

4000006347



**KAJIAN KEMAMPUAN PENGAPUNGAN
YBCO SECARA EKSPERIMEN DAN
SIMULASI**

FRANKIE TING SII KIE

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

DISEMBER 2004

PERPUSTAKAAN UMS



1400006347



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KASIAN KEMAMPUAN PENGAPUNGAN YBCO SECARA
EKSPERIMEN DAN SIMULASI

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2003/2004

Saya FRANKIE TING SII KIE

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: _____

 Nama Penyelia

Tarikh: _____

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

3 Disember 2004



(FRANKIE TING SII KIE)
(HS2001-1331)

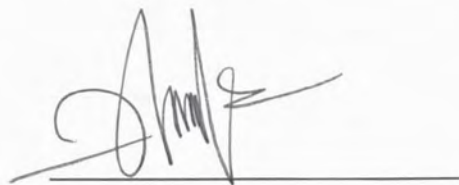


DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

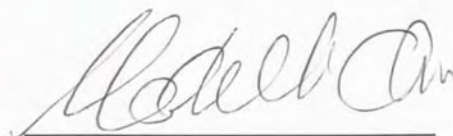
PENYELIA

(En Alvie Lo Sin Voi)



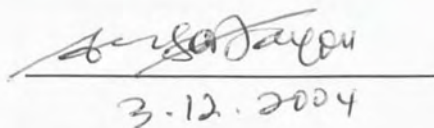
PEMERIKSA - 1

(Dr. Abdullah Chik)



PEMERIKSA - 2

(Dr. Jedol Dayou)



3.12.2004

DEKAN

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)

PENGHARGAAN

Bersyukur kepada Tuhan yang maha mulia atas bimbinganNya terhadap kajian saya ini.

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan ribuan terima kasih kepada En Lo Sin Vui secara ikhlas di atas bantuan dan nasihat yang telah diberikan. Dorongan yang diberikan oleh beliau telah banyak membantu saya dalam menjayakan projek tahun akhir ini.

Saya juga tidak lupa akan jasa baik pembantu-pembantu makmal dari program Fizik dengan Elektronik dan juga pembantu-pembantu makmal dari program Bio Teknologi. Pertolongan dan kerjasama yang diberi oleh mereka telah membantu saya menjalankan kajian ini dengan lancar.

Akhir sekali, saya turut ingin mengambil kesempatan ini untuk berterima kasih kepada ahli keluarga saya dan juga Cik Loo Lee Peng yang telah memberi sokongan samada dari segi kewangan atau moral untuk menjayakan kajian ini.

Semoga Tuhan membalas jasa baik mereka semua.



ABSTRAK

Kajian ini telah dilakukan untuk menyiasat sifat pengapungan magnet oleh YBCO pada suhu rendah ($\approx 77\text{K}$). Interferometer Michelson digunakan untuk mengukur perubahan ketinggian pengapungan. Kajian ini juga dijalankan dengan kaedah simulasi berdasarkan persamaan (2.25) daripada kajian Simon et al.. Dengan menggunakan Mathcad dan bahasa komputer Java, simulasi pengapungan magnet berhubung kepada sifat superkonduktor YBCO telah dibuat. Daripada keputusan kedua-dua simulasi, tinggi maksimum yang diperolehi ialah 14.4 mm. Pada kesimpulannya ketinggian pengapungan adalah berkurang secara eksponen dengan penambahan linear jisim beban.



KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	ii
DIPERAKUKAN OLEH	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
BAB 1 ULASAN PERPUSTAKAAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Sejarah Perkembangan Superkonduktor	3
1.3 Kelas-kelas Superkonduktor	5
1.3.1 Superkonduktor Konvensional	6
1.3.2 Superkonduktor Chevrel	6
1.3.3 Superkonduktor Organik	7
1.3.4 Superkonduktor Fermion Berat	7
1.3.5 Superkonduktor Berasaskan Kuprum Oksida	7
1.3.6 Superkonduktor Campuran Borokarbida dan Boronitrida	8
1.4 Kegunaan Bahan Superkonduktor	8
1.5 Objektif Kajian	10



