

**PERBANDINGAN KETELAPAN AWAL BAGI BAHAN FERIT LEMBUT  
 $\text{Ni}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$  ,  $\text{Mg}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$  DAN  $\text{Cu}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$**

**Oleh**

**NAZLI BIN AHMAD AINI**

**Tesis Ini Dikemukakan Kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra  
Malaysia, Sebagai Memenuhi Keperluan Untuk Ijazah Master Sains**

**Januari 2004**

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Master Sains

**PERBANDINGAN KETELAPAN AWAL BAGI BAHAN FERIT  
LEMBUT  $\text{Ni}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mg}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$  DAN  $\text{Cu}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$**

**Oleh**

**NAZLI BIN AHMAD AINI**

**Januari 2004**

**Pengerusi : Mansor bin Hashim, Ph. D.**  
**Fakulti : Sains dan Pengajian Alam Sekitar**

Desakan ke arah pengecilan litar elektronik dan anjakan frekuensi operasi yang lebih tinggi telah menghalakan penghasilan ferit dengan ketelapan awal yang tinggi serta kehilangan tenaga yang rendah. Untuk memenuhi permintaan dan keperluan teknologi semasa itu, beberapa keperluan seperti mikrostruktur yang homogen, suhu Curie yang tinggi, kehilangan tenaga yang rendah serta kos pengeluaran yang kompetitif mesti dipenuhi. Untuk menghasilkan bahan yang sedemikian, faktor ekstrinsik dan intrinsik yang mempengaruhi ketelapan awal harus dikenalpasti. Untuk mencapai matlamat tersebut ferit berasaskan NiZn, MgZn dan CuZn digunakan. Ferit ini mengandungi Zn sebanyak 60%, 70% dan 80% dari keseluruhan ion dwivalen. Julat suhu pensinteran adalah di antara 1050°C hingga 1300°C. Hasilnya mendapati ketelapan awal ferit meningkat tinggi apabila kandungan Zn tidak melebihi 50% dan menyusut dengan cepat apabila melebihi 60%. Ketelapan awal adalah bertambah apabila suhu Curie tinggi dan faktor kehilangan relatif (FKR) rendah. Kandungan Zn yang melebihi 60% menyaksikan perubahan kerintangan dan pertumbuhan butir yang berbeza-beza dan tidak selanjor terhadap ketelapan awal.

Abstract of the thesis presented to the Senate Universiti Putra Malaysia in fulfillment of requirements for the degree of Master of Science

**COMPARING INITIAL PERMEABILITY FOR SOFT FERRITE  
MATERIALS OF  $\text{Ni}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mg}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$  AND  $\text{Cu}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$**

**By**

**NAZLI BIN AHMAD AINI**

**January 2004**

**Chairman : Mansor bin Hashim, Ph. D.**

**Faculty : Science and Environmental Studies**

The demand in miniaturization of electronic circuits and changes to a higher frequency operation have produced ferrites with high initial permeability and low energy loss. In order to meet this current technology demand, requirements such as homogenous microstructure, high Curie temperature, low energy loss and competitiveness in cost of production have to be met. To produce this product, the extrinsic and intrinsic properties that affect the initial permeability should be identified. In order to achieve this objective, the ferrites of NiZn, MgZn and CuZn are used. These ferrites contain 60%, 70% and 80% of Zn relative to the total divalent ions. Sintering temperature ranges from 1050°C to 1300°C. The result shows that initial permeability increases when Zn content is less than 50% and decreases rapidly when Zn content is more than 60%. The initial permeability also increases when Curie temperature is high and relative loss factor (RLF) is low. The Zn content of more than 60% shows changes in resistivity and differences in grain growth and inconsistency towards initial permeability.

## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan setinggi penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada Pengerusi Ahli Jawatankuasa Penyeliaan Tesis iaitu Dr. Mansor Bin Hashim di atas segala bimbingan, nasihat dan tunjuk ajar yang telah beliau berikan kepada saya sepanjang kerja dan usaha untuk menyiapkan tesis ini. Begitu juga kepada Ahli Jawatankuasa Penyeliaan Tesis yang lain iaitu Dr. Azmi bin Zakaria dan Dr. Jumiah binti Hassan yang banyak memberi teguran dan pandangan yang membina dalam menyempurnakan tesis ini.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan yang lain iaitu En. Aziz bin Rejap, En. Ajis bin Lepit, Pn. Rabaah Shahidah Aziz, Pn. Norlaili binti Saidin, Dr. Norhana Yahya, Prof. Madya Ahmad Shukri bin Abdul Aziz dan Magentarau yang banyak membantu dalam pelbagai aspek sepanjang tugas menyiapkan tesis ini.

Tidak lupa juga saya ucapkan ribuan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Mohd Nor bin Borhan, Timbalan Dekan Fakulti Kejuruteraan Mekanikal Universiti Teknologi Mara dan Encik Hayop bin Ta yang telah membenarkan saya menggunakan kemudahan peralatan dan makmal sains bahan.

Akhir sekali kepada Ibu, ayah dan ahli keluarga saya iaitu Siti Maimunah Othman, Ahmad Aini Siran, Nor Amanah Amnan, Siti Hamidah dan Muhammad Zahid Aiman yang banyak bersabar, memberi dorongan dan sokongan serta doa yang tidak berbelah bahagi kepada saya.

