

**KAJIAN MODEL ISING 2 DIMENSI UNTUK BAHAN
ANTIFERROMAGNET**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh
AINI RAHMATUN UMMI F.
08306141021

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2012**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

**KAJIAN MODEL ISING 2 DIMENSI UNTUK BAHAN
ANTIFERROMAGNET**

**Skripsi ini
Telah Memenuhi Persyaratan dan Siap Diujikan
Disetujui dan Disahkan pada**

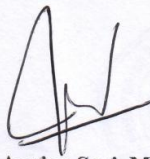
Tanggal: 4 Juli 2012

**Untuk dipertahankan di depan Panitia Penguji Skripsi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta**

Menyetujui

Yogyakarta, 4 Juli 2012

Pembimbing I



R. Yosi Aprian Sari, M.Si
NIP. 19730407 200604 1 001

Pembimbing II



Denny Darmawan, M.Sc
NIP. 19791202 200312 1 002

PENGESAHAN

“KAJIAN MODEL ISING 2 DIMENSI UNTUK BAHAN
ANTIFERROMAGNET”

Oleh





Nama : Aini Rahmatun Ummi F.

NIM : 08306141021

Prodi : Fisika

Skripsi ini telah diuji di depan Dewan Penguji Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, pada tanggal 13 Juli 2012 dan dinyatakan lulus.

Susunan Dewan Penguji

Nama	Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
1. <u>R. Yosi Aprian Sari, M.Si</u> NIP. 19730407 200604 1 001	Ketua Penguji		18 - 7 - 2012
2. <u>Denny Darmawan, M.Sc</u> NIP. 19791202 200312 1 002	Sekretaris Penguji		19 - 7 - 2012
3. <u>Dr. Yosaphat Sumardi</u> NIP. 19510516 197603 1 001	Penguji Utama		17 - 7 - 2012
4. <u>Agus Purwanto, M.Sc</u> NIP. 19650813 199512 1 001	Penguji Pendamping		17-7-2012

Yogyakarta, Juli 2012
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aini Rahmatun Umami F.
NIM : 08306141021
Program Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Kajian Model Ising 2 Dimensi untuk Bahan
Antiferromagnet

menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata tulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila terbukti pernyataan saya tidak benar, sepenuhnya merupakan tanggungjawab saya.

Yogyakarta, 4 Juli 2012

Yang menyatakan

Aini Rahmatun U. F.

08306141021

Motto

".... Dan Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasulNya walaupun Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Mahakuat, Mahaperkasa." (Q.S. 57: 25)

"Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh"

"Proses dalam suatu usaha merupakan jerih payah yang tak ternilai harganya"

"Kesempatan anda untuk sukses di setiap kondisi selalu dapat diukur oleh seberapa besar kepercayaan anda pada diri sendiri."

Karya sederhana ini ku persembahkan untuk :

- ♥ Ibu, Ibu, Ibu, Bapak. Doa kalian selalu ananda nantikan. Semoga Allah membalas semua pengorbanan kalian dengan surganya. Aamiin.
- ♥ Kedua kakakku Bayu dan Indra.
 - ♥ Akbar Arifta.
 - ♥ Pak R. Yosi Aprian S, M. Si
 - ♥ Pak Denny Darmawan, M. Sc.

Ucapan Terima Kasih :

- Allah SWT yang melimpahkan banyak nikmat kepada umatNYA.
- Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita semua keluar dari jahiliyah dan menjadi suri tauladan bagi kita.
- Kedua orang tua saya, Bapak Ibu Sukirman. Terima kasih, terima kasih, terima kasih atas semua yang telah diberikan sampai saat ini. Sungguh takkan mampu saya menghitung pengorbanan yang telah diberikan. Hanya doa kepada Allah SWT yang dapat dimintakan tuk membalas semua.
- Kedua kakak saya, Bayu Indrianto dan Indra Setyawan terima kasih atas doa, semangat, motivasi, bimbingan, kasih sayang, dan semua yang telah diberikan.
- Akbar Arifta, terima kasih untuk doa, motivasi dan semangatnya.
- R. Yosi Aprian Sari, M. Si selaku Pembimbing I atas waktu, ilmu dan kesediaan bapak dalam membimbing dan membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
- Denny Darmawan, M. Sc selaku Pembimbing II atas waktu, ilmu dan kesabaran yang diberikan dalam membimbing untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- Dosen-dosen dan guru-guru yang telah memberikan ilmunya dan menjaga kesabarannya dalam membimbing.
- Teman-teman penelitian Rika Noor Safitri, Afika Sari, Erma Dewi Sri Utami dan Willy Anindita. Terima kasih untuk ilmu, waktu, kerja sama, dan semangat kalian.