BAB 2 TEORI DAN LATAR BELAKANG KAJIAN

2.1	Teori BCS	11
2.2	Keadaan Mensuperkonduksi	13
2.3	Kesan Meissner	14
2.4	Superkonduktor Jenis I dan Jenis II	16
2.4.1	Superkonduktor Jenis I	17
2.4.2	Superkonduktor Jenis II	20
2.5	Latar Belakang Kajian	23
2.5.1	Teorem Earnshaw	23
2.5.2	Pengapungan Magnet Dengan Penstabilan Diamagnet	26
2.5.3	Kesan Meissner-Arus Imej	31
2.5.4	Menentukan Nilai C_z	32
2.5.5	Anggaran C_z Dwikutub	33
2.5.6	Jurang Maksimum D dalam Dwikutub Anggaran	34
2.6	Interferometer Michelson	35

BAB 3 KAEDAH UJIKAJI

3.1	Pendahuluan	38
3.2	Pertunjukkan Kesan Meissner	38
3.3	Mengukur Ketinggian Pengapungan dengan Kaedah Interferometer Michelson	40
3.4	Menganggar Ketinggian Pengapungan dengan Mathcab	43



BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA

4.1	Keputusan	44
4.2	Analisis Data	45

BAB 5 PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN**KAJIAN**

5.1	Perbincangan Kajian dan Ujikaji	48
5.2	Kesimpulan	49
5.3	Cadangan Kajian	50

RUJUKAN	51
----------------	-----------

LAMPIRAN

1	Jadual tinggi pengapungan pada berat yang berbeza	54
2	Simulasi Mathcab untuk berat maksimum 10 kg	55
3	Baris-baris kod programming Simulasi Java	56
4	Prototaip Interferometer Michelson	57
5	Peralatan yang digunakan	58



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
1.1	Bahan dikelaskan kepada empat jenis mengikut nilai kerintangan elektrik.	1
2.1	Contoh-contoh superkonduktor jenis I dengan suhu genting dan medan magnet masing-masing.	18
2.2	Contoh-contoh superkonduktor jenis II dengan suhu genting dan medan magnet masing-masing.	21
1A	Tinggi pengapungan pada berat yang berbeza	55



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
2.1	Perubahan medan magnet genting B_c dengan suhu genting T_c	14
2.2	Kesan Meissner	15
2.3	Skema taburan sifat kesuperkonduksian yang berbeza (Madzlan, 1992)	17
2.4	Kesan medan magnet ke atas superkonduktor jenis I	19
2.5	Pemagnetan (M) melawan aruhan magnet untuk superkonduktor jenis I	19
2.6	Graf medan magnet melawan suhu untuk superkonduktor jenis I	20
2.7	Penusukan separa medan magnet untuk superkonduktor jenis II	22
2.8	Pemagnetan (M) melawan aruhan magnet untuk superkonduktor jenis II	22
2.9	Perubahan medan magnet B_{c1} dan B_{c2} sebagai fungsi suhu	23
2.10	Kestabilan fungsi-fungsi K_v dan K_h	29

2.11	Geometri arus imej dalam kepingan superkonduktor	31
2.12	Pembinaan asas Interferometer Michelson	37
3.1	Pengukuran ketinggian pengapungan dengan menggunakan Interferometer Michelson	42
4.1	Graf ketinggian pengapungan yang diplot dengan data dari perisian Mathlab	46
4.2	Graf ketinggian pengapungan yang diplot dengan data dari Simulasi Java	47
4.3	Graf perbandingan nilai-nilai data dari Mathcab dan Simulasi Java	48



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

T	Suhu
T_c	Suhu genting mensuperkonduksi
$T_{c\text{-mula}}$	Suhu genting mensuperkonduksi permulaan
$T_{c\text{-sifar}}$	Suhu genting mensuperkonduksi pada rintangan sifar
BCS	Teori Bardeen-Cooper-Schrieffer
SST	Superkonduktor suhu tinggi
MRI	Pengimejan resonans magnet
L	Tebal disk superkonduktor
D	Tinggi pengapungan
M	Momen Dwikutub magnet
B	Kekuatan medan magnet
μ_0	ketulusan udara
χ	Ketelapan magnet superkonduktor
U	Tenaga keupayaan
z	Jarak dari kedudukan pengapungan



BAB 1

ULASAN PERPUSTAKAAN

1.1 Pendahuluan

Pepejal umumnya boleh dibahagikan kepada empat jenis iaitu penebat, semikonduktor, konduktor atau logam dan superkonduktor. Satu ciri yang dapat membezakan keempat-empat bahan ini ialah dari segi kekonduksian atau kerintangan elektriknyanya.

