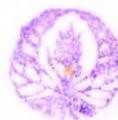


SINTESA DAN STRUKTUR MIKRO BAHAN BULK

$Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=0, 0,25, 0,50$ DAN $0,75$)

SUPERKONDUKTOR

SKRIPSI

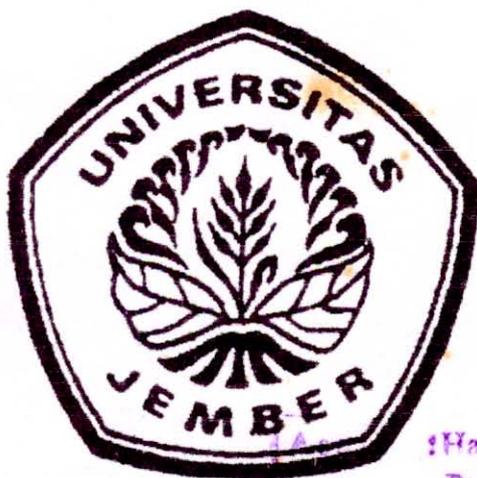


MIA UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

Diajukan untuk memenuhi persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Sains

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember



Oleh :

Elvi Daimumah

NIM : 971810201068

Hadiah
Pembelian

Terima : Tgl. 24 JUN 2003

No. Induk : SRS

S
Klass
530.4

DAI

S

@.1

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

MEI 2003

Motto :

***Jadikanlah Engkau Orang-Orang yang Berilmu atau
Terpelajar atau Pendengar atau Pecinta dan
Janganlah Menjadi Orang yang Ke Lima maka
Binasalah Kamu (HR. Turmudhi).***

Halaman Persembahan :

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

1. *Bapak dan Ummi-ku (Alm) tercinta, terkasih, tersayang yang selalu menyayangiku.*
2. *Kakak-kakakku dan keponakanku yang selalu menyayangi baik sehat maupun sakit.*
3. *Sahabat-sahabat-ku khususnya : Lilik, Mulikah, Yulita, Erni, Febi, Yuni, Devi, Jack, Agus, dan Supri yang banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.*
4. *Almamater yang kubanggakan.*

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil kerja/penelitian mulai bulan Oktober 2002 sampai dengan Februari 2003 di jurusan Fisika dan jurusan Fisika ITB. Bersama ini saya nyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Mei 2003
Elvi Daimumah

()

ABSTRAK

SINTESA DAN STRUKTUR MIKRO BAHAN BULK $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x = 0; 0.25; 0.50$ dan 0.75) SUPERKONDUKTOR. Elvi Daimumah, 97181102001068, Skripsi, Mei 2003, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Telah dilakukan sintesa dan uji struktur mikro bahan keramik $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=0,0.25,0.50$, dan 0.75) superkonduktor. Sintesa bahan dilakukan dengan menggunakan metode reaksi padatan melalui proses kalsinasi dan sintering pada temperatur $920^\circ C$ selama 24 jam. Uji struktur mikro bahan dilakukan dengan menggunakan alat mikroskop optik dan difraksi sinar X (XRD). Dari hasil studi dengan mikroskop optik menunjukkan bahwa hasil sintesa merupakan bahan granular superkonduktor. Disamping itu nampak jelas bahwa bertambahnya konsentrasi ion Y^{3+} pada bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ mengakibatkan bertambahnya porositas bahan tersebut. Hal ini disebabkan karena jari-jari ion Y^{3+} ($r = 0.106$ nm) lebih kecil dibandingkan jari-jari Nd^{3+} ($r = 0.115$ nm) ini menyebabkan berkurangnya harga densitas dan fraksi volume bahan hasil sintesa. Namun demikian, bertambahnya konsentrasi Y^{3+} pada bahan, tidak mempengaruhi struktur kristal semua bahan hasil sintesa yaitu orthorombik, yang berturut-turut dengan harga parameter kisi $a=3.772$, $b=3.932$, $c=11.664$; $a=3.741$, $b=3.917$, $c=11.545$; $a=3.730$, $b=3.910$, $c=11.524$; $a=3.798$, $b=3.915$, $c=11.586$; masing-masing untuk bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=0$), $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=0,25$), $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=50$), dan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x=0,75$).

Kata Kunci: Bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ ($x = 0, 0.25, 0.50$ dan 0.75) Superkonduktor, Struktur mikro, Rapat massa dan Struktur kristal.

HALAMAN PENGESAHAN

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

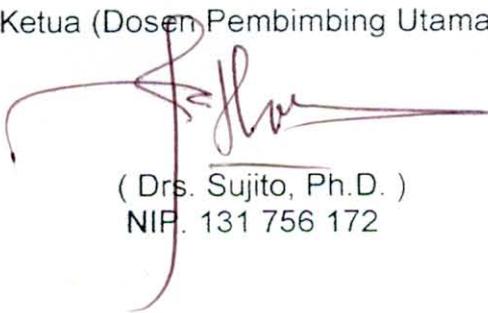
Hari : **SENIN**

Tanggal :

Tempat: : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)



(Drs. Sujito, Ph.D.)
NIP. 131 756 172

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)



(Sutisha, M.Si.)
NIP. 132 257 929

Anggota I



(Dra. Nanik Yulianti, M.Si.)
NIP. 132 162 508

Anggota II



(Agus Suprianto, S.Si, M.T.)
NIP. 132 162 507

Mengesahkan
Dekan FMIPA UNEJ



(Ir. Sumadi, MS)
NIP. 132 368 784

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang karena Rahmat-Nya serta berkat do'a restu semua pihak dan di dasari oleh keteguhan hati maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Drs. Sujito, PhD sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang dengan penuh kesabaran telah membimbing penulis mulai dari penentuan topik sampai dengan bentuk laporan ini,
2. Sutisna, Msi sebagai Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kami mengharapkan saran dan koreksi dari siapa saja yang berkenan demi sempurnanya skripsi ini.

Akhir kata, besar harapan penulis semoga dengan segala kekurangan, skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan dapat memberi kontribusi terhadap kemajuan ilmu pengetahuan khususnya bidang ilmu bahan.

