

**KAJIAN NUMERIK PENGARUH LUASAN TERHADAP
SIFAT MAGNET SUPERKONDUKTOR TIPE II PADA
KEADAAN ADA EFEK PROKSIMITAS**



Disusun oleh :

HENDRA ANGGA YUWONO

M0212041

SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Januari, 2017**

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

Kajian Numerik Pengaruh Luasan Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II
pada Keadaan Ada Efek Proksimitas

Oleh :

Hendra Angga Yuwono

M0212041

Telah Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Dr. Fead Anwar S.Si., M.Si.

NIP. 19700610 200003 1 001

Tanggal : 24 Januari 2017 ..

Pembimbing II



Drs. Darmanto, M.Si.

NIP. 19610614 198803 1 002

Tanggal : 24 Januari 2017 ..

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: Kajian Numerik Pengaruh Luasan Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II pada Keadaan Ada Efek Proksimitas

Yang ditulis oleh :

Nama : Hendra Angga Yuwono

NIM : M0212041

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Senin

Tanggal : 16 Januari 2017

Dewan Penguji:

1. Dr. Fuad Anwar S.Si., M.Si.

NIP. 19700610 200003 1 001



2. Drs. Darmanto, M.Si.

NIP. 19610614 198803 1 002



3. Drs. Suharyana, M.Sc.

NIP. 19611217 198903 1 003



4. Dr. Yofentina Iriani, S.si., M.Si

NIP. 19711227 199702 2 001



Disahkan pada tanggal 24/01/2017

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 NUMERIK PENGARUH LUASAN TERHADAP SIFAT MAGNET SUPERKONDUKTOR TIPE II PADA KEADAAN ADA EFEK PROKSIMITAS” 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 dituliskan 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, Januari 2017

HENDRA ANGGA YUWONO

MOTTO

“Kerja Keras, Kerja Cerdas, Kerja Ikhlas, Kerja Tuntas”

“Jadilah Manusia yang Bermanfaat Di Manapun Berada”

“Berkirlah Seperti Layaknya Seorang Ilmuwan dan Ulama”

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

Papa Mama Tercinta,

Kakak Adik ku,

Keluarga besar di masa lalu, di masa sekarang dan di masa depan

INDONESIA

Kajian Numerik Pengaruh Luasan Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II pada Keadaan Ada Efek Proksimitas

HENDRA ANGGA YUWONO

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

ABSTRAK

Kajian numerik pengaruh ukuran luas terhadap sifat magnet superkonduktor tipe II berbentuk persegi dengan nilai $\kappa = 2$ dan nilai panjang ekstrapolasi sebesar $b' = 1$, $b' = 3$, $b' = 10$ telah dilakukan. Metode numerik yang digunakan berdasarkan pada model Ginzburg-Landau Gayut Waktu (TDGL) dan syarat batas yang diselesaikan dengan metode ψ - U . Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar ukuran luas dari suatu bahan superkonduktor, maka semakin banyak pula jumlah vorteks yang terbentuk di dalam bahan tersebut untuk tiap-tiap nilai b' . Disisi lain pengaruh untuk nilai medan kritis rendah H_{c1} dan medan kritis permukaan H_{c3} (dalam satuan H_{c2}) terbatas pada nilai luas tertentu atau yang disebut dengan luasan kritis, ketika nilai luasan superkonduktor lebih besar dari luasan kritis maka nilai H_{c1} dan H_{c3} cenderung stabil. Nilai H_{c1} akan stabil pada ukuran sampel $20\xi(T) \times 20\xi(T)$ dan nilai H_{c3} akan stabil pada ukuran sampel $16\xi(T) \times 16\xi(T)$ untuk tiap-tiap nilai b' .