Saya mengesahkan bahawa Jawatankuasa Pemeriksa bagi Nazli Bin Ahmad Aini telah mengadakan peperiksaan akhir pada 26 Januari 2004 untuk menilai tesis Master Sains beliau yang bertajuk “Perbandingan Ketelapan Awal bagi Bahan Ferit Lembut  $Ni_xZn_{(1-x)}Fe_2O_4$ ,  $Mg_xZn_{(1-x)}Fe_2O_4$  dan  $Cu_xZn_{(1-x)}Fe_2O_4$ ” mengikut Akta Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1980 dan Peraturan-peraturan Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1981. Jawatankuasa Pemeriksa memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahi ijazah tersebut. Anggota Jawatankuasa Pemeriksa adalah seperti berikut:-

**Zaidan Bin Abdul Wahab, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Pengerusi)

**Mansor Bin Hashim, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

**Jumiah Binti Hassan, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

**Azmi Bin Zakaria, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

---

**GULAM RUSUL RAHMAT ALI, Ph. D.**

Profesor/Timbangan Dekan  
Sekolah Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

Tesis ini telah diserahkan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat-syarat keperluan untuk Ijazah Master Sains. Anggota Jawatankuasa Penyeliaan adalah seperti berikut:

**Mansor Bin Hashim, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Pengerusi)

**Jumiah Binti Hassan, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

**Azmi Bin Zakaria, Ph. D.**

Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

---

**AINI IDRIS, Ph. D.**

Profesor / Dekan  
Sekolah Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

## **PENGAKUAN**

Saya mengaku bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli kecuali petikan dan sedutan yang telah diberi penghargaan di dalam tesis. Saya juga mengaku bahawa tesis ini tidak dimajukan untuk ijazah-ijazah lain di Universiti Putra Malaysia atau di institusi-institusi lain.

---

**NAZLI BIN AHMAD AINI**

Tarikh :

## ISI KANDUNGAN

### *Muka surat*

<b>ABSTRAK</b>	ii
<b>ABSTRACT</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>PENGESAHAN</b>	v
<b>PENGAKUAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
<b>SENARAI RAJAH</b>	xiii
<b>SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN</b>	xvii

### **Bab PENDAHULUAN**

<b>1</b>	1.1	Pengenalan	
	1.2	Sejarah Perkembangan Ferit	1
	1.3	Aplikasi Ferit Magnet	3
	1.4	Permasalahan Kajian	6
	1.5	Objektif Kajian	9
	1.6	Batasan Kajian	10
	1.7	Prospek Ferit Pada Masa Hadapan	11
			12
<b>2</b>	<b>SOROTAN LITERATURE</b>		15
	2.1	Pengenalan	15
	2.2	Beberapa Aspek Mengenai Ferit NiZn	17
	2.3	Beberapa Aspek Mengenai Ferit MgZn	18
	2.4	Beberapa Aspek Mengenai Ferit CuZn	
<b>3</b>	<b>TEORI</b>		20
	3.1	Pengenalan	21
	3.2	Struktur Hablur Ferit Spinel	27
	3.3	Interaksi Momen Magnet Dalam Tapak Kekisis	28
	3.4	Peranan Kation Logam	29
	3.5	Domain	32
	3.6	Pemagnetan Tepu Dan Suhu Curie	33
	3.7	Histeresis	35
	3.8	Faktor Kehilangan Tenaga	



<b>4</b>	<b>KETELAPAN AWAL</b>	<b>39</b>
4.1	Ketelapan Awal	41
4.2	Kesan Saiz Butir Dan Liang Ke atas Ketelapan Awal	43
4.3	Pengaruh Zink Terhadap Ketelapan Awal	44
4.4	Kesan Ion Bendasing Terhadap Ketelapan Awal	45
4.5	Kesan Kandungan Ion Ferum Ke atas Ketelapan	
<b>5</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>46</b>
5.1	Pengenalan	46
5.2	Membentuk Formula Komposisi	48
5.3	Mengira Jisim Oksida Sampel	49
5.4	Teknik Penyediaan Sampel	61
5.5	Pencirian Bahan	
<b>6</b>	<b>ANALISIS DAN PERBINCANGAN</b>	<b>68</b>
6.1	Pengenalan	69
6.2	Ferit NiZn ( $Ni_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ )	69
6.2.1	Ketelapan Awal Dan Komposisi Kimia	72
6.2.2	Ketelapan Awal Dan Kerintangan	76
6.2.3	Ketelapan Awal Dan FKR (faktor kehilangan relatif)	79
6.2.4	Ketelapan Awal Dan Histeresis	83
6.2.5	Ketelapan Awal Dan Mikrostruktur	85
6.2.6	Ketelapan Awal Dan Suhu Curie	
6.3	Ferit MgZn ( $Mg_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ )	87
6.3.1	Ketelapan Awal Dan Komposisi Kimia	87
6.3.2	Ketelapan Awal Dan Kerintangan	88
6.3.3	Ketelapan Awal Dan FKR (faktor kehilangan relatif)	91
6.3.4	Ketelapan Awal Dan Histeresis	94
6.3.5	Ketelapan Awal Dan Mikrostruktur	95
6.3.6	Ketelapan Awal Dan Suhu Curie	97
6.4	Ferit CuZn ( $Cu_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ )	98
6.4.1	Ketelapan Awal Dan Komposisi Kimia	98
6.4.2	Ketelapan Awal Dan Kerintangan	99
6.4.3	Ketelapan Awal Dan FKR (faktor kehilangan relatif)	101
6.4.4	Ketelapan Awal Dan Histeresis	103
6.4.5	Ketelapan Awal Dan Mikrostruktur	105
6.4.6	Ketelapan Awal Dan Suhu Curie	106
<b>7</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>108</b>
7.1	Pendahuluan	108
7.2	Kesimpulan	110
7.3	Cadangan Kajian	

<b>BIBLIOGRAFI</b>	111
<b>LAMPIRAN</b>	
A Mengira Jisim Oksida	115
B Nilai-nilai Propertis Sampel	122
C Gelung Histeresis	129
D Mikrostruktur SEM	139
E Graf XRD	148
<b>BIODATA PENULIS</b>	151