

## PENGEMBANGAN DAN MODIFIKASI SISTEM PENGUKURAN SUSEPTIBILITAS DAN PERMEABILITAS BAHAN MAGNET

YATI MARYATI<sup>†</sup>, HERLAN RUDIYANTO, ANNISA APRILIA, TOGAR SARAGI

*Departemen Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran  
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363*

**Abstrak.** Telah dilakukan pengukuran suseptibilitas dan permeabilitas bahan menggunakan prinsip resonansi pada rangkaian RLC dengan solenoida sebagai induktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat induksi magnetik solenoida meliputi arus listrik, panjang solenoida, jumlah lilitan dan bahan yang disisipkan ke dalam bagian dalam solenoida. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi kumparan solenoida untuk mengetahui pengaruh jenis kumparan terhadap respon medan magnet yang dihasilkan. Kumparan solenoida yang digunakan memiliki jumlah lilitan  $N = 500$  dan  $1000$ . Bahan sisipan yang digunakan pada penelitian ini adalah besi, aluminium dan tembaga. Hasil pengukuran dengan modifikasi solenoida menunjukkan kesesuaian dengan teori yang ada.

Kata kunci : induksi, solenoida, permitifitas, suseptibilitas

**Abstract.** *Susceptibility and permeability has been measured using the principle of resonance in the RLC circuit with solenoid as an inductor. Several factors that influence the magnetic induction of solenoids are electric current, solenoid length, number of turns and materials. In this study solenoid was modified to determine the effect of the type of coil on the magnetic field response. The number of turns of solenoid was  $N = 500$  and  $1000$ . The inserts used in this study are iron, aluminium and copper. The measurement result with solenoid modification shows compatibility with existing theories.*

*Keywords: induction, solenoid, permittivity, susceptibility*

### 1. Pendahuluan

Percobaan dalam bidang Fisika Material dirancang khusus untuk mahasiswa Fisika yang akan mengambil Tugas Akhir di bidang peminatan Fisika Material. Praktikum ini berkaitan erat dengan mata kuliah pilihan di bidang peminatan material salah satunya adalah mata kuliah Bahan Magnet dan Superkonduktor. Tujuan dari Praktikum Fisika Material adalah memberikan pengalaman secara komprehensif kepada mahasiswa yang akan mengambil tugas akhir di bidang peminatan Material. Di dalam praktikum tersebut mahasiswa dilatih untuk merencanakan, mempersiapkan dan melaksanakan kegiatan eksperimen serta melakukan pengukuran [1].

Bahan magnet memiliki suseptibilitas dan permeabilitas yang dapat diketahui melalui pengukuran. Pengukuran susceptibilitas dan permeabilitas bahan magnet ini dilakukan dengan menggunakan rangkaian RLC [2-6]. Solenoida adalah induktor yang terdiri gulungan kawat yang didalamnya dimasukkan batang besi berbentuk silinder dengan tujuan memperkuat medan magnet yang dihasilkan, medan magnet ini disebut induksi magnet. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi kumparan solenoida untuk mengetahui pengaruh jenis kumparan terhadap respon medan magnet yang dihasilkan.

---

<sup>†</sup> Email : yatimaryati26@gmail.com

## 2. Eksperimen

Percobaan dilakukan dengan variasi jumlah lilitan, nilai kapasitor dan jenis material. Jumlah lilitan yang digunakan adalah  $N= 500$  dan  $1000$  lilitan, kapasitor adalah  $C= 33\mu\text{F}$  dan  $68\text{nF}$ , serta jenis bahan adalah besi, aluminium dan tembaga. Pengukuran dilakukan dengan mengamati besar frekuensi resonansi yang dihasilkan dengan variasi jumlah lilitan, kapasitor dan jenis bahan. Percobaan dilakukan dengan menggunakan rangkaian RLC dengan nilai-nilai komponen dan ukuran kumparan solenoida seperti terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai komponen resistor dan kapasitor serta ukuran kumparan solenoida.