Jadual 1.1 Bahan dikelaskan kepada empat jenis mengikut nilai kerintangan elektrik

Bahan	Kerintangan Elektrik (Ωm)	Contoh
Penebat	$>10^6$	Kayu, plastik, berlian
Semikonduktor	$10^{-4}-10^6$	Silikon, germanium
Konduktor	$10^{-8}-10^{-4}$	Loyang, kuprum, aluminium
Superkonduktor	0	Mgb ₂ , Nb ₃ Ge (pada suhu rendah)

Konduktor adalah bahan yang biasanya terdiri daripada logam dan aloi logam seperti loyang, kuprum, besi dan sebagainya. Logam dan aloi adalah pengkonduksi elektrik dan pengkonduksi terma yang baik. Penebat seperti kayu, plastik dan berlian ialah bahan dengan kerintangangan yang paling tinggi. Manakala bagi semikonduktor seperti silikon dan germanium pula, nilai kerintangannya lebih rendah daripada penebat tetapi lebih tinggi daripada konduktor biasa. Superkonduktor seperti merkuri dan Nb_3Ge adalah bahan yang istimewa dengan kerintangangan elektriknyanya adalah sifar pada suhu yang lebih rendah daripada suhu gentingnya, $T \leq T_c$. Suhu genting ialah takat suhu bahan mula menunjukkan sifat kesuperkonduksian.

Superkonduktor tidak menunjukkan sebarang rintangan pada suhu di bawah T_c . Ia membenarkan pengaliran arus elektrik tanpa kehilangan sebarang bentuk tenaga. Di samping itu, superkonduktor adalah bahan diamagnet sempurna di mana medan magnet diturunkan kepada sifar (Ginzburg et al., 1994). Bahan diamagnet sempurna boleh menolak keluar semua fluks magnet yang dikenakan ke atasnya. Kesan ini dikenali sebagai Kesan Meissner (sila rujuk bahagian 2.3).

Dalam keadaan superkonduksian, elektron-elektron bebas dalam superkonduktor akan berpasangan dan bergerak dalam arah yang sama atau selari apabila arus elektrik dialirkan melaluinya. Momentum bagi setiap pasangan adalah sama dengan pasangan yang lain (Roslan, 1996). Ini menunjukkan momentum bagi superkonduktor adalah diabadikan.



1.2 Sejarah Perkembangan Superkonduktor

Superkonduktor adalah bahan yang tiada sebarang rintangan terhadap pengaliran arus elektrik. Ia merupakan penemuan sains yang paling menggagumkan dalam penemuan sains. Ini kerana penemuan ini bukan sahaja belum mencapai penghujung penerokaannya malah teori-teori yang menjelaskan sifat-sifat superkonduksi masih di bawah pemerhatian. Kini ia semakin diberi perhatian. Namun begitu, fenomena superkonduktor ini telah wujud sejak tahun 1911 apabila seorang ahli sains kebangsaan Belanda, Heike Kamerlingh Onnes menyelidik sifat-sifat elektrik bagi Merkuri (Hg) pada suhu rendah. Beliau memerhatikan apabila Merkuri disejukkan ke suhu Cecair Helium (4 Kelvin, -269°C), rintangannya hilang dengan tiba-tiba. Beliau menyimpulkan bahawa sesuatu bahan superkonduktor tidak akan menunjukkan sifat kesuperkonduksian pada suhu yang lebih tinggi daripada suhu gentingnya. Sebaliknya ia akan menunjukkan sifat keistimewaan ini pada suhu yang sama dengan atau lebih rendah daripada suhu gentingnya. Beliau membuat kesimpulan bahawa sesuatu bahan akan menunjukkan kesuperkonduksian bukan sahaja bergantung kepada suhu, malah juga bergantung kepada medan magnet dan jumlah arus yang mengalir melalui bahan itu.

