

# STUDI KARAKTERISTIK PENGARUH ORIENTASI OBJEK LOGAM DAN KAYU DALAM PLASTISIN DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR INDUKSI MEDAN MAGNET

## CHARACTERISTIC STUDY ON THE EFFECT OF METAL OBJECT AND WOOD ORIENTATION IN PLASTICINE USING MAGNETIC FIELD INDUCTION SENSOR

Rassyid Dikryl Hakim<sup>1</sup>, Dudi Darmawan<sup>2</sup>, Fatahah D.R<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[rassyiddhakim@gmail.com](mailto:rassyiddhakim@gmail.com), <sup>2</sup>[dudidw@gmail.com](mailto:dudidw@gmail.com), <sup>3</sup>[ridhani@telkomuniversity.ac.id](mailto:ridhani@telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

*Non-Destructive Test* merupakan metode pengujian pada material, struktur atau komponen untuk mendapatkan karakteristiknya tanpa harus merusak material tersebut. Pada pengujian ini dibuat sensor induksi medan magnet yang terdiri dari 2 koil yaitu koil *transmitter* dan koil *receiver*, yang dimana koil *transmitter* sebagai koil penerima dan koil *receiver* sebagai koil pemancar. Adanya eksitasi sinyal sinus pada koil pemancar (*transmitter*) menimbulkan medan magnet yang berubah-ubah sehingga menimbulkan gaya gerak listrik (ggl) induksi pada koil penerima (*receiver*).

Pada pengujian ini koil *transmitter* dan koil *receiver* dibuat berupa solenoida menggunakan kawat dengan diameter 0.8 mm, jumlah dan panjang lilitan masing-masing 50 dan 48 mm. Dengan menggunakan LCR meter dapat diperoleh induktansi koil *transmitter* adalah 70.1 uH dan koil *receiver* adalah 69.1 uH. Pada sistem koil ini dengan menggunakan input 5 volt dan jarak antar koil 11 cm dapat membedakan dalam kondisi ada objek dan tidak ada objek, dan juga dapat membedakan dalam kondisi orientasi objek berbeda-beda, maupun itu vertikal, horizontal, dan diagonal.

**Kata kunci :** koil, induksi medan magnet, orientasi

### Abstract

*Non-Destructive Test* is a method of testing materials, structures, or components to obtain its characteristic without having to damage the materials. In this test, A magnetic field induction sensor is made which consist of two coils, which is transmitter coil and receiver coil. Transmitter coil acts as a transmitter and receiver coil acts as a receiver. Sine signal excitation on the transmitter coil causes a varying magnetic field which causes electromotive force induction on receiver transmitter.

In this test, Transmitter coil and receiver coil are made in the form of a solenoid using wire with a diameter of 0.8 mm. The winding amount and length are 50 and 48 mm respectively. By using LCR meter, obtained value of transmitter coil induction is 70.1 uH and receiver coil induction is 69.1 uH. This coils system, which use 5 volts as the input and 11 cm as the distance between coils, can distinguished the presence or absence of an object and also different object orientation, as well as vertical, horizontal, or even diagonal.

**Keywords:** coils, magnetic field induction, orientation

### 1. Pendahuluan

Dalam dunia industri pembuatan alat dengan material benda padat tidak bisa terlepas dari masalah kecacatan fisik atau perubahan bentuk fisis yang terjadi di dalam benda tersebut. Masalah yang terjadi akan berdampak terhadap kerugian finansial bahkan bisa membuat bahaya bagi keselamatan pekerja ataupun pengguna benda produksi. Kecacatan fisik atau perubahan bentuk fisis yang berada di dalam benda padat tentu saja tidak dapat diketahui dari penglihatan secara langsung sehingga perlu dilakukannya sebuah inspeksi dari suatu benda untuk melihat ada atau tidaknya kecacatan yang terjadi di dalam benda padat. Inspeksi yang dilakukan di dunia industri tanpa merusak benda padat yang di inspeksi biasa disebut dengan *Non-Destructive Test*.