Komponen	Nilai
Panjang (l)	0.035 m
Jumlah lilitan (N)	500 dan 1000
Luas (A)	0.0004 m <sup>2</sup>
Kapasitor (C)	33 $\mu\text{F}$ dan 68nF
Resistor (R)	56 k $\Omega$

Hasil pengukuran kemudian dihitung dengan Persamaan (1) (2) dan (3) untuk menentukan nilai suseptibilitas ( $\chi$ ) dan permeabilitas ( $\mu$ ):

$$L = \frac{1}{4\pi^2 C f^2} \quad (2.1)$$

$$\mu = \frac{L l}{N^2 A} \quad (2.2)$$

$$\chi = \mu_r - 1 \quad (2.3)$$

Dengan,  $L$  = induktansi (H),  
 $C$  = nilai kapasitor (F)  
 $f$  = frekuensi (Hz)

## 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran frekuensi resonansi dari beberapa bahan dengan variasi jumlah lilitan dan kapasitor yang digunakan. Pada percobaan dengan jumlah lilitan 500 dan nilai kapasitor sama dihasilkan frekuensi resonansi dua kali lebih besar dibandingkan dengan percobaan menggunakan jumlah lilitan 1000. Dengan menggunakan Persamaan (1), (2) dan (3) didapat nilai permeabilitas dan suseptibilitas bahan magnet yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Pada percobaan dengan jumlah lilitan 500 dan kapasitor  $C = 68 \text{ nF}$  dan  $33 \mu\text{F}$  menunjukkan hasil perhitungan permeabilitas dan suseptibilitas yang sama. Sedangkan untuk percobaan dengan jumlah lilitan 1000 dan kapasitor  $C = 68 \text{ nF}$  dan  $33 \mu\text{F}$  menunjukkan hasil perhitungan permeabilitas dan suseptibilitas yang sedikit berbeda, akan tetapi sifat kemagnetan yang sama.

Tabel 2. Nilai frekuensi resonansi hasil pengukuran.

Bahan	N = 500		N = 1000	
	C = 68 nF	C = 33 μF	C = 68 nF	C = 33 μF
	F <sub>res</sub> (Hertz)	F <sub>res</sub> (Hertz)	F <sub>res</sub> (Hertz)	F <sub>res</sub> (Hertz)
Besi	150	30	80	20
Aluminium	8000	1200	4000	600
Tembaga	10000	1500	5000	800

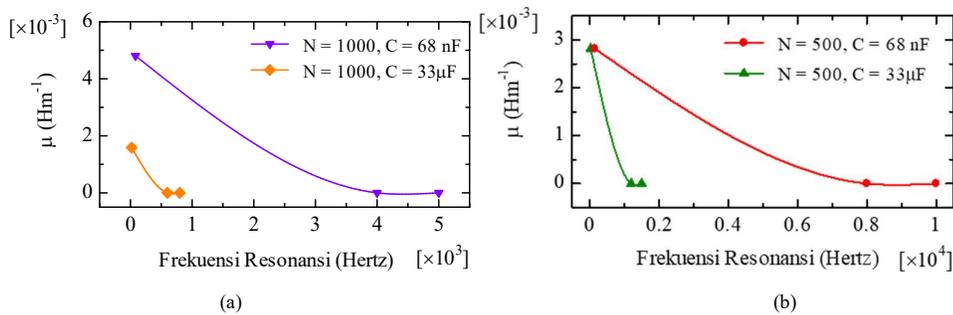
Tabel 3. Hasil perhitungan permeabilitas dan suseptibilitas dengan jumlah lilitan 500.

Bahan	C = 68 nF		C = 33 μF	
	μ (Hm <sup>-1</sup> )	χ	μ (Hm <sup>-1</sup> )	χ
Besi	0.002817	2234.979	0.002817	2234.979
Aluminium	1.76E-06	0.397487	1.76E-06	0.397487
Tembaga	1.13E-06	-0.105609	1.13E-06	-0.105609

Tabel 4. Hasil perhitungan permeabilitas dan suseptibilitas dengan jumlah lilitan 1000.