Jember, Mei 2003

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	(i)
Halaman Motto	(ii)
Halaman Persembahan	(iii)
Halaman Deklarasi	(vi)
Halaman Abstrak	(v)
Halaman Pengesahan	(vi)
Kata Pengantar	(vii)
Daftar Isi	(viii)
Daftar tabel	(x)
Daftar gambar	(xi)
Daftar lampiran	(xii)
BAB I PENDAHULUAN	(1)
1.1 Latar Belakang	(1)
1.2 Rumusan Masalah	(2)
1.3 Batasan Masalah	(3)
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	(3)
1.4.1 Tujuan Penelitian	(3)
1.4.2 Manfaat Penelitian	(3)
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	(4)
2.1 Gejala Superkonduktor	(4)
2.2 Medan Magnet Kritis	(4)
2.3 Superkonduktor Oksida	(6)
2.3.1 Struktur Kristal Bahan Superkonduktor YBCO	(7)
2.3.2 Struktur Lapisan.....	(8)
2.4 Penentuan Struktur Kristal	(11)

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	(14)
3.1	Alat dan Bahan.....	(14)
3.1.1	Alat	(14)
3.1.2	Bahan	(14)
3.2	Tahap Persiapan.....	(14)
3.2.1	Sintesa Bahan	(16)
3.3	Tahap Karakteristik	(16)
3.3.1	Efek Meissner	(16)
a.	Uji XRD.	(17)
b.	Mikroskop Optik	(17)
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	(19)
4.1	Hasil	(19)
4.1.1	Hasil Sintesa Bahan	(19)
4.1.2	Uji Kualitas bahan.....	(19)
4.1.3	Mikroskop Optik.....	(19)
4.1.4	Rapat Massa Bahan	(21)
4.1.5	Difraksi Sinar X.....	(22)
4.2	Pembahasan.....	(27)
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	(29)
5.1	Kesimpulan	(29)
5.2	Saran	(29)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Urutan penemuan bahan superkonduktor oksida.

Tabel 4.1. Hasil perhitungan rapat massa.

Tabel 4.2. Hasil perhitungan fraksi volume fase 123.

Tabel 4.3. Hasil perhitungan parameter kisi.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Kurva Medan Magnet sebagai fungsi temperature.
- Gambar 2.2. penembusan Medan Magnet pada Bahari Superkonduktor.
- Gambar 2.3. Struktur Perovskite ABX_3 .
- Gambar 2.4. Skema struktur lapisan bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$.
- Gambar 2.5. Model sederhana lapisan oksida pada bahan YBCO.
- Gambar 2.6. Berkas sinar X dipantulkan oleh bidang hkl yang berjarak d satu sama lain.
- Gambar 2.7. Berkas sinar datang dan sinar hambur membentuk sudut 2θ .
- Gambar 3.1. Diagram proses pembuatan superkonduktor.
- Gambar 4.1. Hasil foto mikroskop optik dari bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0$.
- Gambar 4.2. Hasil foto mikroskop optik dari bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0,25$.
- Gambar 4.3. Hasil foto mikroskop optik dari bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0,50$.
- Gambar 4.4. Hasil foto mikroskop optik dari bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0,75$.
- Gambar 4.5. Grafik Hubungan antara ρ (rapat massa) dan (konsentrasi yitrium).
- Gambar 4.6. Hasil spektrum XRD bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0$.
- Gambar 4.7. Hasil spektrum XRD bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0,25$.
- Gambar 4.8. Hasil spektrum XRD bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0,50$.
- Gambar 4.9. Hasil spektrum XRD bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan $x = 0,75$.
- Gambar 4.10. Grafik antara FV dengan x .
- Gambar 4.11. Grafik hubungan antara parameter kisi dengan konsentrasi yitrium (x).

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ $x = 0$.
- Lampiran 2. Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ $x = 0,25$.
- Lampiran 3. Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ $x = 0,50$.
- Lampiran 4. Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ $x = 0,75$.
- Lampiran 5. Perhitungan parameter kisi dari Bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ untuk $x = 0,0,25$.
- Lampiran 6. Perhitungan parameter kisi dari Bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ untuk $x = 0,50,0,75$.

I. PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Dalam menghadapi era globalisasi saat ini, pengembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan hal yang sangat penting bagi suatu negara untuk memakmurkan masyarakatnya. Banyak sekali kemajuan di bidang ilmu pengetahuan diantaranya adalah penemuan bahan superkonduktor. Di tahun 1911, Kammerling Onnes (*Cyrot M, Pavuna D. 1982*) pertama kali menemukan gejala superkonduktivitas pada bahan air raksa Hg. Bila bahan tersebut diturunkan temperaturnya hingga sama dengan temperatur Helium cair $\pm 4,2$ °K, bahan mengalami penurunan yang hambatan jenisnya secara drastis hingga sama dengan nol. Temperatur ini di sebut dengan temperatur kritis, T_c .

Sejak saat ini, banyak para ilmuwan melakukan penelitian untuk mengadakan penelitian superkonduktor hingga akhirnya di awal tahun 1987 (*Chu et, al 1987*) menemukan bahan bulk (YBCO) $YBa_2Cu_3O_{7-d}$ yang bersifat superkonduktor hingga pada temperatur di atas temperatur nitrogen cair, $\pm 77,3$ °K. Hasil bahan penelitian Chu et, al tersebut akhirnya disebut dengan superkonduktor suhu tinggi (SKST).

Setelah penemuan tersebut, banyak usaha yang telah dilakukan oleh fisikawan maupun ahli ilmu bahan untuk mengetahui fenomena yang terjadi di dalam bahan SKST ini. Salah satu hasil penelitian tersebut adalah bahwa temperatur kritis T_c bahan YBCO, tidak hanya bergantung pada komposisi bahan saja tetapi juga bergantung pada struktur kristalnya (*Vladimir Z, Kresin. 1990*).

Karakteristik dari struktur mikro bahan superkonduktor sangat penting dalam memahami sifat bahan tersebut. Superkonduktor oksida (YBCO) mempunyai sistem yang kompleks yang terdiri dari banyak unsur, struktur-struktur yang kompleks dimana sebagian besar dari sampel tersebut mengandung berbagai fase kedua dan cacat. Cacat struktur ini sangat bergantung pada kondisi prosesnya. Perlu diketahui bahwa

konsentrasi oksigen juga berpengaruh pada sifat superkonduktivitas dan sangat penting untuk mengetahui struktur mikro dari bahan superkonduktor secara utuh. Sebagai perbandingan dengan melihat stabilitas termodinamika terdapat tiga keadaan fase YBCO. Fase Ortorombik I, bersifat superkonduktor dengan $T_c \sim 90$ K [untuk $0 \leq \delta < \sim 0,25$], fase ortorombik II bersifat superkonduktor dengan $T_c \sim 60$ K [untuk $0,25 < \delta < \sim 0,55$] dan fase tetragonal bersifat semikonduktor [$\sim 0,55 < \delta \leq 1$] (Gin Ichiro, 1995).

