

**KAJIAN KOMPUTASI PENGARUH UKURAN
SUPERKONDUKTOR TERHADAP SIFAT MAGNET
SUPERKONDUKTOR TIPE II**



Disusun oleh :

**MUTHOHARUL JANAN
M0212055**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Sains**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Juli, 2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Kajian Komputasi Pengaruh Ukuran Superkonduktor Terhadap
Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II**

Oleh :
Muthoharul Janan
M0212055

Telah Disetujui Oleh :

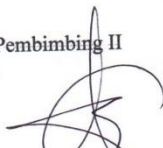
Pembimbing I



Dr. Fuad Anwar S.Si., M.Si.
NIP 197006102000031001

Tanggal : 30 Juni 2016

Pembimbing II



Prof. Drs Cari M.A., M.Sc., Ph.D.
NIP 196103061985031002

Tanggal : 28 Juni 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: Kajian Komputasi Pengaruh Ukuran Superkonduktor Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II

Yang ditulis oleh :

Nama : Muthoharul Janan
NIM : M0212055

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada
Hari :
Tanggal :

Dewan Penguji:

1. Drs. Suharyana, M.Sc.
NIP. 19611217 198903 1 003



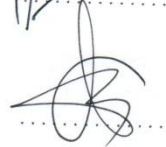
2. Drs. Hery Purwanto, M.Sc.
NIP. 19590518 198703 1 002



3. Dr. Fuad Anwar, S.Si., M.Si.
NIP. 19700610 200003 1 001



4. Prof. Drs Cari M.A, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19610306 198503 1 002

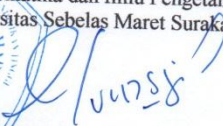


Disahkan pada tanggal 22/2016

Oleh

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta




Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.
NIP. 19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “KAJIAN KOMPUTASI PENGARUH UKURAN SUPERKONDUKTOR TERHADAP SIFAT MAGNET SUPERKONDUKTOR TIPE II” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituisikan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 1 Juli 2016

MUTHOHARUL JANAN

MOTTO

“Berangkat untuk belajar dan kembali untuk mengabdikan”

Karya Skripsi ini saya persembahkan kepada :

- ❖ *Kedua orang tua, Bapak H. Jamaludin dan Ibu Pujiatun*
- ❖ *Kedua Kakak saya, Mbak Nur dan Mas Didik*
- ❖ *Beserta Keluarga Besar kedua orang tua saya*

Kajian Komputasi Pengaruh Ukuran Superkonduktor Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II

MUTHOHARUL JANAN

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Telah dilakukan kajian komputasi pengaruh ukuran bahan superkonduktor terhadap sifat magnet superkonduktor mesoskopik tipe II berbentuk persegi untuk sepuluh ukuran yang berbeda dengan $\kappa=2,0$, $\Delta x=0,5\zeta$, $\Delta y'=0,5\zeta$, $\Delta t'=0,010$, dan $\Delta H_{ext}'=0,000001$ berdasarkan pada model Ginzburg-Landau dan dibuat dengan tiga kuadran. Metode komputasi yang digunakan berdasarkan pada metode ψU . Hasil penelitian yang dapat disimpulkan adalah harga medan kritis rendah H_{c1} dan medan kritis permukaan H_{c3} (dalam satuan H_{c2}) mengecil ketika ukuran superkonduktor membesar karena kemampuan mempertahankan sifat superkonduktivitasnya menurun, akan tetapi terbatas pada ukuran tertentu. Pengaruh ukuran superkonduktor terhadap H_{c1} dan H_{c3} terbatas pada kuadran II. Penelitian ini juga menyimpulkan bahwa semakin besar ukuran maka semakin mudah medan magnet luar menerobos ke dalam bahan superkonduktor karena rapat lokal elektron super (modulus parameter benahan kuadrat) sudah tidak mampu menahannya.

