

**KAJIAN NUMERIK
PENGARUH UKURAN LUAS TERHADAP SIFAT MAGNET
SUPERKONDUKTOR TIPE II BERBENTUK PERSEGI PANJANG
PADA KEADAAN EFEK PROKSIMITAS**



Disusun oleh :

REZZA ANWARY

M0213077

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
JUNI 2018**

**KAJIAN NUMERIK
PENGARUH UKURAN LUAS TERHADAP SIFAT MAGNET
SUPERKONDUKTOR TIPE II BERBENTUK PERSEGI PANJANG
PADA KEADAAN EFEK PROKSIMITAS**



SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
JUNI 2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

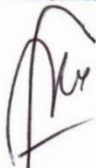
Kajian Numerik
Pengaruh Ukuran Luas Terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II Berbentuk
Persegi Panjang Pada Keadaan Efek Proksimitas

Oleh:

Rezza Anwary
M0213077

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing 1



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

Tanggal : 24-7-2018

Pembimbing II



Drs. Hery Purwanto M.Sc.
NIP 195905181987031002

Tanggal : 26-7-2018

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: Kajian Numerik Pengaruh Ukuran Luas Terhadap Sifat Superkonduktor Tipe II Berbentuk Persegi Panjang Pada Keadaan Efek Proksimitas.

Yang ditulis oleh:

Nama : Rezza Anwary

NIM : M0213077

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 26 Juli 2018

Dewan Penguji:

1. Ketua Penguji
Mohtar Yuniato, S.Si., M.Si.
NIP 198006302005011001
2. Sekretaris Penguji
Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si.
NIP 197210132000031002
3. Anggota Penguji I
Dr. Fuad Anwar, S.Si., M.Si.
NIP 197006102000031001
4. Anggota Penguji II
Drs. Hery Purwanto, M.Sc.
NIP 195905181987031002



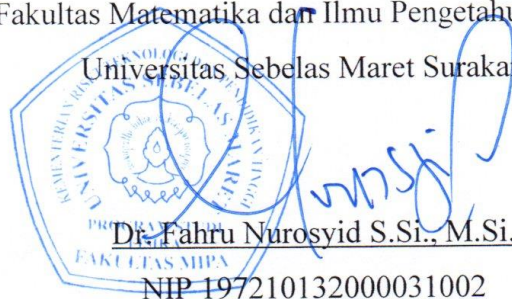
Disahkan pada tanggal 29.10.2018

Oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si.
NIP 197210132000031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “KAJIAN NUMERIK PENGARUH UKURAN LUAS TERHADAP SIFAT MAGNET SUPERKONDUKTOR TIPE II BERBENTUK PERSEGI PANJANG PADA KEADAAN 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 di-*photocopy* secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 25 Juni 2018

Rezza Anwary

Kajian Numerik
Pengaruh Ukuran Luas Terhadap Sifat Superkonduktor Tipe II Berbentuk
Persegi Panjang Pada Keadaan Efek Proksimitas

REZZA ANWARY

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

ABSTRAK

Telah dilakukan kajian numerik superkonduktor dengan persamaan Ginzburg-Landau gayut waktu (TDGL) untuk menganalisa pengaruh ukuran luas terhadap harga medan kritis pertama (H_{c1}) dan harga medan kritis permukaan (H_{c3}) superkonduktor tipe II pada keadaan ada efek proksimitas. Superkonduktor yang dikaji berbentuk persegi panjang dengan variasi ukuran luas dengan panjang ekstrapolasi 3 dan 10. Perhitungan parameter benahan pada model superkonduktor menggunakan persamaan TDGL yang diselesaikan dengan metode ψU dan pada bagian tepi superkonduktor menggunakan persamaan syarat batas efek proksimitas. Dari hasil simulasi didapatkan data $|\psi|^2 - H_{ext}$ untuk setiap variasi ukuran luas. Dari data tersebut dapat dihitung harga H_{c1} dan H_{c3} terhadap variasi ukuran luas. Kajian dari data tersebut menunjukkan bahwa semakin besar ukuran luas superkonduktor maka semakin kecil harga H_{c1} dan H_{c3} pada kedua harga panjang ekstrapolasi.

Kata kunci: Superkonduktor, efek proksimitas, metode ψU .