*Non-Destructive Test* merupakan metode pengujian pada material, struktur atau komponen untuk mendapatkan karakteristiknya tanpa harus merusak material tersebut. Dalam industry material *Non Destructive Test* (NDT) dapat diaplikasikan untuk berbagai hal salah satunya Menentukan lokasi dari *crack*, *void*, *honeycombing* maupun cacat yang lain dan menentukan posisi, kuantitas atau kondisi dari reinforcement. Jenis *Non-Destructive Test* yang digunakan dapat didasarkan pada beberapa kriteria yang seringkali dijadikan acuan bagaimana penentuan dari tujuan pengujian diantaranya jenis material, jenis cacat, lokasi cacat, ukuran cacat. Dapat disimpulkan bahwa NDT dapat digunakan untuk memastikan kualitas dari berbagai tahap mulai dari bahan mentah (*raw material*), fabrikasi, pra-penggunaan dan saat digunakan. Beberapa metode digunakan dalam pengujian NDT, dan memang metode yang digunakan cukup banyak diantaranya adalah *Eddy Current Testing*.

Beberapa metode digunakan dalam pengujian NDT, dan memang metode yang digunakan cukup banyak diantaranya adalah *Eddy Current Testing*, *Magnetic Particel test*, *elektromagnetik*, *ultrasonic*, *radiografi*,

*penetrasi cair*. Penelitian sebelumnya di *Ctech Labs Edwar Technology* telah dikembangkan alat NDT dengan metoda ultrasonik yang dinamakan *Sona-CTx*. Alat ini digunakan untuk mendeteksi retak (*crack*) pada tabung gas CNG. Prinsip kerja *Sona* adalah dengan mengirim gelombang pulsa ultrasonik 5MHz dari suatu *angle-beam* transduser 70 derajat kemudian akan diterima dengan transduser yang berbeda [1]. Analisa penelitian dilakukan dengan membandingkan intensitas sinyal gelombang ultrasonik yang diterima dengan kondisi yang berbeda yaitu tidak ada retak. Retak dengan berbagai variasi kedalamannya, orientasi sudut dan posisi relatif transduser terhadap suatu keretakan. Dari penelitian tersebut metoda ultrasonik dapat mendeteksi retak pada kondisi orientasi sudut, maka dari itu penelitian ini akan melakukan mendeteksi cacat pada kondisi orientasi sudut dengan menggunakan metoda *Eddy Current Testing (ECT)*.

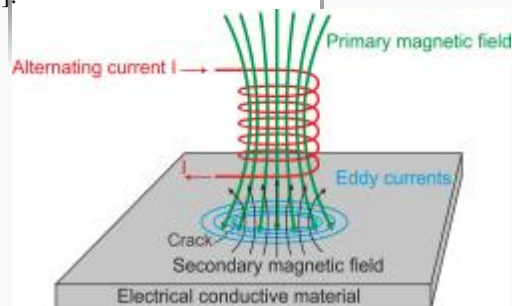
*Eddy Current Testing (ECT)* merupakan salah satu teknik utama dalam metode NDT yang digunakan pada pengujian objek untuk mendeteksi cacat, retak, lubang dalam berbagai macam bahan bersifat konduktif[2]. Pada penelitian sebelumnya pernah dilakukan percobaan membandingkan konfigurasi koil dengan metoda eddy current pada bahan ferromagnetik dan nonferromagnetik, dari penelitian tersebut bisa disimpulkan bahwa hasil tegangan induksi lebih baik pada bahan ferromagnetik dibanding dengan non ferromagnetik[3]. Dari penelitian tersebut belum hanya membandingkan bahan ferromagnetik dan non ferromagnetik, sedangkan bahan non magnetik nya belum di uji.