Selepas itu, penyelidikan dan penerokaan tentang kefahaman sifat superkonduksi sesuatu bahan pada suhu lampau rendah terus dijalankan. Pencirian terawal bahan superkonduktor dari segi kesan magnet telah dilakukan oleh Meissner dan Ochsenfeld pada tahun 1933. Mereka mendapati superkonduktor akan menolak medan magnet yang dikenakan ke atasnya. Fenomena ini kemudian dinamakan dengan nama Meissner sebagai Kesan Meissner.



Dalam dekad tersebut, banyak bahan logam dan aloi logam baru yang boleh menunjukkan sifat superkonduksi telah ditemui. Logam seperti niobium didapati mensuperkonduksi pada suhu 9.2 K dan dijadikan bahan yang paling banyak digunakan dalam bidang elektronik disebabkan oleh kestabilannya (Duzer et al., 1999). Pada tahun 1941, aloi logam seperti niobium-nitrat telah ditemui mensuperkonduksi pada suhu genting 16 K. Pada tahun 1953 pula, vanadium-silikon (V_3Si) ditemui menunjukkan kesuperkonduksian pada suhu 17.5 K. Aloinya lain seperti Nb_3Ge ($T_c = 23$ K) dan sebagainya juga didapati menunjukkan sifat kesuperkonduksian.

Pemahaman teori mengenai kesuperkonduksian bahan superkonduktor pertama kali diperkenalkan oleh ahli-ahli fizik Amerika iaitu John Bardeen, Leon Cooper dan Robert Schrieffer pada tahun 1957. Teori mereka terhadap mikroskopik superkonduktor dikenali Teori BCS sempena nama-nama mereka. Sumbangan mereka telah dianugerahkan hadiah Nobel pada tahun 1972.

Kajian yang seterusnya terhadap kesuperkonduksian suhu tinggi telah diusahakan oleh K.A Müller dan J.G Bednorz dari makmal IBM di Switzerland. Mereka telah menghasilkan sebatian seramik iaitu kuprum oksida yang boleh mensuperkonduksi pada suhu lebih tinggi iaitu 30K pada tahun 1986. Penemuan ini amat menakjudkan kerana seramik merupakan sejenis penebat yang tidak mengalirkan elektrik. Jadi mereka mencadangkan bahawa seramik boleh digunakan sebagai calon superkonduktor suhu tinggi.



Pada Januari 1987, bahan-bahan yang berasaskan kuprum oksida ini didapati mensuperkonduksi pada suhu yang melebihi takat didih cecair nitrogen (78 K). Penemuan Müller dan Bednorz telah membangkitkan semangat ahli penyelidik dari seluruh dunia untuk mencari seramik yang boleh bertindak pada suhu genting yang lebih tinggi lagi. Penyelidik-penyelidik iaitu M. K. Wu dan C. W. Chu telah menggantikan lanthanum dalam sistem Müller-Bednorz iaitu La-Ba-Cu-O kepada Yttrium iaitu Y-Ba-Cu-O (YBCO) yang boleh menjadi bahan superkonduktor pada suhu melebihi 90 K.

Pada tahun seterusnya, H. Maeda, Y. Tanaka dan T. Asano telah menemui superkonduktor yang berasaskan kuprum oksida sistem bismuth $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ dengan T_c 110 K. Pada tahun yang sama, superkonduktor yang berasaskan kuprum oksida sistem tallium dengan 125 K telah ditemui oleh Z. Z Sheng dan A. M. Hermann. Nilai maksimum bagi T_c telah meningkat secara mendadak sehingga 134 K untuk bahan dalam sistem Hg-Ba-Ca-Cu-O yang merupakan bahan superkonduktor dengan T_c tertinggi sehingga catatan hari ini.