Numerical Study of Size Influences on Magnetic Properties of Rectangular Type-II Superconductor in The State of Proximity Effect

REZZA ANWARY

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

It has been done a numerical study about superconductor using Time-Dependent Ginzburg-Landau equation (TDGL) to analyze the influence of sizes of superconductor on the lower critical field (H_{c1}) and the surface critical field (H_{c3}) for Type II superconductor model on the proximity effect. The studied superconductors model were two dimensional rectangular shape with the differences of sizes at extrapolation lengths value were 3 and 10. The calculation of the order parameters of the superconductors model were using TDGL equations and the equation of boundary conditions with the proximity effect were solved by the ψU method. The result from the simulations were graph $|\psi'|^2 - H_{ext}$ for every sizes of superconductor model. From the graphs $|\psi'|^2 - H_{ext}$, it could be obtained value of H_{c1} and H_{c3} for every sizes of superconductor. The study showed that the increased of the size of superconductor have resulted in the decreased value of H_{c1} and H_{c3} .

Keywords: Superconductor, proximity effect, ψU method.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini. Sholawat

dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rasulullah 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 Ukuran Pada Keadaan Efek Proksimitas Terhadap Sifat Superkonduktor Tipe II Berbentuk Persegi Panjang". 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. Alm. Ayah, Ibu dan Kakak dan Adik yang sudah membantu baik secara moral dan material dalam penyelesaian Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Fuad Anwar S.Si., M.Si. sebagai pembimbing I yang telah banyak bersabar dan meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama penyelesaian Skripsi ini.
3. Bapak Drs. Hery Purwanto S.Si., M.Sc. sebagai pembimbing II yang telah banyak bersabar dan meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama penyelesaian Skripsi ini.
4. Rekan-rekan sesama pejuang Skripsi yang sudah selesai terlebih dahulu sehingga mendorong saya untuk segera menyusul.

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

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

Surakarta, 25 Juni 2018

Rezza Anwary

PUBLIKASI

Sebagian Skripsi saya telah dipublikasikan dengan judul “Kajian Pengaruh Variasi Luasan terhadap Sifat Magnet Superkonduktor Tipe II Berbentuk Persegi Panjang pada Keadaan Efek Proksimitas” telah dipresentasikan pada seminar Nasional Quantum #25 2018 di Yogyakarta, pada tanggal 27 Januari 2018.

Sebagian lain skripsi saya juga telah dipublikasikan dengan judul “*Numerical study about the effect of the size of rectangular Type-II superconductor on the H_{c1} and H_{c3} values in the case of proximity effect*” pada seminar Internasional 9th ICOPIA 2018 di Surakarta, pada tanggal 14 Agustus 2018.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMBANG.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sejarah dan Pengertian Superkonduktor	6
2.2. Superkonduktor Berbentuk Bongkahan	8
2.3. Teori London.....	11
2.4. Teori Ginzburg-Landau.....	13
2.5. Teori Ginzburg-Landau Gayut Waktu	15
2.6. Syarat Batas.....	17