Maka dari itu dalam penelitian ini akan berfokus pada studi pengaruh orientasi anomali pada objek utama plastisin yang didalam plastisin tersebut dimasukan objek lain berupa besi, aluminium, dan kayu terhadap tegangan ggl receiver. Harapannya dalam penelitian ini bisa mengetahui pengaruh orientasi anomali didalam plastisin terhadap tegangan ggl receiver.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Eddy Current Testing

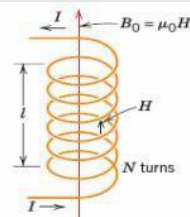
Eddy Current Testing (ECT) merupakan salah satu teknik utama dalam metode NDT yang digunakan pada pengujian objek untuk mendeteksi cacat, retak, lubang dalam berbagai macam bahan bersifat konduktif[1]. Prinsip Eddy Current Testing ini didasarkan adanya interaksi antara sumber medan magnet dengan objek uji[1]. Seperti pada Gambar 1 jika medan magnetik B antara permukaan berubah terhadap waktu (ini akan terjadi jika arus dalam gulungan magnet berupa arus bolak-balik), fluks yang melalui objek akan berubah juga. Jika B berubah, fluks akan berubah juga, dan akan terdapat ggl induksi di sekeliling objek. Gambar 1 Arus Eddy yang dihasilkan medan magnetik melalui objek[1].



Gambar 1 Arus Eddy yang dihasilkan medan magnetik melalui objek[1].

### 2.2 Sensor Koil Solenoida

Sensor berbentuk koil solenoida, adalah kawat yang dililitkan berbentuk silinder, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Apabila solenoida dialiri arus konstan searah maka akan menimbulkan beda potensial antara dua ujung solenoid hampir nol karena beda potensial sama dengan perkalian arus dan hambatan solenoid[2]



Gambar 2 koil solenoida [2]

Besar induksi magnet pada pusat kumparan solenoid yang panjangnya  $l$  dan jumlah lilitan  $N$  dinyatakan dengan :

$$B = \frac{\mu_0 I \cdot N}{l}$$

Sedangkan besar induksi magnet di tepi (ujung solenoid) adalah :

$$B = \frac{\mu_0 I \cdot N}{2l}$$

Untuk mengetahui nilai induktansi diri pada *single layer air core* dapat dijelaskan melalui pendekatan empiris

dengan H.A Wheeler's:

$$L = \frac{a^2 N^2}{(9a + 10b)}$$

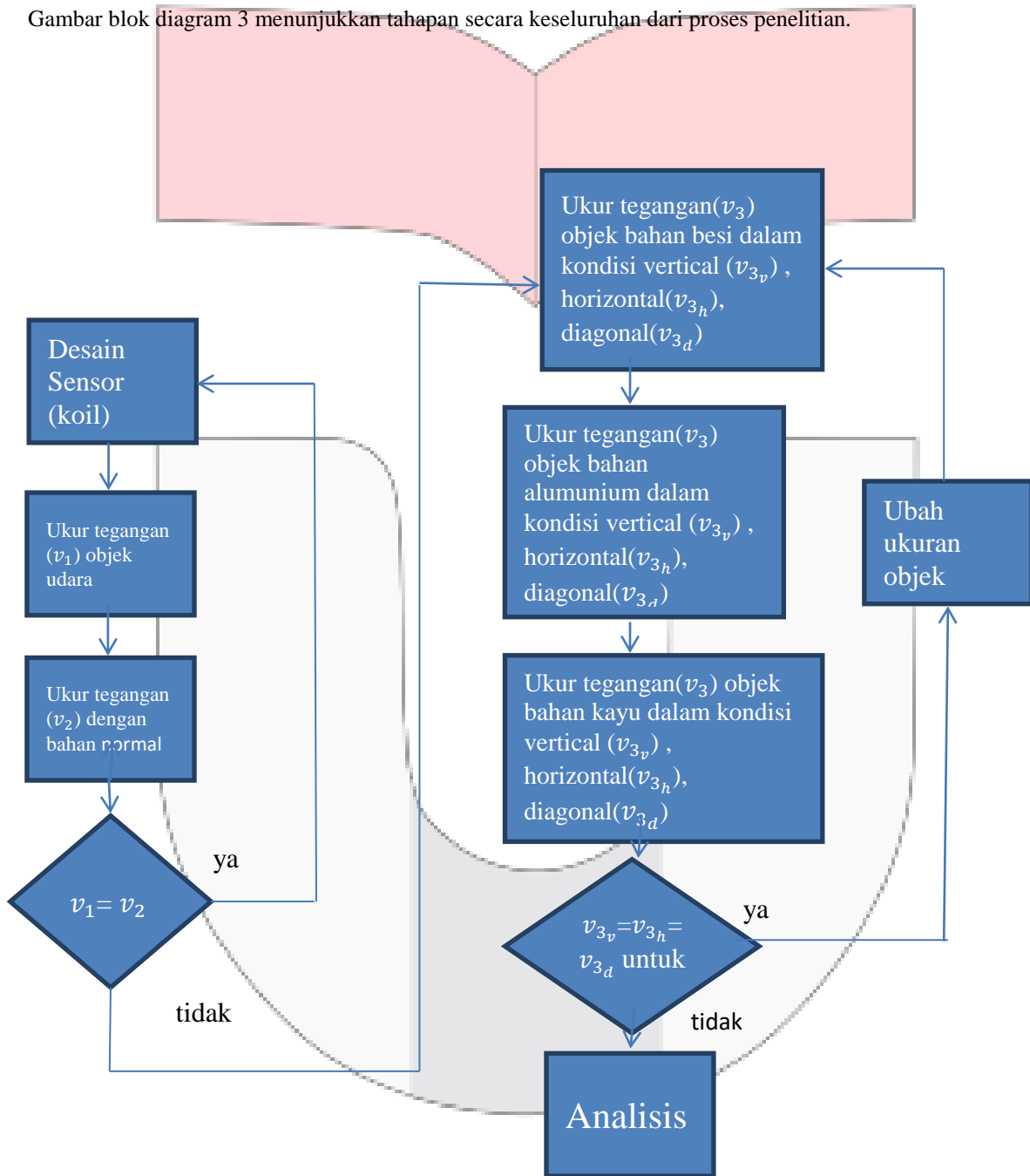
dimana N adalah jumlah lilitan, a dan b masing-masing adalah jari-jari dan panjang koil. Dimensi dalam inci. N adalah jumlah lilitan dan L adalah induktansi diri (H)