Kata kunci : Metode ψ - U , Superkonduktor tipe II, TDGL

The Numerical Study of Size Effect to Magnetic Properties of Superconductor Tipe II In Proximity Effect State

HENDRA ANGGA YUWONO

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

ABSTRACT

The numerical study of size effect to magnetic properties of superconductor tipe II in proximity effect state has been done. This numerical study was a square with twelve different size with $\kappa = 2$ and extrapolation length value by $b= 1 \xi$, $b= 3, \xi$ $b= 10 \xi$. The numerical method based on Time Dependent Ginzburg-Landau (TDGL) and the boundary condition equation was completed by ψ - U method. The results of this study show that the size increasing of superconductor material will also be affected to more number of vortex that formed in the material for each of b' . In the other side, influence for the lower of critical field H_{c1} and surface of critical field H_{c3} (in H_{c2} unit) was limited to certain area or it can be called as critical area. Critical area is form when the value of superconductors area size is bigger than critical area size, so that the value of the H_{c1} and H_{c3} are more stable. The value of H_{c1} will be stable to $20\xi(T) \times 20\xi(T)$ in sample size, and the value of H_{c3} will stable to $16\xi(T) \times 16\xi(T)$ in sample size for each of b'

Keywords : ψ - U methods, Superconductor type II, TDGL

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 Numerik Pengaruh Luasan Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II pada Keadaan Ada Efek Proksimitas**”. 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 Drs. Darmanto M.Si. selaku pembimbing II dan pembimbing akademik atas bimbingan bantuannya dalam menyelesaikan Skripsi ini.
 3. Papa, mama dan keluarga 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 P, Wildan Fakhri, dan Muthoharul Janan.
 5. Teman-teman satu angkatan “CFC 2012” yang telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya selama kuliah.
 6. Teman-teman kos “wisma galera 2” yang sudah memberikan keceriaan.
- 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, Januari 2016

Hendra Angga Yuwono

PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya yang berjudul “Kajian Numerik Pengaruh Luasan Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II pada Keadaan Ada Efek Proksimitas” telah dipublikasikan di <http://digilib.mipa.uns.ac.id> pada Desember 2016.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PUBLIKASI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Karakteristik Superkonduktor	5
2.2. Teori London	6
2.3. Teori Ginzburg Landau	7
2.4. Teori Ginzburg-Landau Gayut Waktu.....	9
2.5. Persamaan Syarat Batas.....	10

2.6.	Medan Kritis Superkonduktor	11
2.7.	Penyelesaian Persamaan TDGL dengan Metode ψU	15
2.8.	Persamaan Syarat Batas dengan Metode ψU	19
2.9.	Program Simulasi TDGL.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2.	Alat dan Bahan	25
3.2.1.	Alat yang digunakan dalam Penelitian.....	25
3.2.2.	Bahan yang digunakan dalam Penelitian.....	25
3.3.	Metode Penelitian	25
3.3.1.	Asumsi Awal Penelitian	25
3.3.2.	Menjalankan/ <i>Running</i> Program TDGL	25
3.3.3.	Menganalisa Keluaran Program TDGL	27
3.3.4.	Skema Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Ringkasan Alur Program TDGL dengan Efek Proksimitas.....	29
4.2.	Analisis Grafik $\langle \psi' ^2 \rangle - H_{ext}'$, $\langle M' \rangle - H_{ext}'$, H_{C1} dan H_{C3}	30
4.3.	Konfigurasi Vorteks Pada Superkonduktor	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan.....	41
5.2.	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Besaran λ, ξ dan H_{c2} pada beberapa superkonduktor	15
Tabel 2.2	Besaran yang ternormalisasi.....	16
Tabel 3.1	Masukkan konstan penelitian.....	26
Tabel 3.2	Variasi masukkan penelitian	26
Tabel 4.1	Nilai Kesetabilan $H_{c1}(T)$ dan $H_{c3}(T)$	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Nilai resistivitas merkuri pada suhu 4,2 K	5
Gambar 2.2	Efek Meissner	5
Gambar 2.3	Nilai B di dalam superkonduktor	7
Gambar 2.4	Variasi magnetisasi M terhadap medan magnet luar H (a) Superkonduktor tipe-I (b) Superkonduktor tipe-II.....	12
Gambar 2.5	Grafik hubungan medan magnet dengan suhu kritis	13
Gambar 2.6	Grafik λ dan ξ di batas superkonduktor dan bahan normal	14
Gambar 2.7	(a) Grid komputasi sistem yang ditinjau (b) Titik-titik evaluasi di dalam sel grid	18
Gambar 2.8	Keadaan Batas Superkonduktor	20
Gambar 2.9	Diagram Alir Program Simulasi TDGL	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4.1	Grafik rinci $\langle \psi ^2 \rangle - H_{ext}$ dan $\langle M \rangle - H_{ext}$ untuk nilai $b'=1$	31
Gambar 4.2	Grafik rinci $\langle \psi ^2 \rangle - H_{ext}$ dan $\langle M \rangle - H_{ext}$ untuk nilai $b'=3$	31
Gambar 4.3	Grafik rinci $\langle \psi ^2 \rangle - H_{ext}$ dan $\langle M \rangle - H_{ext}$ untuk nilai $b'=10$	32
Gambar 4.4	Grafik umum $\langle \psi ^2 \rangle - H_{ext}$ dan $\langle M \rangle - H_{ext}$ untuk nilai $b'=1$	32
Gambar 4.5	Grafik umum $\langle \psi ^2 \rangle - H_{ext}$ dan $\langle M \rangle - H_{ext}$ untuk nilai $b'=3$	33
Gambar 4.6	Grafik umum $\langle \psi ^2 \rangle - H_{ext}$ dan $\langle M \rangle - H_{ext}$ untuk nilai $b'=10$	33
Gambar 4.7	Grafik $H_{c1}(T)$ - Luasan dan $H_{c3}(T)$ - Luasan.....	35
Gambar 4.8	Konfigurasi vorteks $ \psi'(x', y') ^2$ pada keadaan $b'=1$	37
Gambar 4.9	Konfigurasi vorteks $ \psi'(x', y') ^2$ pada keadaan $b'=3$	38
Gambar 4.10	Konfigurasi vorteks $ \psi'(x', y') ^2$ pada keadaan $b'=10$	39