Dari paparan di atas, nampak jelas bahwa struktur kristal bahan superkonduktor sangat menentukan sifat superkonduktivitas bahan. Untuk menentukan struktur kristal bahan superkonduktor dapat digunakan metode difraksi sinar X. Syarat agar terjadi difraksi pada kristal adalah penggunaan gelombang radiasi dengan panjang gelombang yang seorde dengan jarak antar atom dalam kristal. Dengan mengetahui puncak-puncak difraksi dari gelombang yang dipantulkan oleh bidang kristal atom-atom pada bidang, maka struktur kristal dalam cuplikan yang bersangkutan dapat dipelajari atau mungkin direkonstruksi. (Anonym, 1999).

Penelitian tentang superkonduktor di Indonesia belumlah banyak dilakukan baik oleh lembaga penelitian maupun pada perguruan – perguruan tinggi yang ada. Mengingat superkonduktor merupakan bahan yang sangat menjanjikan untuk diterapkan pada bidang teknologi / industri maka perlu lebih banyak dilakukan penelitian di Indonesia .

Sehubungan dengan hal diatas maka dalam tugas akhir ini dilakukan Sintesis bahan bulk ($Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$) $x = 0; 0,25; 0,5$ dan $0,75$ dan Kajian tentang struktur mikro.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah pokok dalam penelitian ini adalah adakah pengaruh substitusi atom Y pada struktur mikro bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ $x = 0; 0,25; 0,5$ dan $0,75$ superkonduktor suhu tinggi .

1.3 Batasan Masalah

Guna mempelajari ruang lingkup penelitian maka dipandang perlu untuk diadakan pembatasan dalam penelitian itu yaitu :

1. Bahan superkonduktor yang digunakan terbatas pada bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ ($x = 0; 0,25, 0,5, 0,75$).
2. Untuk menentukan struktur kristal digunakan hanya terbatas dengan menggunakan mikroskop Optik dan XRD.

1.4 Tujuan dan manfaat penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ superkonduktor.
2. Mengkaji pengaruh substitusi atom Y pada struktur kristal $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ Superkonduktor.

1.4.2 Manfaat Penelitian

1. Memberikan sumbangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang superkonduktor.
2. Bagi penulis, penelitian ini merupakan pengalaman yang sangat berharga dalam mengembangkan ilmu pengetahuan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gejala Superkonduktivitas

Secara sederhana gejala superkonduktivitas dari suatu bahan dapat diartikan sebagai menurunnya hambatan listrik pada bahan tersebut jika temperaturnya didinginkan. Apabila pendinginan diteruskan, maka suatu saat di peroleh hambatan listrik nol ($\rho = 0$). Hal ini disebabkan dengan menurunnya temperatur maka vibrasi atom-atom menurun. Suhu/ temperatur yang dicapai pada saat hambatan listrik nol disebut temperatur kritis (T_c).

Dari uraian di atas nampak bahwa gejala superkonduktivitas bahan dapat berubah / hilang karena adanya perubahan (kenaikan) temperatur.

2.2 Medan Magnet Kritis

Ada dua tipe bahan superkonduktor, yaitu tipe I dan tipe II. Ciri superkonduktor tipe I adalah memiliki satu nilai medan kritis (B_c), biasanya memiliki suhu kritis rendah sekitar di bawah temperatur 20°K . Sedangkan superkonduktor tipe II ciri-cirinya antara lain adalah memiliki dua nilai medan magnet kritis B_{c1} dan B_{c2} , dan pada umumnya memiliki temperatur kritis lebih tinggi dari pada superkonduktor tipe I.

Ochsenfeld dan Meissner menemukan bahwa bahan superkonduktor bersifat diamagnetik (menolak medan magnet) murni apabila temperaturnya didinginkan dibawah suhu kritis. Sifat ini di kenal dengan Efek Meissner dan Ochsenfeld. Gejala superkonduktivitas bahan dapat terjadi bila medan luar lebih kecil dari nilai medan magnet kritis (B_c). Hubungan medan magnet kritis bahan superkonduktor terhadap temperatur adalah sebagai berikut.

$$B_c = B_0 \left[1 - \left(\frac{T}{T_c} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (2.1)$$



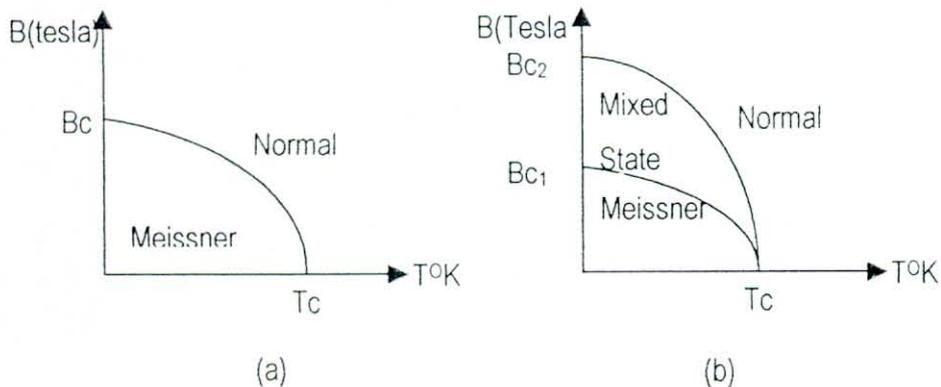
dengan B_c = Medan magnet kritis

B_0 = Medan magnet

T = Temperatur

T_c = Temperatur kritis

Perumusan pada persamaan (2.1) dikenal dengan hukum Tuyn. Kurva medan magnet terhadap temperatur pada bahan superkonduktor disampaikan pada gambar 2.4 dibawah .



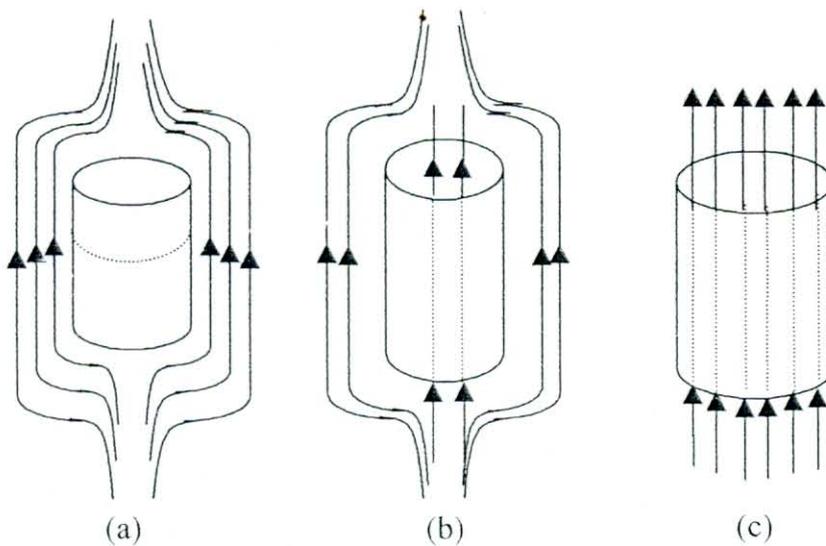
Gambar 2.1; kurva medan magnet sebagai fungsi temperatur;
(a) superkonduktor tipe I dan (b) Superkonduktor tipe II.