**2.3 Magnetik Permeabilitas**

Magnetik permeabilitas  $\mu$  adalah skalar dalam media isotropic. Ditinjau dari permeabilitas relatifnya, bahan dapat dikelompokkan dalam ferromagnetik, diamagnetik dan paramagnetik.

**3. Prosedur Penelitian**

Gambar blok diagram 3 menunjukkan tahapan secara keseluruhan dari proses penelitian.



**Gambar 3** Diagram blok penelitian.

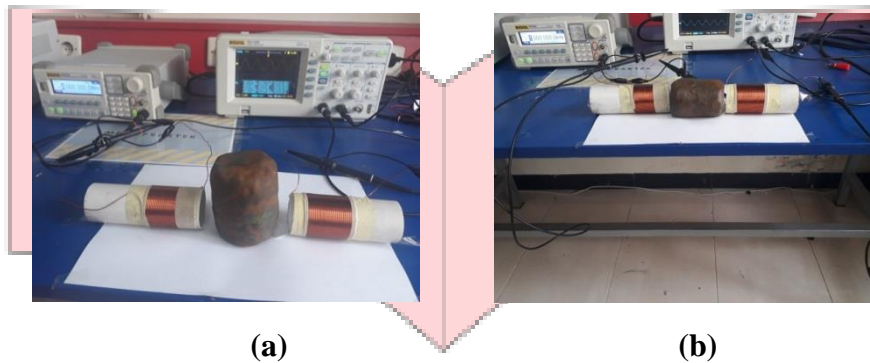
**4. Hasil dan Pembahasan**

Besar nilai induktansi koil diukur dengan menggunakan alat ukur LCR meter Gw- INSTEK LCR-821. Hasil nilai induktansi dari koil transmitter dan coil receiver adalah 70.1 uH dan 69.6 uH . Frekuensi kerja koil adalah 1 MHz. Sistem koil diberikan tegangan *exciter* 5 Volt dan jarak 11cm.

