

**KAJIAN SISTEM TERFRUSTASI PADA BAHAN ANTIFERROMAGNET  
DENGAN MODEL ISING 2 DIMENSI**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Rika Noor Safitri  
08306141032

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

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “Kajian Sistem Terfrustasi pada Bahan Antiferromagnet dengan Model Ising 2 Dimensi ” telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, Juni 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

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan Saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak berisi materi yang dipublikasi dan ditulis oleh orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, Juni 2012

Yang menyatakan,




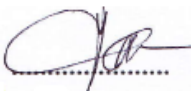


Rika Noor Safitri

NIM 08306141032

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “**Kajian Sistem Terfrustasi pada Bahan Antiferromagnet dengan Model Ising 2 Dimensi**” telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi pada tanggal 6 Juli 2012 dan dinyatakan lulus.

### DEWAN PENGUJI

Nama Lengkap	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
R. Yosi Aprian Sari, M. Si	Ketua Penguji		16/07/12
Denny Darmawan, M. Sc	Sekretaris Penguji		16/07/12
Dr. Ariswan	Penguji Utama		14/07/12.
W. Sunu Brams Dwandaru, Ph. D	Penguji Pendamping...		16/07/12

Yogyakarta, Juli 2012

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta



NIP 19620329 198702 1 002

## MOTTO

*“Maha Suci Allah yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan,  
baik apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka sendiri,  
maupun dari apa yang tidak mereka ketahui.”*

(Q. S Yasiin: 36)

Diam, Berpikir, Bertindak

Kesuksesan bukan ditentukan oleh seberapa cepat ia mencapai tujuan  
namun  
menjadi pribadi yang sukses adalah ia yang mampu mengambil banyak ilmu  
dalam proses sampai di tujuan

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini ku persembahkan untuk mereka yang punya andil besar  
hingga selesainya karya ini :

1. Kedua orang tuaku, Bapak SUYUD dan Ibu SUPARTININGSIH yang telah memberikan do'a, cinta kasihnya, dan kesempatan untuk menuntut ilmu setinggi-tingginya.
2. Adikku Hendri yang senantiasa memberikan warna tersendiri dalam hidupku dan memberikan keceriaan serta penghibur di kala penatku.
3. Seluruh keluarga besarku yang senantiasa memberikan motivasi semangat dan do'a tentunya.
4. Teman seperjuangan ( Aini Rahmatun, Afika Sari, Erma Dewi),  
dan

untuk kalian yang masih percaya bahwa **setiap kesulitan pasti ada kemudahan**. Aku percaya kawan, inilah buktiku.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. wb

Alhamdulillah, puja dan puji syukur senantiasa penulis panjatkan atas limpahan nikmat, rahmat, hidayah, inayah, dan kesempatan yang luar biasa yang dicurahkan oleh Allah SWT. Tak lupa sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada junjungan kita, Nabi Agung Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan sahabat. Semoga kita termasuk golongan yang mendapatkan syafaat di hari akhir kelak.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan bimbingan, semangat, motivasi, dan bantuan dari semua pihak sehingga setiap kendala yang ada dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Suparno, Ph. D, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Yosaphat Sumardi, sebagai Ketua Prodi Fisika FMIPA yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses pelaksanaan tugas akhir.
4. Bapak R. Yosi Aprian Sari, M. Si, sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir.

5. Bapak Denny Darmawan, M. Sc, selaku Pembimbing Pendamping yang dengan ikhlas memberikan waktu di tengah padatnya agenda guna memberikan motivasi, pengarahan, dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian.
6. Seluruh dosen jurusan pendidikan Fisika dan staf laboratorium fisika yang telah membantu.
7. Kawan-kawan satu tim (Aini, Fika, Erma) yang senantiasa dengan sabar mendengarkan keluh kesahku, membantu menghadapi setiap kendala yang ada, saling menguatkan di saat kelam menyerang, hingga cahaya itu mampu membuat kita tersenyum syukur. Buah kerja keras kita.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tak langsung.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya segala kritik dan saran yang membangun guna penelitian yang lebih baik sangat penulis harapkan. Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Juli 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5

F. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II. DASAR TEORI.....</b>	<b>7</b>
A. Momen Magnet .....	7
B. Momentum Sudut .....	10
C. Interaksi Tukar .....	11
D. Model Ising .....	14
E. Metode Monte Carlo .....	16
1. Simulasi Monte Carlo dalam Model Ising 2 Dimensi.....	16
2. Model Ising 2D dengan Metode Monte Carlo pada Kasus Ferromagnet .....	19
3. Model Ising 2D dengan Metode Monte Carlo pada Kasus Antiferromagnet .....	23
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	26
B. Variabel Penelitian .....	26
C. Instrumen Penelitian .....	27
D. Teknik Pengambilan Data .....	27
E. Teknik Analisis Data .....	28
F. Algoritma .....	29
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
A. Kesimpulan .....	42
B. Saran .....	42

DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN .....	45

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kekisi Segitiga yang Mengalami Frustrasi .....	3
Gambar 2. Momen Magnet yang Muncul Akibat Loop Arus pada Suatu Luasan.....	7
Gambar 3. Momen Magnet Berlawanan Arah dengan Momentum Sudut .....	9
Gambar 4. Kompetisi Interaksi pada Kekisi Segitiga Antiferromagnet.....	13
Gambar 5. Kesejajaran Spin pada Ferromagnet .....	19
Gambar 6. Domain Magnet .....	20
Gambar 7. Energi Bahan Ferromagnet dengan Titik Kekisi 6 x 6 .....	21
Gambar 8. Magnetisasi Bahan Ferromagnet pada Kekisi 6 x 6 .....	22
Gambar 9. Konfigurasi Spin pada Antiferromagnet.....	23
Gambar 10. Interaksi Spin dengan 6 Tetangga Terdekatnya.....	24
Gambar 11. Geometri Frustrasi Kekisi Segitiga dengan 6 Interaksi.....	29
Gambar 12. Interaksi Spin dengan 6 Tetangga Dekatnya pada Kekisi Segitiga Antiferromagnet Terfrustrasi .....	30
Gambar 13. Grafik Magnetisasi Terhadap Suhu untuk $J_2 = 0$ .....	34
Gambar 14. Grafik Magnetisasi Terhadap Suhu untuk $J_2 / J_1 = 0,3$ .....	35
Gambar 15. Grafik Magnetisasi Terhadap Suhu untuk $J_2 / J_1 = 0,5$ .....	35
Gambar 16. Grafik Magnetisasi Terhadap Suhu untuk $J_2 / J_1 = 1$ .....	36
Gambar 17. Grafik Magnetisasi Terhadap Suhu untuk $J_2 / J_1 = 2$ .....	36
Gambar 18. Grafik Energi Terhadap Suhu untuk $J_2 = 0$ .....	37

Gambar 19. Grafik Energi Terhadap Suhu untuk $J_2/J_1 = 0,3$ .....	38
Gambar 20. Grafik Energi Terhadap Suhu untuk $J_2/J_1 = 0,5$ .....	38
Gambar 21. Grafik Energi Terhadap Suhu untuk $J_2/J_1 = 1$ .....	39
Gambar 22. Grafik Energi Terhadap Suhu untuk $J_2/J_1 = 2$ .....	39

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Suhu Neel untuk Beberapa Meterial .....	25

## LAMPIRAN

	Halaman
List Program .....	45

# **KAJIAN SISTEM TERFRUSTASI PADA BAHAN ANTIFERROMAGNET DENGAN MODEL ISING 2 DIMENSI**

Rika Noor Safitri  
08306141032

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menyimulasikan energi dasar dan magnetisasi bahan antiferromagnet dengan pengaruh suhu dan nilai kompetisi interaksi. Simulasi juga dikerjakan untuk mengetahui pengaruh nilai kompetisi interaksi terhadap perubahan fase bahan. Kompetisi interaksi terjadi antara tetangga terdekat dengan tetangga terdekat berikutnya.

Simulasi menggunakan model Ising 2 dimensi dengan metode Monte Carlo. Metode Monte Carlo yang digunakan menerapkan algoritma Metropolis. Bahan antiferromagnet yang disimulasikan merupakan bahan dengan kekisi segitiga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi dasar mengalami peningkatan secara signifikan pada suhu kritis (suhu Neel). Semakin besar kompetisi interaksi, energi dasar pada suhu awal mengalami penurunan. Berdasarkan nilai magnetisasi, bahan antiferromagnet yang terfrustasi mengalami perubahan fase menjadi paramagnet ketika suhunya dinaikkan. Dengan memperbesar kompetisi interaksi, perubahan fase terjadi pada suhu Neel yang lebih tinggi.

**Kata kunci:** antiferromagnet, Model Ising, kompetisi interaksi



# **A STUDY OF FRUSTRATION SYSTEM ON ANTIFERROMAGNET WITH ISING MODEL 2 DIMENSIONS**

Rika Noor Safitri  
08306141032

## **ABSTRACT**

The research is aimed to simulate the ground state and magnetization of antiferromagnet by the influence of temperature and competing interaction. The influence of competing interaction to phase transition is also investigated. The competition is occurred between the nearest neighbor and the next nearest neighbor in the lattice points.

The simulation used the Ising model in 2 dimensions with Monte Carlo method. In this case, the Monte Carlo method use the Metropolis algorithm. The lattice of the antiferromagnetic material used in the simulation is triangular.

The results show that the ground state is increased significantly at the critical temperature (Neel temperature). When the magnitude of the competing interaction is increased, the ground state of the lowest temperature is decreased. Based on the magnetization, the material has phase transition from antiferromagnet to paramagnet when the temperature increases. Due to the increase of competing interaction, the phase transition is occurred at the higher Neel temperature.

**Key words:** antiferromagnet, Ising model, competing interaction