Hubungan medan magnet dan magnetisasi pada bahan superkonduktor dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$B = \mu_0 (H + M) \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan M = magnetisasi dan $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

Pada bahan superkonduktor, andaikan di buat dalam bentuk silinder pejal ditempatkan dalam medan magnet luar $B < B_{c1}$, maka pada bahan ini akan timbul arus permukaan yang melingkar sehingga menimbulkan medan yang melawan medan magnet luar. Akibatnya $B = 0$ di dalam bahan jika medan luar diperbesar sehingga $B_{c1} < B < B_{c2}$, maka terjadi keadaan tercampur (mixed state), yaitu sebagian medan menembus kedalam silinder. Jika medan luar diperbesar terus $B > B_{c2}$, maka terjadi keadaan normal seperti dilukiskan pada gambar 2.2



Gambar 2.2; penembusan medan magnet pada bahan superkonduktor : (a) pada saat $B < B_{c1}$, (b) pada saat $B_{c1} < B < B_{c2}$ dan (c) pada saat $B > B_{c2}$

Pada gambar 2.2a, medan magnet $B < B_{c1}$, semua medan magnet ditolak oleh bahan superkonduktor (bahan bersifat diamagnetik murni), hal ini disebabkan karena timbulnya arus permukaan pada silinder sedemikian rupa sehingga menimbulkan medan magnet yang melawan medan luar (keadaan Meissner).

Pada gambar 2.2b, medan magnet luar B ($B_{c1} < B < B_{c2}$), sehingga medan magnet dapat menembus bahan dan sebagian lagi ditolak bahan, keadaan ini disebut keadaan tercampur.

Pada gambar 2.2c, semua medan magnet $B > B_{c2}$ menembus bahan, dan keadaan merupakan keadaan normal (tidak bersifat sebagai superkonduktor) bahan yang dapat dialiri arus listrik. Dari uraian di atas nampak bahwa sifat superkonduktivitas bahan dapat rusak karena adanya medan magnet luar.

2.3 Superkonduktor Oksida

Perkembangan penemuan bahan superkonduktor oksida dan temperatur kritisnya ditunjukkan pada tabel 1.1 dibawah.

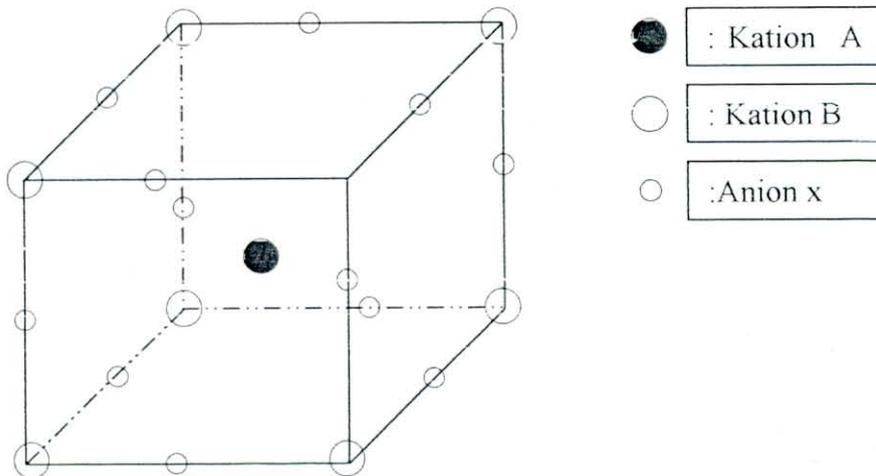
Tabel 1.1 Urutan penemuan bahan superkonduktor oksida

Tahun	Bahan Superkonduktor	T _c (K)
1964	NbO	1
1964	TiO	2
1964	SrTiO _{3-x}	0,7
1965	KxWO ₃	6
1966	KxMnO ₃	4
1969	KxReO ₃	4
1974	LiTiO ₄	13
1975	Ba(PbBi)O ₃	13
1986	La _{2-x} Sr _x Cu ₃ O ₇	38
1987	YBa ₂ Cu ₃ O ₇	92
1988	Tl ₂ Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O ₁₀	125

Dalam tulisan ini hanya akan ditinjau bahan superkonduktor oksida YBa₂Cu₃O₇ atau lebih di kenal dengan YBCO atau Y-123.