1.3 Kelas-kelas Superkonduktor

Superkonduktor boleh dibahagikan kepada enam kelas utama berdasarkan kepada sifat semulajadinya seperti suhu genting (T_c), struktur dan mekanisma kesuperkonduksian iaitu:



- i. Superkonduktor konvensional
- ii. Superkonduktor Chevrel
- iii. Superkonduktor organik
- iv. Superkonduktor fermion berat
- v. Superkonduktor berasaskan kuprum oksida
- vi. Superkonduktor campuran borokarbida dan boronitrida

1.3.1 Superkonduktor Konvensional

Superkonduktor konvensional adalah bahan yang terdiri daripada bahan logam dan aloi seperti In ($T_c = 3.41$ K), Al ($T_c = 1.19$ K), Cd ($T_c = 0.56$ K), Nb₃Sn ($T_c = 18$ K), Nb₃Ge ($T_c = 23$ K) dan sebagainya. Mekanisma kesuperkonduksian bahan ini boleh diterangkan dengan Teori BCS.

1.3.2 Superkonduktor Chevrel

Superkonduktor Chevrel adalah bahan yang terdiri daripada kelas molibdenum kalkogenik iaitu sebatian yang mengandungi elemen kumpulan VI: S, Se atau Te bersama dengan molibdenum dan satu ion logam yang bercas positif. Formula kimia umum bagi bahan ini ialah $M_xMo_6X_8$ dengan X ialah kalkogen. Contoh adalah SnMo₆S₈ yang mempunyai $T_c = 12$ K dan PbMo₆S₈ yang merupakan bahan fasa Chevrel dengan T_c tertinggi, iaitu 15 K.



1.3.3 Superkonduktor Organik

Superkonduktor organik adalah satu sub-kelas bagi konduktor organik yang meliputi garam bermolekul, polimer dan sistem karbon yang tulen (termasuk karbon nanotub dan sebatian C_{60}). Bahan ini juga boleh dirujuk sebagai superkonduktor bermolekul dan boleh menjadi superkonduktor sekiranya unsur logam alkali seperti kalium didopkan ke dalamnya. Contohnya ialah K_3C_{60} dan $Rb_{2.7}Tl_{2.2}C_{60}$ yang mempunyai T_c 19 K dan 42 K masing-masing.

1.3.4 Superkonduktor Fermion Berat

Superkonduktor Fermion Berat adalah sebatian yang mengandungi elemen Ce, Y atau U di mana cas pengangkutannya terdiri daripada electron konduksi yang mempunyai jisim berkesan 100 – 1000 lebih daripada jisim elektron rehat. Bahan ini biasanya mempunyai suhu genting yang sangat rendah (< 1 K). Contohnya ialah $CeCu_2Si_2$, $CeAk_3$ dan UBe_{13} .

1.3.5 Superkonduktor Berasaskan Kuprum Oksida

Superkonduktor berasaskan kuprum oksida adalah bahan seramik yang mempunyai suhu genting tertinggi yang juga dikenali sebagai superkonduktor suhu tinggi. Bahan ini menunjukkan sifat logam pada suhu bilik dan mensuperkonduksi pada suhu yang



rendah tetapi melebihi takat didih cecair nitrogen (78 K). contohnya ialah $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ ($T_c = 110$ K), $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($T_c = 92$ K) dan sebagainya.

1.3.6 Superkonduktor Campuran Borokarbida dan Boronitrida

Superkonduktor campuran borokarbida dan boronitrida adalah sebatian yang mengandungi boron dan karbon atau nitrogen dengan unsur nadir bumi dan unsur peralihan. Contohnya ialah Y-Pd-B-C dengan $T_c = 23$ K dan $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{B}_2\text{C}$ dengan $T_c = 13$ K.

1.4 Kegunaan Bahan Superkonduktor

Oleh kualiti hidup manusia semakin meningkat, alat teknologi yang padan dengan kelajuan hidup kini semakin diperlukan. Kini penggunaan alat yang cekap yang mempunyai sifat kecil, berkuasa tinggi, menjimat tenaga, multi fungsi dan beberapa ciri lagi. Oleh yang demikian, bahan superkonduktor menjadi calon yang terbaik untuk penciptaan alat bantuan seharian manusia dalam masa yang sedang datang. Kegunaannya meliputi pengangkutan sehingga ke pembuatan komputer. Sifat diamagnet sempurna dan mempunyai rintangan sifar merupakan faktor utama superkonduktor digunakan secara meluas dalam peranti elektronik dan kegunaan lain supaya peralatan elektrik boleh digunakan dalam jangka masa yang panjang tanpa menghadapi masalah pemanasan pada mesin tersebut.