- Teman-teman seperjuangan Fisika R'08 terima kasih untuk persahabatan yang diberikan. Semoga tali silaturahmi kita tetap terjalin.
- Teman-teman seperjuangan Fisika NR'08 terima kasih untuk persahabatan yang diberikan. Semoga tali silaturahmi kita tetap terjalin.
- Pihak – pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Allah senantiasa memberikan balasan untuk kebaikan kita semua.

Kajian Model Ising 2 Dimensi untuk Bahan Antiferromagnet

Oleh

Aini Rahmatun Ummi F.

08306141021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan medan magnet luar terhadap magnetisasi dan energi pada bahan antiferromagnet. Geometri kekisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah persegi. Hal tersebut dapat memberikan pengetahuan tentang keadaan mikroskopik suatu bahan.

Simulasi pada penelitian ini menggunakan model Ising 2 dimensi dengan memanfaatkan metode Monte Carlo. Metode ini menggunakan algoritma Metropolis. Karena kekuatan interaksi antar titik kekisi sama, maka tidak terjadi kompetisi interaksi dalam sistem.

Hasil yang diperoleh dari simulasi ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, terdapat perubahan energi yang drastis saat mencapai suhu kritis dan magnetisasinya semakin kecil kemudian hilang setelah melewati suhu kritis (suhu Neel). Energi bernilai tetap setelah suhu kritis dan bahan berubah menjadi paramagnet. Medan magnet luar mempengaruhi magnetisasi dan energi yaitu semakin besar medan magnet luar, laju perubahan fase semakin lambat dan energi pada suhu awal bertambah sebesar $-B$.

Kata kunci: *Ising, antiferromagnet, Monte Carlo.*

2 Dimensional Ising Model Studies for the Antiferromagnet

By

Aini Rahmatun Umami F.

08306141021

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of temperature and external magnetic field to the magnetization and energy of the antiferromagnet. Lattice geometry used in this study is square lattice. It can provide knowledge about the microscopic state of a material.

The simulation used is 2-dimensional Ising model with Monte Carlo method. This method used the Metropolis algorithm. Because the strength of interaction between the lattice points are the same, there is no competition in the system.

The results obtained from these simulations indicate that the higher the temperature, the energy changes drastically at critical temperature and the magnetization become smaller then disappear after the critical temperature. The energy is constant after the critical temperature and the material change into a paramagnet. External magnetic field affects the magnetization and energy, the greater the external magnetic field, the rate of change for the phase change is slower and the energy at the initial temperature increases by $-B$.

Keywords: *Ising, antiferromagnet, Monte Carlo.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan inyahNYA, tak lupa shalawat serta salam kepada junjungan nabi besar kita, Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Kajian Ising 2 Dimensi untuk Bahan Antiferomagnet”.

Penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan atas dukungan serta bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah mengesahkan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Suparno, Ph. D. selaku Kajurdik Fisika yang telah membantu dan memperlancar administrasi penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Yosaphat Sumardi, M.Si selaku Kaprodi Fisika yang telah membantu dan memperlancar administrasi penyusunan skripsi ini.
4. Bapak R. Yosi Aprian Sari, M.Si selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan kesabaran membimbing, memberikan saran, ilmu dan waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Denny Darmawan, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan kesabaran membimbing, memberikan saran, ilmu dan waktunya dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Denny Darmawan, M.Sc dan Bapak Warsono, M.Si selaku Penasehat Akademik Fisika Reguler 2008 yang banyak memberi saran dan semangat dalam menyelesaikan perkuliahan.
7. Seluruh jajaran Dosen Jurusan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, atas bantuannya demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
8. Kedua orang tua saya yang telah meberikan segalanya serta semangat dorongan dan doa. Doa bapak ibu selalu ananda harapkan.