2.3.1 Struktur Kristal Bahan Superkonduktor YBCO

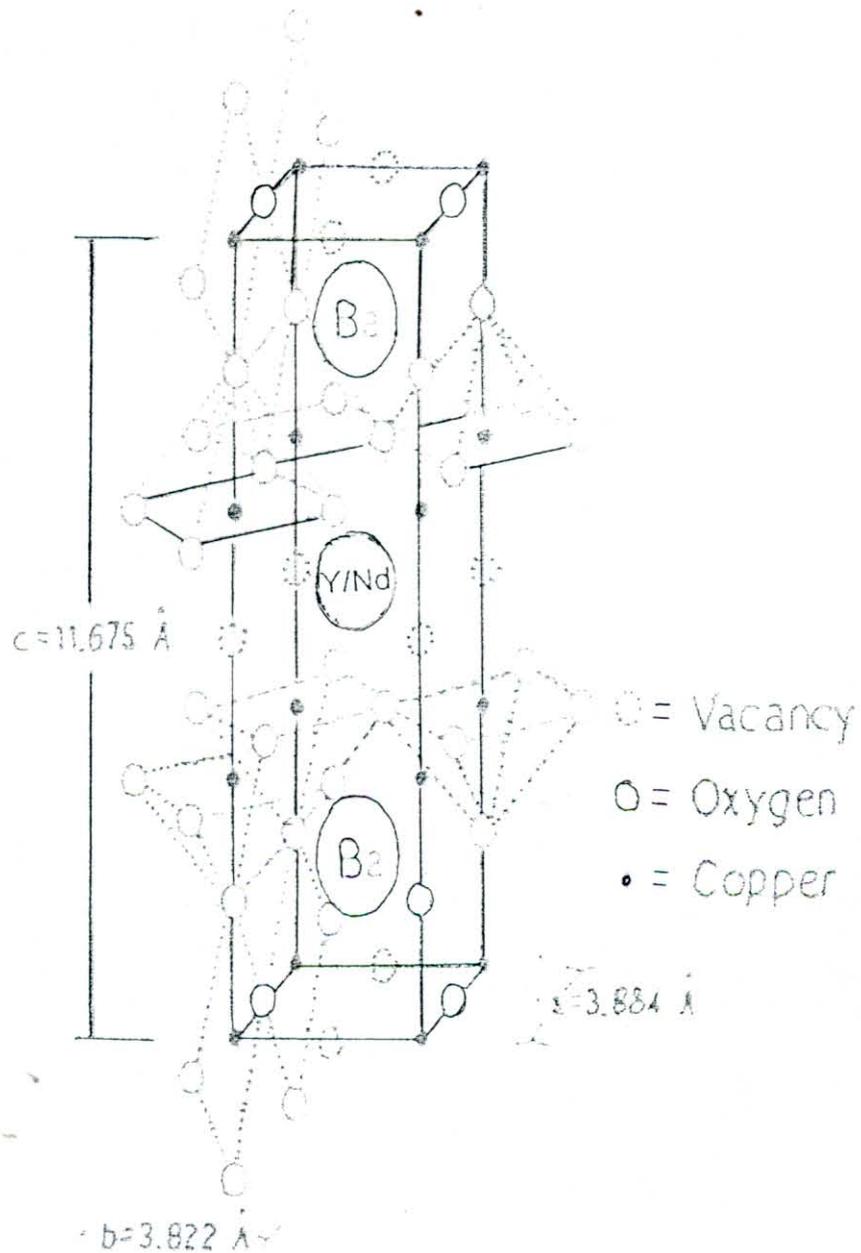
Senyawa keramik YBCO terdiri dari oksida logam, yaitu Y₂O₃BaCo₃ dan CuO. Dengan stoikiometri 1Y : 2Ba₂ : 3Cu. Susunan kristalnya mirip dengan struktur perovskite berbentuk kubus. Struktur perovskite ABX₃ memiliki 2 kation, yaitu A berkedudukan di pusat kubus dan B menempati di setiap sudut-sudutnya. Sedangkan anion X menempati bagian tengah setiap masuk diantara dua kation B. Struktur perovskite ABX₃ ini ditunjukkan pada gambar 2.3. struktur kristal bahan superkonduktor oksida YBCO lebih rumit dari pada struktur ABX₃. Dengan menggunakan struktur perovskite ABX₃, maka kation Y dan Ba menempati kedudukan A dan kation Cu menempati kedudukan B, Sedangkan anion O menempati anion X.



Gambar 2.3 : Struktur Perovskite ABX_3 (NKT Research A/S 1991)

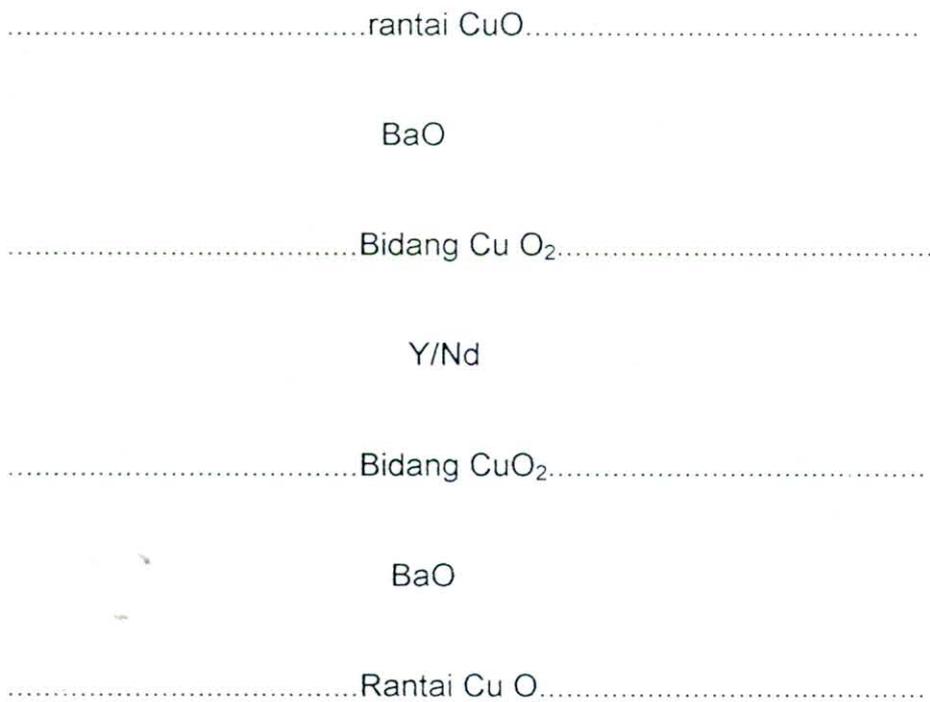
2.3.2 Struktur Lapisan

Sebagian besar bahan superkonduktor Tc tinggi merupakan campuran dari Oksida kuprat. Salah satu cirinya adalah adanya lapisan CuO_2 yang dominan dan rantai CuO_2 sebagai reservoir muatan. Struktur lapisan untuk bahan superkonduktor oksida YBCO digambarkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4: Skema Struktur lapisan bahan Y/NdBO

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa dua atom Ba mengikuti struktur perovskite yang menempati posisi di pusat tetragonal. Atom Cu menempati setiap sudut tetragonal sedangkan atom-atom O menempati ditengah-tengah rusuk yang diapit oleh atom Cu. Diantara dua lapisan perovskite tetragonal yang pusatnya ditempati atom Y, titik sudutnya ditempati atom Cu dan terdapat delapan atom O. Gambar 2.5 melukiskan model sederhana dari lapisan-lapisan oksida yang ada pada struktur bahan superkonduktor oksida $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ dan $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$



Gambar 2.5: Model sederhana lapisan oksida pada bahan Y/NdBCO.

2.4 Penentuan struktur kristal bahan Oksida Superkonduktor

Struktur kristal bahan superkonduktor suhu tinggi dapat digunakan difraksi sinar X, karena teknik pembangkitannya cukup sederhana dan hasil difraksi dengan metode ini dapat memberikan informasi yang maksimal dalam menentukan struktur kristal bahan.