Kata kunci : Superkonduktor Tipe II, TDGL, Mesoskopik, Metode ψU

Study on the Effect of Superconductor Measurement Toward the Characteristic of Superconductor Magnet Type II

MUTHOHARUL JANAN

Department of Physic, Faculty of Mathematics and Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Numeric research about the effect of superconductor material measurement toward the characteristic of square-mesoscopic type II superconductor magnet has been conducted to ten different measurements with $\kappa=2,0$, $\Delta x'=0,5\xi$, $\Delta y'=0,5\xi$, $\Delta t'=0,010$, dan $\Delta H_{ext}'=0,000001$ which is based on Ginzburg-Landau model and made with three quadrants. Numeric method that has been used is based on ψU method. The result can be concluded that the values of low critical field H_{c1} and the surface critical field H_{c3} (in H_{c2} unit) were decreasing when superconductor measurement increased, it is because its capability to maintain the superconductor characteristic *were* decreasing, however its measurement is limited in the certain measurement. The effect of superconductor measurement toward H_{c1} and H_{c3} is limited in the second quadrant. This research also conclude that the larger the measurement is, it would be easier for the outside magnetic field to break into superconductor material, this is happened because super electron of local dense (squared order parameter modulus) has been unable to resist the measurement.

Keyword : Type II Superconductor, TDGL, Mesoscopic, ψU method

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains ini penulis beri judul “Kajian Komputasi Pengaruh Ukuran Superkonduktor terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II”. terselesaikannya Skripsi ini adalah suatu kebahagiaan bagi saya. Setelah sekitar satu semester penulis harus berjuang untuk bisa menyelesaikan Skripsi ini tepat waktu. Dengan segala suka dan dukanya, pada akhirnya Skripsi ini terselesaikan juga. Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Skripsi ini penulis ucapkan terima kasih. Atas bantuannya yang sangat besar selama proses pengerjaan Skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Fuad Anwar S.Si., M.Si. selaku pembimbing I atas bimbingan dan bantuannya dalam menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Prof. Drs Cari M.A, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing II atas bimbingan bantuannya dalam menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bapak dan ibu tercinta yang selalu siap mendukung kapanpun. Terimakasih atas segala doa dan kasih sayang yang tak pernah berhenti, motivator nomor satu dan inspirator terbesar dalam menjalani hidup.
4. Rekan-rekan dalam satu group riset komputasi : Archi Yhana Prususila, wildan Fakhri, dan Hendra Angga Y.
5. Teman-teman satu angkatan “CFC 2012” dan Gesrek yang telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya selama kuliah.
6. Teman-teman main yang tak henti memberi dukungan dan semangat, terutama Ria Agustin Merdekawati.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Aamiin.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini dapat bermanfaat.

Surakarta, 1 Juli 2016

Muthoharul Janan

PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya yang berjudul “Kajian Komputasi Pengaruh Ukuran Superkonduktor terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II” telah dipublikasikan di <http://digilib.mipa.uns.ac.id> pada Juni 2016.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PUBLIKASI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Perumusan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sejarah dan Pengertian Superkonduktor	5
2.2. Superkonduktor Berbentuk Bongkahan	7
2.3. Teori Superkonduktor	9
2.4. Teori Ginzburg-Landau	10
2.5. Teori Ginzburg-Landau Gayut Waktu	11
2.6. Persamaan Syarat Batas	13