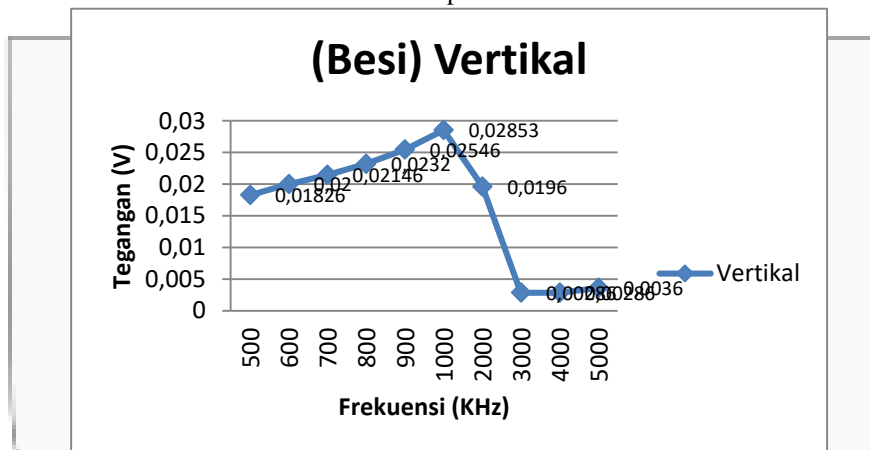
**4. 1 Pengambilan data sensitivas sensor terhadap objek**

**4.1.1 Data tegangan dengan menggunakan objek besi**

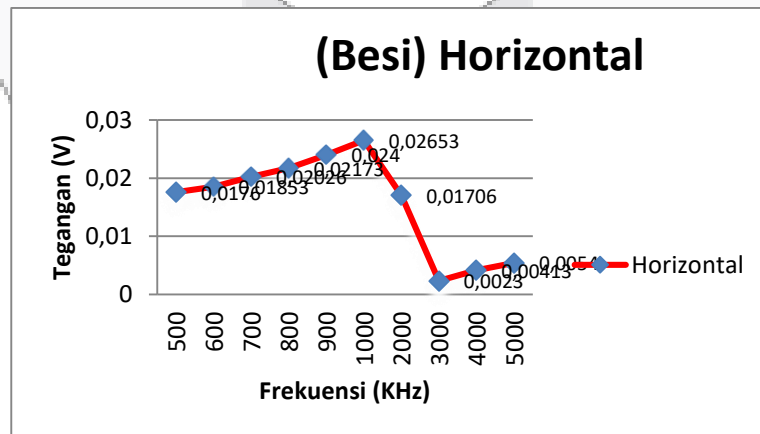
Pada pengujian ini akan mencari sensitivitas dan tegangan koil receiver dengan besi berdiameter 4.3 cm dan tinggi 5.1 cm dalam keadaan vertikal, horizontal, aluminium yang dilapisi seperti gambar 4.



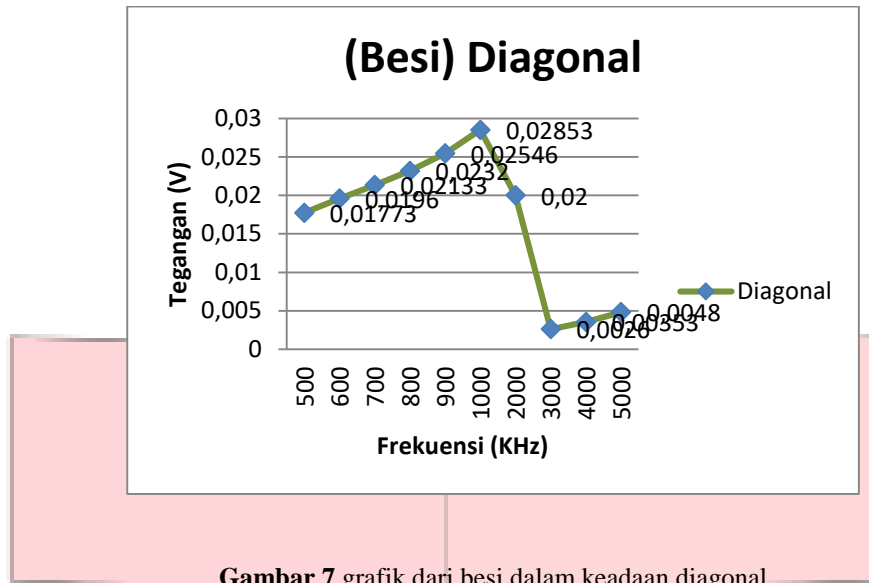
**Gambar 4** (a) dan (b) Posisi objek besi yang dilapisi plastisin