Secara umumnya, kegunaan superkonduktor boleh dikelaskan kepada dua kategori iaitu peralatan saiz besar dan peralatan saiz kecil. Kegunaan peralatan saiz besar seperti sistem keretapi terapung atau juga dikenali sebagai Maglev Train, pengimejaan resonan magnet (MRI) yang digunakan dalam bidang perubatan, kabel penghantaran kuasa elektrik, sistem penyimpanan tenaga magnet dan sebagainya. Kegunaan peralatan saiz kecil pula lazimnya adalah sebagai komponen elektronik dan selalunya dalam bentuk filem nipis seperti peranti nanosaat, sistem pengesan sinaran, sistem antena gelombang mikro dan simpang Josephson. Simpang Josephson ialah satu suis yang cepat dan digunakan dalam osiloskop pantas yang beroperasi pada 10 GHz (Roslan, 1996).

Aplikasi dalam bidang magnet banyak digunakan dalam fungsi superkonduktor. Apabila medan magnet yang dikenakan adalah di bawah medan genting, B_c , superkonduktor bertindak sebagai satu bahan diamagnet sempurna dan mempamerkan kesan pengapungan yang dikenali sebagai Kesan Meissner. Prinsip ini telah digunakan dalam penciptaan kenderaan yang terapung dari landasan iaitu keretapi terapung yang juga dikenali sebagai Maglev Train. Pada bulan April 1999, jenis keretapi terapung MLX01 di Jepun berjaya mencapai kelajuan maksimum yang menakjubkan iaitu setinggi 343 km per jam.

Superkonduktor juga memainkan peranan yang penting dalam bidang perubatan. Salah satu ciptaan alat perubatan yang baru sejak beberapa tahun yang lalu ialah sistem pengimejan resonan magnet (MRI). MRI ialah satu alat yang penting dalam bidang biomagnetik dan perubatan dianognis. Salah satu daripada komponen alat ini ialah sistem magnet superkonduktor. Alat ini deselaraskan kepada garisan



resonan proton dalam hidrogen dan pesakit sebagai sample. Kuasa yang diserap menunjukkan kepekatan hidrogen di dalam bahagian tubuh dapat dikaji. Kuasa yang diserap ini dapat membezakan pelbagai jenis tisu dan mengenalpasti kawasan di mana kepekatan hidrogen berada dalam keadaan abnormal seperti tumor dan sebagainya (Lalley *et al.*, 1991)

Penggunaan bahan superkonduktor dalam sistem penghantaran kuasa elektrik dapat menjimatkan tenaga. Keadaan ini disebabkan bahan superkonduktor mempunyai rintangan sifar, maka tiada kehilangan tenaga berlaku.

Sistem penyimpanan tenaga magnet adalah diperlukan untuk menyimpan tenaga elektrik yang dijana berlebihan pada waktu malam dan digunakan pada siang hari. Kebaikan sistem ini adalah ia boleh mengalirkan arus yang tinggi, mempunyai kecekapan yang tinggi dan mampu mengeluarkan tenaga dalam masa yang singkat. Kegunaan peralatan saiz besar dijangka akan mengambil masa yang lebih lama untuk dikomersilkan berbanding dengan peralatan saiz kecil. Ini disebabkan peralatan saiz besar memerlukan penyediaan bahan yang lebih rumit dan kos penyejukan yang lebih tinggi.

1.5 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji kemampuan pengapungan YBCO melalui eksperimen dan simulasi.



BAB 2

TEORI DAN LATAR BELAKANG KAJIAN

2.1 Teori BCS

Aspek-aspek penting keadaan kesuperkonduksian dalam superkonduktor konvensional dapat difahamkan melalui teori mikroskopik yang telah diperkenalkan oleh Bardeen, Cooper dan Schrieffer pada tahun 1957. Teori ini biasanya dikenali sebagai teori BCS dan berjaya menerangkan mekanisma kesuperkonduksian dalam bahan superkonduktor logam dan aloi. Menurut teori BCS, tiada bahan yang dapat mencapai T_c melebihi 30 K. Kejayaan yang telah dicapai mengikut teori ini adalah berikutan kejayaan Frohlich dalam tahun 1950 yang memperihalkan kewujudan interaksi elektron-fonon (elektron-kekisi) dalam superkonduktor. Interaksi elektron-fonon ini boleh ditakrifkan juga sebagai elektron yang bergerak dalam kekisi yang agak kenyal (Ginzburg, 1994) manakala fonon adalah getaran kekisi dalam keadaan biasa.