2.7. Parameter Ginzburg-Landau	14
2.8. Perumusan Medan Kritis Superkonduktor Bongkahan.....	15
2.9. Medan Kritis Permukaan.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.2.1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	18
3.2.2. Perangkat Lunak.....	18
3.2.3. Asumsi-asumsi Awal dalam Penelitian TDGL.....	18
3.3 Normalisasi Persamaan	20
3.3.1 Normalisasi Persamaan TDGL.....	21
3.3.2 Normalisasi Persamaan Syarat Batas Parameter Benahan.....	21
3.4 Diskritisasi Persamaan TDGL dan Persamaan Syarat Batas.....	23
3.4.1 Metode ψU pada Bahan Kajian Penelitian.....	23
3.4.2 Diskritisasi Persamaan TDGL ternormalisasi.....	25
3.4.3 Diskritisasi Persamaan Syarat Batas.....	26
3.5 Besaran yang dikaji dalam Penelitian	27
3.6 Algoritma Perhitungan Besaran Kajian Penelitian	28
3.7 Analisa Grafik Hasil Perhitungan.....	29
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Ringkasan Alur Program TDGL.....	31
4.2 Analisa Medan Kritis Rendah H_{c1} dan Medan Kritis Permukaan H_{c3}	35
4.3 Konfigurasi Vorteks Ukuran $16\xi \times 16\xi$, $20\xi \times 20\xi$, dan $43\xi \times 43\xi$	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Contoh Beberapa Jenis Superkonduktor	6
Tabel 3.1. Definisi Besaran-besaran Normalisasi Penelitian TDGL.....	22
Tabel 4.1. Variasi masukan penelitian TDGL.....	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Fenomena Medan Magnet Luar \mathbf{H} pada Suatu Superkonduktor	6
Gambar 2.2. Variasi Magnetisasi Bahan M terhadap Medan Magnet Luar H pada Kedua Tipe Superkonduktor	8
Gambar 2.3. Perubahan Batas Medan Magnet H_c terhadap Suhu T	9
Gambar 2.4. Grafik λ dan ξ di batas bahan normal dan superkonduktor	14
Gambar 2.5. Medan Kritis $H_c(T)$ Superkonduktor Tipe II Berbentuk Lapisan Tipis	17
Gambar 3.1. Penampang bahan superkonduktor yang diteliti.....	19
Gambar 3.2. Skema sel Superkonduktor pada metode ψU	23
Gambar 3.3. Diagram Alir Program Penelitian Proksimitas.....	30
Gambar 4.1. Grafik (a) $\langle M' \rangle - H_{ext}'$ dan Grafik (b) $\langle \psi' ^2 \rangle - H_{ext}$ untuk harga masukan secara umum.....	34
Gambar 4.2. Grafik (a) $\langle M' \rangle - H_{ext}'$ dan Grafik (b) $\langle \psi' ^2 \rangle - H_{ext}$ untuk harga masukan kuadran I.....	34
Gambar 4.3. Grafik (a) $\langle M' \rangle - H_{ext}'$ dan Grafik (b) $\langle \psi' ^2 \rangle - H_{ext}$ untuk harga masukan kuadran II.....	35
Gambar 4.4. Grafik (a) $\langle M' \rangle - H_{ext}'$ dan Grafik (b) $\langle \psi' ^2 \rangle - H_{ext}$ untuk harga masukan kuadran III.....	35
Gambar 4.5. Grafik atas ketiga kuadran : $H_{c1}-H_{ext}$ Grafik bawah ketiga kuadran : $H_{c3}-H_{ext}$	36
Gambar 4.6. Gambar $ \psi'(x', y', t') ^2$ pada keadaan ukuran = $16\zeta \times 16\zeta$	38
Gambar 4.7. Gambar $ \psi'(x', y', t') ^2$ pada keadaan ukuran = $20\zeta \times 20\zeta$	38
Gambar 4.8. Gambar $ \psi'(x', y', t') ^2$ pada keadaan ukuran = $43\zeta \times 43\zeta$	38

DAFTAR SIMBOL

A	: Potensial vektor magnet
B	: Induksi magnet
<i>b</i>	: Panjang ekstrapolasi
<i>D</i>	: Konstanta difusi fenomenologi
E	: Kuat medan listrik
<i>e</i>	: Muatan elektron normal
<i>es</i>	: Muatan elektron super
<i>fn</i>	: Rapat energi bebas Gibbs keadaan normal
<i>gs</i>	: Rapat energi bebas Gibbs superkonduktor
H	: Intensitas magnet
<i>Hc</i>	: Medan kritis superkonduktor
<i>Hc1</i>	: Medan kritis rendah superkonduktor
<i>Hc2</i>	: Medan kritis tinggi superkonduktor
<i>Hc3</i>	: Medan kritis permukaan superkonduktor
<i>h</i>	: Tetapan Planck
J	: Rapat arus listrik
Jn	: Rapat arus listrik normal
Js	: Rapat arus listrik super
M	: Magnetisasi
<i>M</i>	: Massa
<i>Ms</i>	: Massa elektron super
<i>Ns</i>	: Rapat elektron super
R	: Posisi
<i>T</i>	: Suhu
<i>Tc</i>	: Suhu kritis
<i>T</i>	: Waktu
<i>Ux</i>	: Peubah pautan potensial vektor magnet pada arah sumbu <i>x</i>
<i>Uy</i>	: Peubah pautan potensial vektor magnet pada arah sumbu <i>y</i>

x	: Komponen posisi pada arah sumbu x
y	: Komponen posisi pada arah sumbu y
z	: Komponen posisi pada arah sumbu z
α	: Koefisien ekspansi rapat energi bebas Gibbs pertama
β	: Koefisien ekspansi rapat energi bebas Gibbs kedua
κ	: Parameter Ginzburg-Landau
λ	: Panjang penetrasi
ξ	: Panjang koherensi
ρ	: Hambat jenis listrik
σ	: Konduktivitas listrik
Φ	: Potensial listrik
ϕ	: Kuantisasi fluks magnet vorteks
χ	: Suseptibilitas magnet
ψ	: Parameter benahan

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.....	43