Meskipun penyusun telah berusaha semaksimal mungkin, namun penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Namun demikian, penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, para pembaca sebagai acuan pada masa yang akan datang, khususnya bagi mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 13 Juli 2012
Penyusun

Aini Rahmatun U. F.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat	4

BAB II DASAR TEORI

A. Kemagnetan Bahan	6
B. Momen Magnet dan Momentum Sudut	7
C. Orbital dan Momentum Sudut Spin	9
D. Magnetisasi dan Medan Magnet	11
E. Interaksi Tukar	12
F. Model Weiss Pada Ferromagnet dan Antiferromagnet	14
G. Model Ising	16
1. Model Ising 1-D	17
2. Model Ising 2-D	18
3. Model Ising untuk Ferromagnet dan Antiferromagnet	19
H. Metode Monte Carlo	20

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	
1. Waktu Penelitian	25
2. Tempat Penelitian	25
B. Variabel Penelitian	25
C. Instrumen Penelitian	
1. Perangkat Lunak	26
2. Perangkat Keras	26
D. Teknik Pengambilan Data	26
E. Teknik Analisis Data	27

F. Algoritma	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
Hasil Penelitian dan Pembahasan	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	41
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN-LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Dua subkekisi ferromagnet dengan arah berlawanan yang ditumpuk menjadi antiferromagnet	2
Gambar 2. Diagram pengelompokan bahan magnet	6
Gambar 3. Tatanan spin pada ferromagnet	7
Gambar 4. Tatanan spin pada antiferromagnet	7
Gambar 5. Aliran arus pada elemen luas yang menimbulkan momen magnet	8
Gambar 6. Dua buah orientasi momentum sudut	10
Gambar 7. Letak kekisi pada 1 dimensi	17
Gambar 8. Batas periodik pada interaksi 1 dimensi	18
Gambar 9. Tatanan letak kekisi pada 2 dimensi	18
Gambar 10. Interaksi pada kekisi 2 dimensi	18
Gambar 11. Batas periodik pada kekisi 2 dimensi	19
Gambar 12. Diagram alir algoritma metropolis	22
Gambar 13. Grafik magnetisasi bahan ferromagnet terhadap suhu	23
Gambar 14. Grafik energi bahan ferromagnet terhadap suhu	24
Gambar 15. Titik kekisi dan interaksi spin pada antiferromagnet dengan geometri persegi	27
Gambar 16. Pemisalan menentukan letak titik kekisi pada koordinat	28
Gambar 17. Grafik hubungan magnetisasi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet tanpa pengaruh medan magnet luar	32

Gambar 18.	Grafik hubungan magnetisasi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet, dengan $B = 0,5$	33
Gambar 19.	Grafik hubungan magnetisasi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet, dengan $B = 1$	33
Gambar 20.	Grafik hubungan magnetisasi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet, dengan $B = 2$	34
Gambar 21.	Grafik hubungan energi terhadap suhu pada bahan Antiferromagnet tanpa pengaruh medan magnet luar.	36
Gambar 22.	Grafik hubungan energi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet, dengan $B = 0,5$	37
Gambar 23.	Grafik hubungan energi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet, dengan $B = 1$	37
Gambar 24.	Grafik hubungan energi terhadap suhu pada bahan antiferromagnet, dengan $B = 2$	38

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Tabel bahan pada suhu Neel	16
----------	----------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN I.	Program 45
LAMPIRAN II.	Grafik magnetisasi dan energi terhadap suhu 50
LAMPIRAN III.	Data hasil simulasi 55