**Gambar 5** Grafik dari besi dalam keadaan vertikal



**Gambar 6** Grafik dari besi dalam keadaan horizontal



Gambar 7 grafik dari besi dalam keadaan diagonal

Pada pengujian ini yang ditunjukkan gambar 5, 6, 7 menunjukkan bahwa disetiap frekuensi memiliki perbedaan tegangan, tegangan yang dihasilkan lebih tinggi pada di frekuensi 1000 KHz. Pada frekuensi 2000 KHz sampai 5000 KHz mengalami tegangan jatuh hal ini terjadi karena penurunan nilai impedansi akibat reaktansi induktif dari koil, di pengujian ini juga menunjukkan bahwa orientasi objek mempengaruhi dari nilai tegangan receivernya, yang dimana kondisi vertikal tegangan nya lebih tinggi dibandingkan horizontal dan diagonal.

4.1.2 Data tegangan dengan menggunakan objek aluminium

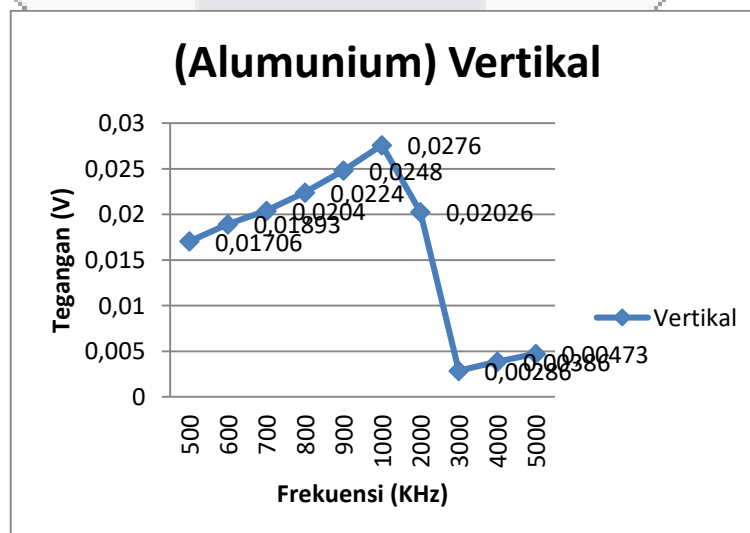
Pada pengujian ini akan mencari sensitivitas dan tegangan koil receiver dengan aluminium berdiameter 4.3 cm dan tinggi 5.1 cm dalam keadaan vertikal, horizontal, aluminium yang dilapisi seperti gambar 8.



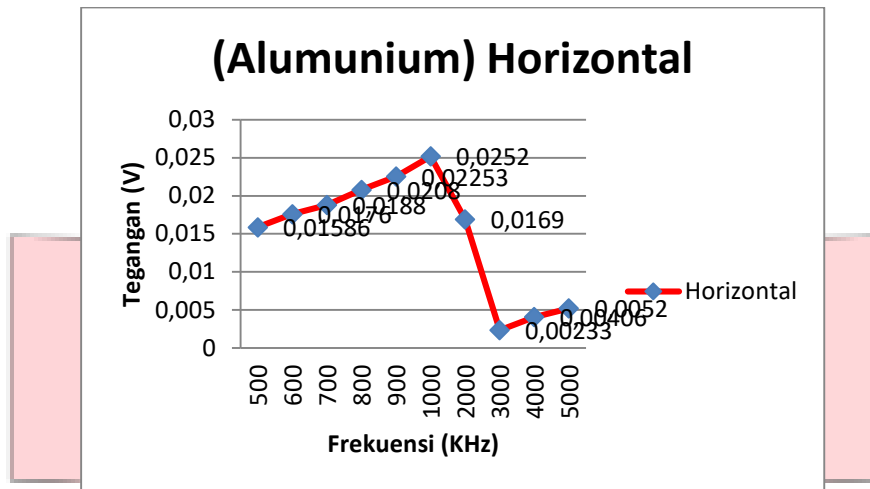
(a)