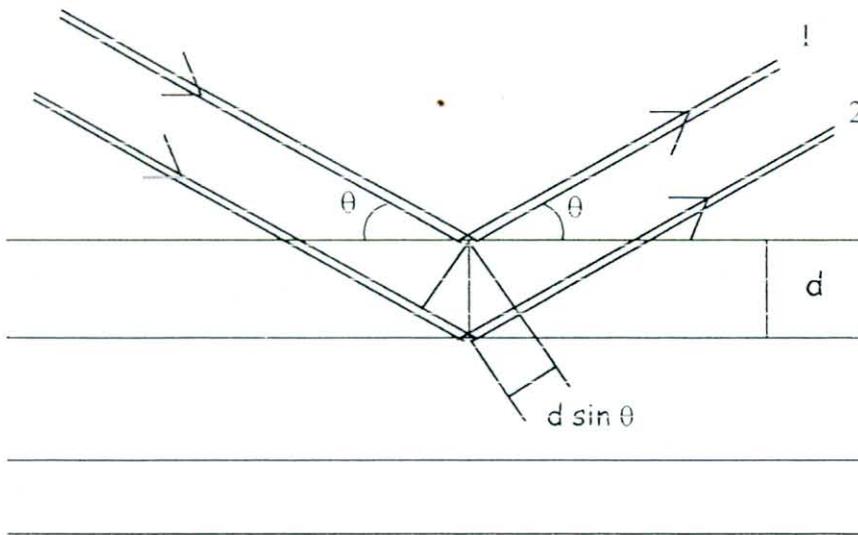
Tinjau dua berkas sinar X yang mengenai atom-atom pada bidang kristal (h,k,l) seperti ditunjukkan pada gambar 2.6. Berkas sinar pertama dan kedua memiliki beda lintasan sebesar $2d \sin \theta$ untuk sampai pada titik pengamatan, agar terjadi interferensi yang konstruktif (saling menguatkan), maka beda lintasan yang bersangkutan haruslah merupakan kelipatan bulat dari panjang gelombang sinar X tersebut, ini berarti :

$$2d \sin \theta = n\lambda \dots \dots \dots (2.3)$$

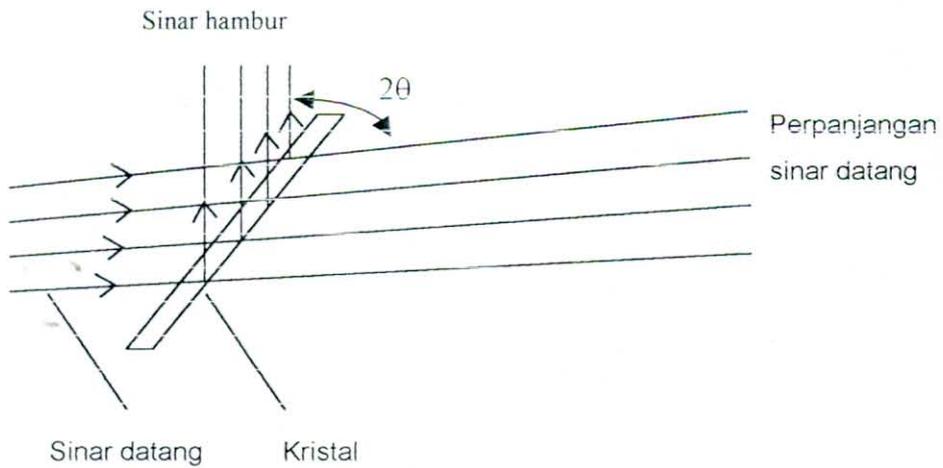
$n = 1,2,3$. Adalah Orde difraksi

yang di sebut syarat Bragg, d jarak antar bidang (h,k,l) yang sama, θ sudut difraksi dan λ , panjang gelombang sinar X yang digunakan.

Dalam diafrakmeter sinar X, posisi kristal, sedemikian sehingga pengukuran dilakukan pada sudut 2θ , yaitu sudut yang dibentuk oleh sinar hambur, seperti terlihat pada gambar 2.7



Gambar 2.6: Berkas sinar X dipantulkan oleh bidang (h,k,l) yang berjarak d satu sama lain.



Gambar 2.7: Berkas sinar datang dan sinar hambur membentuk sudut 2θ

Dari analisis dengan XRD ditentukan parameter kisi masing-masing sampel yang dibuat, yaitu dengan menggunakan perumusan Bragg seperti persamaan 2.3.

Untuk bahan yang memiliki struktur kristal ortorombik besar parameter kisinya baik a, b dan c harganya berbeda, dapat ditentukan dengan

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4} \left[\frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2} \right] \dots\dots\dots(2.4)$$

Yang mana θ adalah sudut Bragg. h,k,l adalah indeks refleksi dan a,b,c adalah panjang sumbu-sumbu kisi. Dalam kasus indeks arah / garis (0,0,1) maka persamaan diatas (2.3) tereduksi menjadi

$$\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4} \left(\frac{l}{c} \right)^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Persamaan ini sama dengan

$$c = \frac{l\lambda}{2 \sin \theta}$$

Jelas bahwa dari persamaan ini apabila sudut θ bias diketahui maka parameter kisi c dapat di ketahui sementara itu, parameter kisi a,b dapat ditentukan langsung menggunakan persamaan (2.3) untuk (2,0,0) dan (0,2,0).

Dengan demikian melalui sinar X dapat di ketahui beberapa parameter kisi dan struktur kristal dari cuplikan yang diamati. Pola-pola yang di amati pada suatu difraksi sinar X oleh bahan kristal, merupakan akibat dari hamburan oleh atom-atom yang terletak pada suatu bidang (h,k,l) di dalam kristal.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Penggerus mortal dan pastel
- b. Alat pencetak stainlessstall
- c. Alat penekan
- d. Alat difraksi sinar x
- e. Mikroskop optik