DAFTAR LAMBANG

A	: Potensial vektor magnet (Wb/m)
B	: Induksi magnet (T)
<i>b</i>	: Panjang ekstrapolasi (m)
<i>D</i>	: Konstanta difusi fenomenologi
E	: Kuat medan listrik (V/m)
<i>e</i>	: Muatan elektron normal (C)
<i>e_s</i>	: Muatan elektron super $2e$ (C)
<i>f_n</i>	: Energi bebas Gibbs keadaan normal (J/kg)
<i>g_s</i>	: Energi bebas Gibbs superkonduktor (J/kg)
H	: Intensitas magnet (A/m)
<i>H_c</i>	: Medan kritis superkonduktor (A/m)
<i>H_{c1}</i>	: Medan kritis rendah superkonduktor (A/m)
<i>H_{c2}</i>	: Medan kritis tinggi superkonduktor (A/m)
<i>H_{c3}</i>	: Medan kritis permukaan superkonduktor (A/m)
<i>h</i>	: Tetapan Planck (J.s)
J	: Rapat arus listrik (A/m ²)
J_n	: Rapat arus listrik normal (A/m ²)
J_s	: Rapat arus listrik super (A/m ²)
M	: Magnetisasi (A/m)
<i>m</i>	: Massa elektron (kg)
<i>m_s</i>	: Massa elektron super (kg)
<i>n_s</i>	: Rapat elektron super (C/m ²)
r	: Posisi

T	: Suhu (K)
T_c	: Suhu kritis (K)
t	: Waktu (s)
U^x	: Peubah pautan potensial vektor magnet pada arah sumbu x
U^y	: Peubah pautan potensial vektor magnet pada arah sumbu y
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 (m)
μ_0	: Permeabilitas hampa (H/m)
ξ	: Panjang koherensi (m)
ρ	: Hambat jenis listrik ($\Omega \cdot m$)
σ	: Konduktivitas listrik (S/m)
Φ	: Potensial listrik (V)
ϕ_0	: Kuantisasi fluks magnet vortex (Wb)
χ	: Suseptibilitas magnet

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A1 : Daftar Nilai H_{c1} dan H_{c3} Untuk Setiap Nilai b	45
Lampiran A2: Cara Penggunaan Program TDGL.....	46