(b)

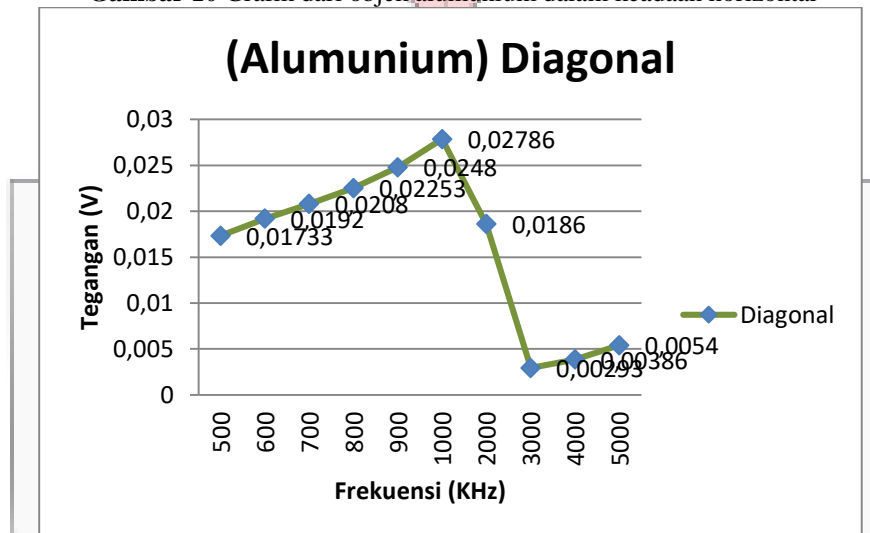
Gambar 8 (a) dan (b) Posisi objek aluminium yang dilapisi plastisin



**Gambar 9** Grafik dari objek alumunium dalam keadaan vertikal



**Gambar 10** Grafik dari objek alumunium dalam keadaan horizontal

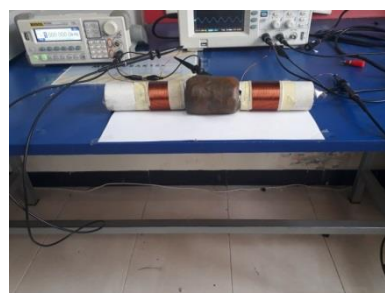


**Gambar 11** Grafik dari objek alumunium dalam keadaan diagonal

Pada pengujian ini yang ditunjukkan gambar 9, 10, 11 menunjukkan bahwa disetiap frekuensi memiliki perbedaan tegangan, tegangan yang dihasilkan lebih tinggi pada di frekuensi 1000 KHz. Pada frekuensi 2000 KHz sampai 5000 KHz mengalami tegangan jatuh hal ini terjadi karena penurunan nilai impedansi akibat reaktansi induktif dari koil, di pengujian ini juga menunjukkan bahwa orientasi objek mempengaruhi dari nilai tegangan receivernya, yang dimana kondisi diagonal tegangan nya lebih tinggi dibandingkan vertikal dan horizontal.

4.1.3 Data tegangan dengan menggunakan objek kayu

Pada pengujian ini akan mencari sensitivitas dan tegangan koil receiver dengan kayu berdiameter 4.3 cm dan tinggi 5.1 cm dalam keadaan vertikal, horizontal, alumunium yang dilapisi seperti gambar 4.5.