Bahan	C = 68 nF		C = 33 μF	
	μ (Hm <sup>-1</sup> )	χ	μ (Hm <sup>-1</sup> )	χ
Besi	0.0048067	3813.8304	0.0015847	1256.738
Aluminium	1.923E-06	0.5259321	1.761E-06	0.397487
Tembaga	1.231E-06	-0.023403	9.905E-07	-0.213914

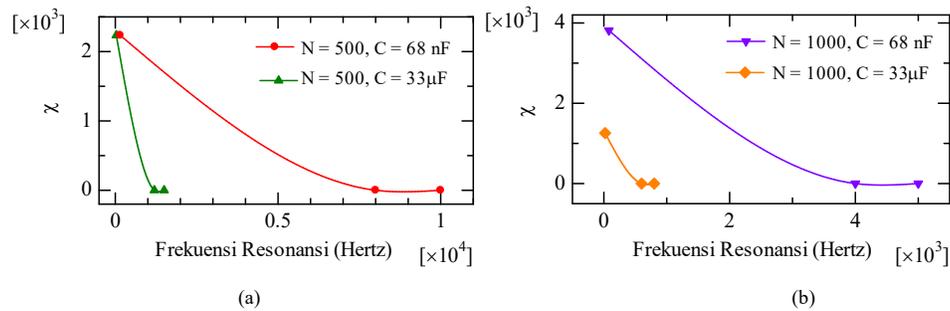
Gambar 1 menunjukkan hubungan frekuensi resonansi terhadap permeabilitas bahan dengan jumlah lilitan N = 500 dan 1000 dan kapasitor C = 68 nF dan 33 μF. Gambar 2 menunjukkan hubungan frekuensi resonansi terhadap suseptibilitas bahan dengan jumlah lilitan N = 500 dan 1000 dan kapasitor C = 68 nF dan 33 μF.



Gambar 1. Nilai Permeabilitas dengan jumlah lilitan (a) 500 dan (b) 1000.

Gambar 1(a) menunjukkan bahwa dengan nilai kapasitor yang berbeda dihasilkan frekuensi resonansi yang berbeda pula, akan tetapi nilai permeabilitas yang dihasilkan tetap sama pada setiap bahan. Pada Gambar 1(b) terdapat sedikit perbedaan pada nilai permeabilitas yang dihasilkan, akan

tetapi sifat bahan yang didapat tetap sama. Hal di atas berbanding lurus dengan nilai suseptibilitas yang dihasilkan, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Suseptibilitas dengan jumlah lilitan (a) 500 dan (b) 1000.

#### 4. Simpulan

Telah dilakukan pengukuran suseptibilitas dan permeabilitas bahan menggunakan prinsip resonansi pada rangkaian RLC dengan solenoida sebagai induktor. Hasil pengukuran dengan modifikasi solenoida menunjukkan bahwa tembaga merupakan bahan diamagnetik, aluminium termasuk bahan paramagnetik dan besi termasuk bahan ferromagnetik.

#### Daftar Pustaka

1. Fitrilawati. 2017. Modul Praktikum Fisika Material 2. UNPAD
2. Sutrisno. 1987. Elektronika 2 Teori dan Penerapannya. Penerbit ITB, Bandung.
3. Giancoli, D.C. 1998. Fisika jilid 2. Terjemahan Dra. Yuhilza Hanum, M.Eng dan Ir. Irwan Arifin, M.Eng. Penerbit Erlangga, Jakarta
4. Halliday, D. dan Resnick, R. 1998. Fisika Cetakan Ketiga. Terjemahan. Penerbit Erlangga, Jakarta.
5. Reitz, J.R., Milford, F.J., Christy, R.W. 1992. Foundation of Electromagnetic Theory. Penerbit, Addison-wesley publishing company, Inc
6. Tipler, P.A. 1996, "Fisika Untuk Saint dan Teknik" Jilid 2, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.