Ion-ion positif bagi sesuatu superkonduktor adalah dalam keadaan keseimbangan dan bertertib. Apabila satu elektron (bercas positif) yang bergerak melalui kekisi yang agak kenyal, ia akan tertarik kepada ion positif yang berhampiran dengannya dalam kekisi tersebut. Ini menyebabkan ion itu tersesar dari kedudukan keseimbangannya. Ion yang tersesar ini akan mewujudkan satu kawasan dengan



RUJUKAN

- Blakemore, J.S.. 1974. *Solid State Physics. 2nd Edition*. Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Bodi A. C., Laiho R., Kirschner I., Lahderanta E.. 1996. *Zeitschrift Fur Physik B. Ac Susceptibility response of bulk YBCO Superconductors In the Presence of a temperature gradient* **104**. 33-36.
- Carr Jr. W. J. 1983. *AC Loss and Macroscopic Theory of Superconductors*. London: Gordon & Breach Publishing Group
- Charles P. Poole, Jr., Horacio A. Farach, Richard J. Creswick. 1995. *Superconductivity*. USA: Academic Press, Inc.
- Cooley L. D., Hawes C. D., Lee P. J., Larbalestier D. C.. 1999. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity. Superconducting Properties and Critical Density of Nb-Ti Ti Multilayer*, **9** (2). 1743-1746.
- Duzer, T. V. & Turner, C. W.. 1991. *Superconductive Devices and Circuits. 2nd ed.* New Jersey: Prentice Hall.
- Ginzburg, V. L. & Andryushin, A. E.. 1994. *Superconductivity*. Singapore: World Scientific.



- Jha. A. R. 1998. *Superconductor Technology: Applications to Microwave, Electro-Optics, Electrical Machines, and Propulsion Systems*. USA: John Wiley and Sons.
- Kittel, Charles. 1996. *Introduction to Solid State Physics, 7th Ed.* USA: Wiley.
- Krawiec M., Gyorffy B. L., Annett J. F.. 2002. Physical Review B. *Spontaneous Spin-polarized Currents in Superconductor-Ferromagnetic Metal Heterostructures*, **66**. 172505(1-4).
- Lally Raflah Abdullah, Abdul Halim shaari & Sidek Hj. Ab. Aziz. 1991. Dibentangkan pada Bengkel Teknologi Sensor dan Seminar Sains Keadaan Pepejal ke-8, University Pertanian Malaysia, Malaysia. *Kertaskerja* (3): 13-24.
- Madzlan A.. 1992. *Kesuperkonduksian*. Johor: Unit Penerbitan Akademik Universiti Teknologi Malaysia. Terjemahan. Taylor, A. W. B.. 1970. *Superconductivity*. London: Wykeham Publications Inc..
- Michael Tinkham. 1996. *Introduction to Superconductivity. 2nd ed.* USA: McGraw-Hill.
- Nordine Paul C., Richard Weber J. K. Abadie Johan G.. 2000. Pure Application Chemistry. *Properties of High-Temperature Melts Using Levitation*, **72** (11). 2127-2136.



Roslan Abd. Shukor. 1996. *Superkonduktor Konvensional dan Suhu Tinggi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Saijo H., et. al. 1998. *Magnetic Flux Generation in YBCO thin Film Loops by Optical Excitation Under Magnetic Field*. *Advance in Superconductivity XI*. Vol.1. 199-202.

Simon M. D., Heflinger L.O., Geim A. K.. 2001. *Am. J. Physics*. *Diamagnetically Stabilized Magnet Levitation* 69(6), 702-713.

The Handbook of Chemistry and Physics (The Chemical Rubber Co., Boca Raton, FL, 1992–1993).

Turton R. 2000. *The Physics of Solids*. New York: Oxford University Press Inc.