3.1.2 Bahan

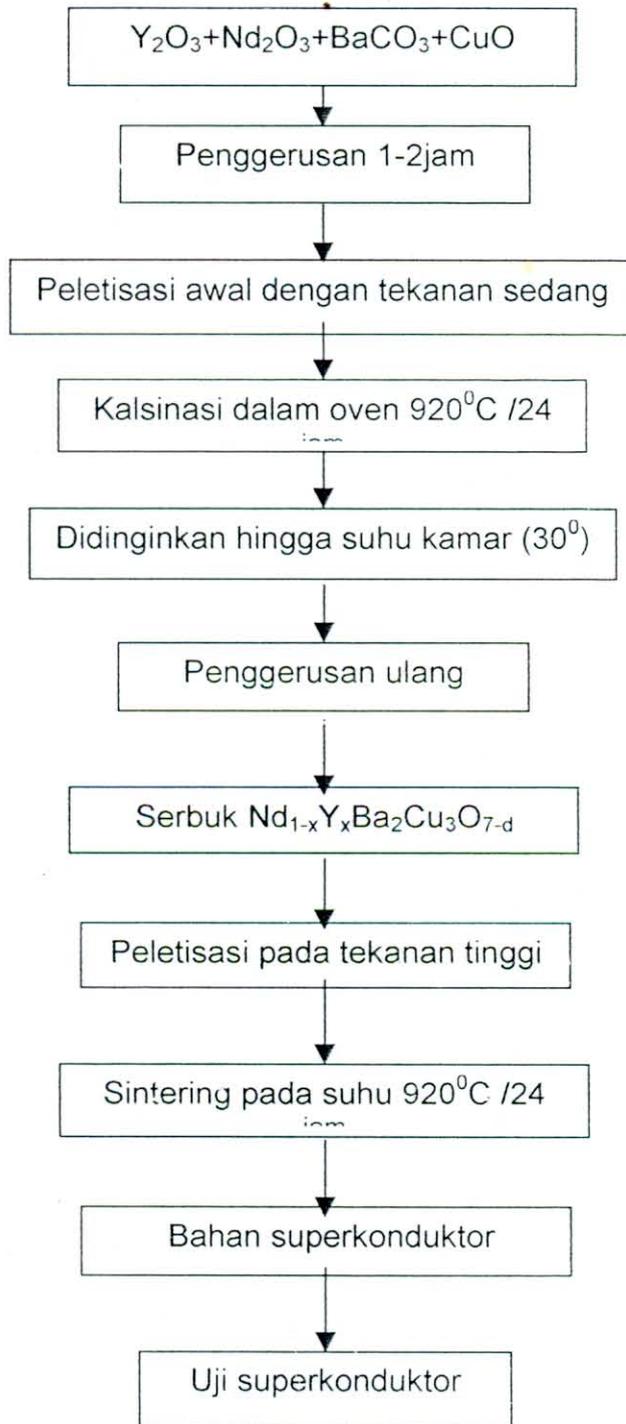
Bahan yang dipakai penelitian ini antara lain adalah :

- a. Nd_2O_3
- b. Y_2O_3
- c. BaCaO_3
- d. CuO_2

3.2 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini yang dilakukan meliputi proses sintesis serbuk superkonduktor. Prosedur pembuatan dan karakteristik dari YBCO (123) adalah sebagai berikut.





Gambar 3.1: Diagram proses pembuatan superkonduktor

3.2.1 Sintesa Bahan

Serbuk superkonduktor yang dibentuk dari senyawa Y_2O_3 , Nd_2O_3 , $BaCO_3$ dan CuO . Target yang digunakan harus memiliki struktur $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ dengan kemurnian 99,9%.

Adapun sintesa yang dilakukan pertama adalah melakukan penggerusan terhadap bahan dasar yang akan digunakan diatas mortal dengan alat penggerusan berupa pastel, sampai bahan dasar berbentuk powder yang homogen. Setelah penggerusan dirasa cukup lalu bahan dimasukkan cetakan silinder yang kemudian diberikan tekanan sedang agar diperoleh bentuk padatan. Hasil awal ini lalu dipanaskan dalam oven pada suhu $920^{\circ}C$ selama 24 jam tahapan ini disebut kalsinasi (maka diperoleh padatan berwarna hitam pekat).

Setelah dilakukan proses diatas, bahan akan menjadi berwarna hitam pekat setelah ini bahan digerus ulang sampai halus sekitar 1-2 jam. Selanjutnya dicetak untuk membentuk pelet dengan tekanan tinggi dan hasil ini lalu dipanaskan dalam oven pada suhu $920^{\circ}C$ selama 24 jam yang disebut sintering untuk proses ini merupakan peleburan bahan dasar untuk menghasilkan bahan keramik, sehingga akan menghasilkan serbuk superkonduktor.

3.3 Tahap Karakterisasi

Karakteristik dari bahan YBCO (123) yang dilakukan meliputi analisis struktur bahan. Analisis struktur bahan yang dihasilkan dilakukan dengan difraksi sinar X (XRD) dan Mikroskop Optik.

3.3.1 Uji Efek Meissner

Uji efek meissner adalah metode paling sederhana untuk mengetahui apakah bahan sudah menjadi superkonduktor atau belum. bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ superkonduktor yang sudah dibuat dikondisikan pada suhu sangat rendah yaitu ditempatkan dalam lingkungan nitrogen cair ($77^{\circ}K$) agar suhunya turun melewati temperatur transisi, setelah itu

suatu magnet permanen bermassa relatif sangat kecil ditempatkan di atasnya apabila magnet tersebut terangkat dengan ketinggian tertentu maka bahan dikatakan bersifat superkonduktor.

3.3.2 Uji Mikroskop Optik dan XRD

a. Uji Mikroskop Optik

Uji struktur mikro dari sampel dengan mikroskop optik ini dilakukan di laboratorium fisika. Studi Uji Mikroskop Optik ini dilakukan untuk mengetahui morfologi dari suatu bahan. Adapun variabel peralatan dari peralatan Mikroskop Optik yang digunakan untuk mengetahui proses pertumbuhan kristal superkonduktor dengan menggunakan perbesaran 400 kali.

b. Uji XRD

Difraksi sinar x (XRD) ini dilakukan di laboratorium fisika ITB. Uji XRD dilakukan untuk mengetahui struktur kristal bahan keramik $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$, superkonduktor hasil sintesa. Dari spektrum hasil difraksi sinar x (XRD), ditentukan fraksi volume dan parameter-parameter kisi dari masing-masing bahan kristal hasil sintesa.

Adapun variabel dari peralatan XRD yang digunakan untuk menganalisis struktur kristal yang diperoleh adalah :

Diffractometer type	: PW 3710 BASED
Tube anode	: CU
Generator tension [kV]	: 40
Generator current [mA]	: 30
Wavelength alpha [Å]	: 1.54056
Receiving slit	: 0,2
Start angle [$^{\circ}2\theta$]	: 4.010
End angle [$^{\circ}2\theta$]	: 79.970
Step size [$^{\circ}2\theta$]	: 0.020
Maximum intensity	: 193.2100
Time per step used [s]	: 0.200
Time of scan	: CONTINUOUS

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian hasil sintesa dan pembahasan seperti disajikan pada bab IV, maka dapat disimpulkan :

- a. Telah dihasilkan bahan keramik $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ (0, 0,25,0,50 dan 0,75) superkonduktor melalui reaksi padatan dengan proses kalsinasi dan sintering pada temperatur 920°C.
- b. Bertambahnya nilai x pada bahan $Nd_{1-x}Y_xBa_2Cu_3O_{7-d}$ mengakibatkan bertambahnya porositas bahan. Hal ini mengakibatkan berkurangnya nilai rapat massa dan fraksi volume bahan hasil sintesa tersebut.
- c. Bertambahnya nilai x tidak menyebabkan berubahnya struktur kristal bahan. Dalam hal ini struktur kristal bahan adalah orthorombik.