2.7. Program Simulasi	18
2.7.1. Asusmi Awal	18
2.7.2. Persamaan Ginzburg-Landau Gayut Waktu.....	19
2.7.3. Normalisasi Persamaan TDGL.....	20
2.7.4. Diskretisasi Persamaan TDGL	21
2.7.5. Syarat Batas Persamaan TDGL.....	24
2.7.6. Besaran yang dikaji	27
2.7.7. Diagram Alir Program Simulasi.....	28
BAB III METODEDE KOMPUTASI	30
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2. Alat dan Bahan	30
3.2.1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	30
3.2.2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	30
3.3. Metode Komputasi	30
3.3.1. Asumsi Penelitian	30
3.3.2. Data Masukan.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Ringkasan Program Simulasi	34
4.2. Analisis Grafik $\Psi^2 - H^{ext}$, $M' - H^{ext}$, $Hc1$ dan $Hc3$	35
4.3. Analisis Grafik Permukaan $\Psi^2(x', y'^2)$	44
BAB V PENUTUP	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN A1	55
LAMPIRAN A2	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Definisi besaran-besaran normalisasi dan definisinya	19
Tabel 3.1. Masukan konstan	28
Tabel 3.2. Masukan variasi $b' = 3$	28
Tabel 3.3. Masukan variasi $b' = 10$	29
Tabel 4.1. Harga H_{ext} untuk gambar 4.10 (a).....	39
Tabel 4.2. Harga H_{ext} untuk gambar 4.10 (b).....	40
Tabel 4.3. Harga H_{ext} untuk gambar 4.11 (a).....	40
Tabel 4.4. Harga H_{ext} untuk gambar 4.11 (b).....	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik perubahan hambatan sebagai fungsi suhu material superkonduktor	5
Gambar 2.2 Efek Meissner; (a) keadaan normal; (b) Keadaan superkonduktor.....	6
Gambar 2.3 Hubungan Medan sebagai fungsi induksi magnet (a) dan Magnetisasi (b) sebagai fungsi induksi magnet dari superkonduktor tipe I.....	7
Gambar 2.4 Hubungan medan sebagai fungsi induksi magnet (a) dan magnetisasi sebagai fungsi induksi magnet (b) dari superkonduktor tipe II.	8
Gambar 2.2 Superkonduktor tipe II dalam keadaan campuran.	9
Gambar 2.3 Medan kritis H_c sebagai fungsi suhu pada superkonduktor tipe II.	9
Gambar 2.7 Harga B di dalam bahan Superkonduktor	11
Gambar 2.8 Superkonduktor yang dikaji.....	17
Gambar 2.9 Gambaran superkonduktor berdasarkan metode ψU	20
Gambar 2.10 Keadaan batas superkonduktor yang diteliti.....	25
Gambar 2.11 Diagram Alir Program Penelitian Proksimitas.	26
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.	30
Gambar 4.1. Contoh file “s.txt” pada ukuran 12 x 16 dan $b = 3$	32
Gambar 4.2. Grafik $\langle M' \rangle - H'_{ext}$ pada $b' = 3$	33
Gambar 4.3. Grafik $\langle \Psi' ^2 \rangle - H'_{ext}$ pada $b' = 3$	34
Gambar 4.4. Grafik $\langle M' \rangle - H'_{ext}$ pada $b' = 10$	35
Gambar 4.5. Grafik $\langle \Psi' ^2 \rangle - H'_{ext}$ pada $b' = 3$	36
Gambar 4.6. Harga H_{c1} untuk setiap ukuran luas pada $b' = 3$ dan $b' = 10$	37
Gambar 4.7. Harga H_{c3} untuk setiap ukuran luas pada $b' = 3$ dan $b' = 10$	37
Gambar 4.8. Harga H_{c1} terhadap keliling/luas pada $b' = 3$ dan $b' = 10$	38
Gambar 4.9. Harga H_{c3} terhadap keliling/luas pada $b' = 3$ dan $b' = 10$	39
Gambar 4.10. Grafik permukaan superkonduktor pada H_{ext} sesuai Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 pada (a) panjang ekstrapolasi 3 dan (b) panjang ekstrapolasi 10	41
Gambar 4.11. Grafik permukaan superkonduktor pada H_{ext} sesuai Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 pada (a) panjang ekstrapolasi 3 dan (b) panjang ekstrapolasi 10	41

DAFTAR LAMBANG

<i>A</i>	: Potensial vektor magnet (Wb/m)
<i>B</i>	: Induksi magnet (T)
<i>b</i>	: Panjang ekstrapolasi (m)
<i>D</i>	: Konstanta difusi fenomenologi
<i>E</i>	: Kuat medan listrik (V/m)
<i>e</i>	: Muatan elektron normal (C)
<i>e_s</i>	: Muatan elektron super $2e$ (C)
<i>H</i>	: 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)
<i>J</i>	: Rapat arus listrik (A/m ²)
<i>J_s</i>	: Rapat arus listrik super (A/m ²)
<i>M</i>	: 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)
<i>v_s</i>	: Kelajuan elektron super (m/s)
<i>r</i>	: Posisi
<i>T</i>	: Suhu (K)
<i>T_c</i>	: Suhu kritis (K)
<i>t</i>	: Waktu (s)
<i>U^x</i>	: Peubah pautan potensial vektor magnet pada arah sumbu <i>x</i>
<i>U^y</i>	: Peubah pautan potensial vektor magnet pada arah sumbu <i>y</i>
<i>x</i>	: Komponen posisi pada arah sumbu <i>x</i>
<i>y</i>	: Komponen posisi pada arah sumbu <i>y</i>
<i>z</i>	: Komponen posisi pada arah sumbu <i>z</i>
<i>α</i>	: Koefisien ekspansi rapat energi bebas Gibbs pertama
<i>β</i>	: Koefisien ekspansi rapat energi bebas Gibbs kedua
<i>κ</i>	: Parameter Ginzburg-Landau
<i>λ</i>	: Panjang penetrasi (m)
<i>μ₀</i>	: Permeabilitas ruang hampa (H/m)
<i>ε₀</i>	: Permittivitas ruang hampa (F/m)
<i>ψ</i>	: Parameter benahan

- 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

	Halaman
Lampiran A1 : Harga H_{c1} dan H_{c3} keseluruhan data	48

