perhitungan rapat massa bahan menunjukkan bahwa bahan dengan perlakuan suhu leleh  $875^\circ\text{C}$  memiliki morfologi permukaan yang bagus dan nilai rapat massa yang lebih tinggi, sehingga memungkinkan tranport listrik akan berjalan dengan baik.

Kata kunci : *Superkonduktor Bi-2223, Suhu leleh, Karakterisasi Rapat Arus kritis ( $J_c$ ), Morfologi permukaan bahan dan masa jenis, Metode Self-Fluks*

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Universitas Jember pada :

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

### Tim Penguji :

Ketua / DPU

Sekretaris / DPA

Drs. Sujito, Ph. D

NIP. 131 756 172

Dra. Nanik Yulianti, M. Si

NIP. 132 162 508

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Sutisna, S. Pd, M. Si

NIP. 132 257 929

Dra. Arry Yuariatun N, M. Sc

NIP. 131 577 293

Mengesahkan  
Dekan Fakultas MIPA  
Universitas Jember

Ir. Sumadi, M.S

NIP. 130 368 784

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini.

Perkembangan dunia teknologi dan ilmu pengetahuan dewasa ini berkembang dengan cepat. Salah satunya yaitu perkembangan di dunia Superkonduktor, bahan superkonduktor memiliki nilai ekonomis yang menjanjikan. Oleh karena itulah penulis melakukan penelitian bahan superkonduktor dengan judul “Pengaruh Temperatur Leleh Terhadap Rapat Arus Kritis Pada Kristal Superkonduktor Bi – 2223 Dengan Menggunakan Metode Self-Fluks”.

Dengan terselesaikannya skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih, kepada :

1. Ir. Sumadi, M.Si, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember.
2. Agung Tjahjo Nugroho, S.Si, M.Phil, selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Jember.
3. Drs. Sujito, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) mata kuliah superkonduktor, yang telah sabar dan cermat dalam membimbing sehingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Dra. Nanik Yulianti, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) mata kuliah superkonduktor yang telah membimbing dan mengarahkan sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Pada penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyaknya kekurangan baik dalam isi maupun penulisan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya, penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan semoga skripsi ini dapat memberi manfaat pada perkuliahan serta perkembangan dunia bahan superkonduktor.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN DEKLARASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Sejarah Penemuan Superkonduktor .....	4
2.2 Diagram Fase .....	5
2.2.1 Diagram Fase Multi Komponen .....	5
2.2.2 Diagram Fase B(P)SCCO .....	7
2.3 Superkonduktor Sistem B(P)SCCO .....	9
2.4 Karakteristik Superkonduktor .....	10
2.4.1 Diagram Fase Multi Komponen .....	10
2.4.2 Suhu Kritis .....	11
2.4.3 Medan Kritis .....	12



2.4.4 Rapat Arus Kritis .....	13
2.5 Metode Penumbuhan Kristal .....	14
2.5.1 Metode Self-Fluks .....	14
2.5.2 Metode Fluks .....	15
<b>III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	16
3.2.1 Alat .....	16
3.2.2 Bahan .....	16
3.3 Sintesis Bahan .....	17
3.4 Karakterisasi Bahan .....	22
3.4.1 Mikroskop Optik .....	22
3.4.2 Pengukuran Rapat arus Kritis .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Hasil Sintesa Bahan Keramik Bi-2223 Superkonduktor .....	24
4.2 Rapat Massa Bahan Keramik Superkonduktor Bi-2223 Superkonduktor .....	25
4.3 Morfologi Permukaan Bahan Keramik Bi-2223 Superkonduktor ..	26
4.4 Pengukuran Karakteristik I-V Bahan Keramik Bi-2223 Superkonduktor .....	28
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan .....	35
5.2 Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Diagram fase senyawa yang memiliki sifat lelehan kongruen ( $A_2B$ ) dan inkongruen ( $AB_2$ ) .....	6
Gambar 2.2	Diagram fase sistem $(Bi,Pb)_2Sr_2Ca_nCu_{n+1}O_{6+2n}$ .....	8
Gambar 2.3	Struktur Kristal dari ketiga fase superkonduktor BSCCO....	9
Gambar 2.4	Fenomena levitasi pada bahan superkonduktor $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ .....	10
Gambar 2.5	Kurva suhu kritis dari superkonduktor BPSCCO dengan metode self fluks .....	11
Gambar 2.6	Kurva medan magnet (H) terhadap suhu (T) pada bahan a) Superkonduktor tipe I, b) Superkonduktor tipe II .....	12
Gambar 2.7	Magnetisasi M dan medan luar H pada superkonduktor tipe II .....	13
Gambar 2.8	Prinsip penumbuhan kristal dengan metode self-fluks .....	14
Gambar 3.1	Diagram proses pengeringan dalam tungku.....	18
Gambar 3.2	Desain alat peletisasi .....	19
Gambar 3.3	Diagram Kalsinasi .....	19
Gambar 3.4	Diagram pelelehan untuk metoda Self-fluks .....	20
Gambar 3.5	Diagram alir sintesis sampel superkonduktor Bi-2223 .....	21
Gambar 3.6	Skema pengukuran $J_c$ dengan menggunakan Four Point Probe .....	23
Gambar 4.1a	Morfologi Permukaan Bahan Superkonduktor Bi-2223 dengan suhu leleh $870^\circ C$ , perbesaran 100 kali .....	26
Gambar 4.1b	Morfologi Permukaan Bahan Superkonduktor Bi-2223 dengan suhu leleh $875^\circ C$ , perbesaran 100 kali .....	26
Gambar 4.1a	Morfologi Permukaan Bahan Superkonduktor Bi-2223 dengan suhu leleh $880^\circ C$ , perbesaran 100 kali .....	27

Gambar 4.2a	Grafik hasil pengukuran I-V karakteristik bahan Bi-2223 dengan suhu leleh $870^{\circ}\text{C}$ pada suhu $-198^{\circ}\text{C}$ (suhu nitrogen cair) .....	29
Gambar 4.2b	Grafik hasil pengukuran I-V karakteristik bahan Bi-2223 dengan suhu leleh $875^{\circ}\text{C}$ pada suhu $-198^{\circ}\text{C}$ (suhu nitrogen cair) .....	29
Gambar 4.2c	Grafik hasil pengukuran I-V karakteristik bahan Bi-2223 dengan suhu leleh $880^{\circ}\text{C}$ pada suhu $-198^{\circ}\text{C}$ (suhu nitrogen cair) .....	30
Gambar 4.3	Grafik I-V bahan keramik Bi – 2223 superkonduktor yang menunjukkan letak transisi arus kritis dengan temperatur leleh bahan a) $870^{\circ}\text{C}$ , b) $875^{\circ}\text{C}$ , c) $880^{\circ}\text{C}$ .....	31-32
Gambar 4.4	Grafik hasil plot $I_c$ (arus kritis) dengan suhu leleh .....	33
Gambar 4.5	Grafik hasil plot $J_c$ (rapat arus kritis) dengan suhu leleh .....	33

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 3.1	Komposisi serta parameter sampel Bi-2223 .....	17
Tabel 3.2	Perhitungan komposisi $\text{Bi}_{2.2}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ .....	17
Tabel 4.1	Dimensi sampel Bi-2223 .....	24
Tabel 4.2	Rapat massa bahan .....	25
Tabel 4.3	Rapat Arus Kritis ( $J_c$ ) .....	32