5.2 Saran

Bahan superkonduktor suhu tinggi merupakan bahan yang relatif baru maka masih banyak permasalahan pada bahan ini yang mana merupakan tantangan tersendiri bagi para peneliti. Disamping merupakan tantangan, bahan superkonduktor juga menjanjikan untuk diterapkan dalam bidang yang lain misalnya bidang elektronika untuk itu tidaklah berlebihan apabila pada kesempatan ini peneliti menyarankan bahwa penelitian bahan superkonduktor di Indonesia khususnya perlu digalakkan walaupun ini memerlukan dana yang tidak sedikit.



DAFTAR PUSTAKA

- Artoto Arkundanto A., *sintesa superkonduktor keramik Nd BCO dengan fase padatan*, Pusat Penelitian, F.MIPA, Univ. Jember.
- Abourdillon & N.X Tan Bourdil, 1994, *High Temperature Superconductors. Processing and Science*.
- Anonym, 2000, *Fisika Zat Padat*, Univ. Jember.
- C.W. Chü P.H. Hor R.I. Meng L. Gua Z.J. Huang Y.Q. Wang, 1987, *Phys Rev Leth*.
- Cyrot M. Dan Pavuna D., 1992, *Introduction to Superconductivity and High Tc Material*, World Scientific.
- M.F.C. Ladan, *Structur Determination by X-ray Crystallographys*.
- Per. Vase, *Preparation and Characterization of High Tc Superconducting Thin Films with High Critical Current Densities*, NKT Research Center A/S, Agustus 1991.
- Sujito, 1995, *Disertation: A Comparative Study of The Characteristic of Bulk YBCO and YBCO : Ag Compositer Superconductor*, UNSW, Sidney.
- Vladimir Z. Kresin dan Stuart A. W., 1990, *Fundamental of Superconductivity*.
- Waloejo, 2000, *Cara Menentukan Struktur Kristal*.

Lampiran-lampiran

Lampiran 1 : Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk



X=0			
No	2 θ	intensitas	hkl
1	23.57	42	003
2	23.57	42	100
3	27.365	21	102
4	32.210	154	110
5	32.210	154	103
6	37.995	66	112
7	38.290	69	005
8	38.290	69	104
9	39.640	46	113
10	46.045	193	006
11	46.045	193	020
12	52.045	18	106
13	52.045	18	023
14	54.505	22	007
15	57.505	72	116
16	57.505	72	123

Lampiran 2 : Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk



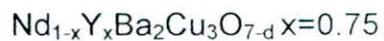
X=0.25			
No	2 θ	intensitas	hkl
1	23.775	42	003
2	23.775	42	100
3	32.510	144	110
4	32.510	144	103
5	35.460	52	112
6	38.610	81	005
7	38.610	81	104
8	40.050	31	113
9	46.325	130	006
10	46.325	130	020
11	52.110	16	115
12	53.300	10	106
13	53.300	10	023
14	54.650	13	210
15	57.710	62	116
16	57.710	62	123

Lampiran 3 : Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk



X=0.50			
No	2 θ	intensitas	hkl
1	23.835	46	003
2	23.835	46	100
3	27.595	29	102
4	28.315	62	103
5	32.650	125	110
6	32.650	125	005
7	38.585	36	104
8	38.585	36	113
9	41.695	34	104
10	39.990	72	006
11	46.385	72	020
12	46.385	14	115
13	52.280	8	106
14	52.580	8	023
15	57.785	53	116
16	57.785	53	123

Lampiran 4 : Hasil Indeks Miller (hkl) dari Spektrum XRD untuk



X=0.75			
No	2θ	intensitas	hkl
1	23.715	42	003
2	23.715	42	100
3	28.750	41	012
4	29.700	53	102
5	32.600	188	110
6	32.600	188	103
7	38.190	48	005
8	38.190	48	104
9	40.165	48	113
10	46.375	90	006
11	46.375	90	020
12	47.190	30	200
13	53.140	5	106
14	53.140	5	023
15	57.860	88	116
16	57.860	88	123

Lampiran 5: Perhitungan Parameter Kisi Dari $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ Untuk $x=0$

$$a = \frac{h\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{1.154056}{2.(0.00420)} = 3.772$$

$$b = \frac{k\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{2.54056}{2.(0.3910)} = 3.932$$

$$c = \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{3.154056}{2.(0.2042)} = 11.316$$

$$= \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{6.154056}{2.(0.3279)} = 11,756$$

$$= \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{6.154056}{2.(0.3910)} = 11.810$$

$$= \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{7.154056}{2.(0.4578)} = 11.775$$

$$\bar{c} = 11,664$$

Perhitungan parameter kisi dari bahan $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ Untuk $x=0,25$

$$a = \frac{h\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{1.154056}{2.(0,2059)} = 3,741$$

$$b = \frac{k\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{2.154056}{2.(0,3933)} = 3,917$$

$$c = \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{3.154056}{2.(0,2059)} = 11,223$$

$$= \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{5.154056}{2.(0,3305)} = 11,651$$

$$= \frac{l\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{6.154056}{2.(0,3934)} = 11,7600$$

$$\bar{c} = 11,545$$

Lampiran 6 : Perhitungan Parameter Kisi Dari $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ Untuk $x=0.50$

$$a = \frac{h\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1.154056}{2.(0,2065)} = 3,730$$

$$b = \frac{k\lambda}{2\sin\theta} = \frac{2.154056}{2.(0,3938)} = 3,910$$

$$c = \frac{l\lambda}{2\sin\theta} = \frac{5.154056}{2.(0,3303)} = 11,660$$

$$= \frac{l\lambda}{2\sin\theta} = \frac{5.154056}{2.(0,3938)} = 11,736$$

$$= \frac{l\lambda}{2\sin\theta} = \frac{3.154056}{2.(0.2069)} = 11,176$$

$$\bar{c} = 11,176$$

Perhitungan Parameter Kisi Dari $\text{Nd}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ Untuk $x=0.75$

$$a = \frac{h\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1.154056}{2.(0,2054)} = 3,749$$

$$a = \frac{h\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1.154056}{2.(0,4002)} = 3,898$$

$$a = 3,798$$

$$b = \frac{k\lambda}{2\sin\theta} = \frac{2.154056}{2.(0,3937)} = 3,915$$

$$c = \frac{l\lambda}{2\sin\theta} = \frac{3.154056}{2.(0,2054)} = 11,247$$

$$= \frac{l\lambda}{2\sin\theta} = \frac{5.154056}{2.(0,3270)} = 11,774$$

$$= \frac{l\lambda}{2\sin\theta} = \frac{6.154056}{2.(0,3937)} = 11,732$$

$$\bar{c} = 11,586$$