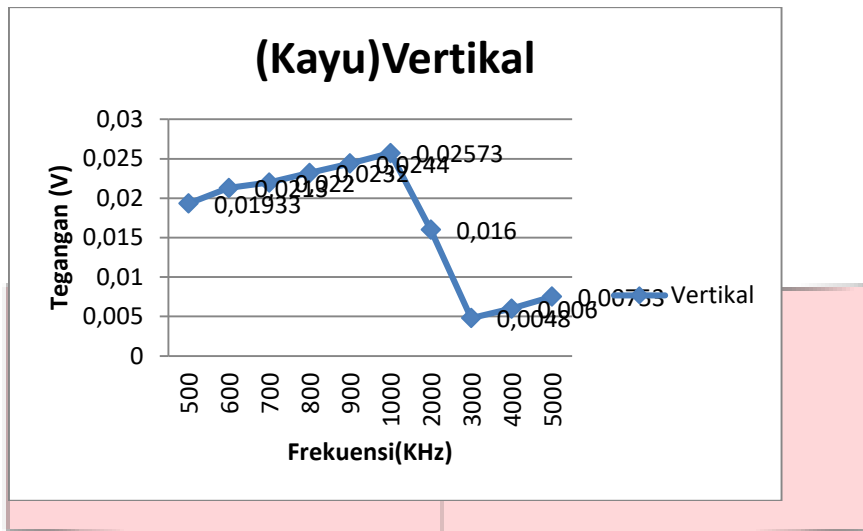


(a)

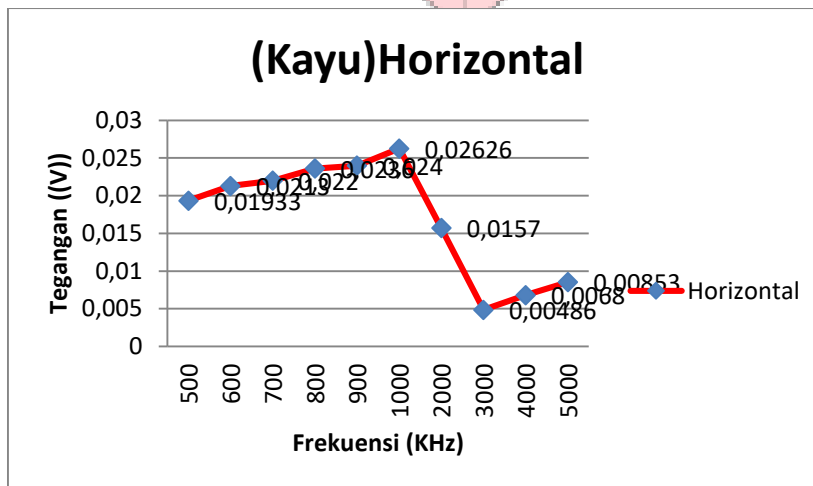
(b)

**Gambar 12** (a) dan (b) Posisi objek kayu yang dilapisi

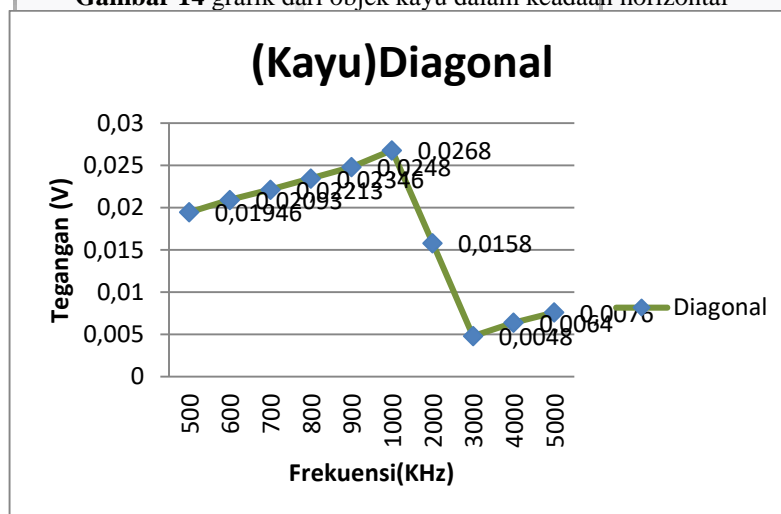
plastisin



Gambar 13 grafik dari objek kayu dalam keadaan vertikal



Gambar 14 grafik dari objek kayu dalam keadaan horizontal



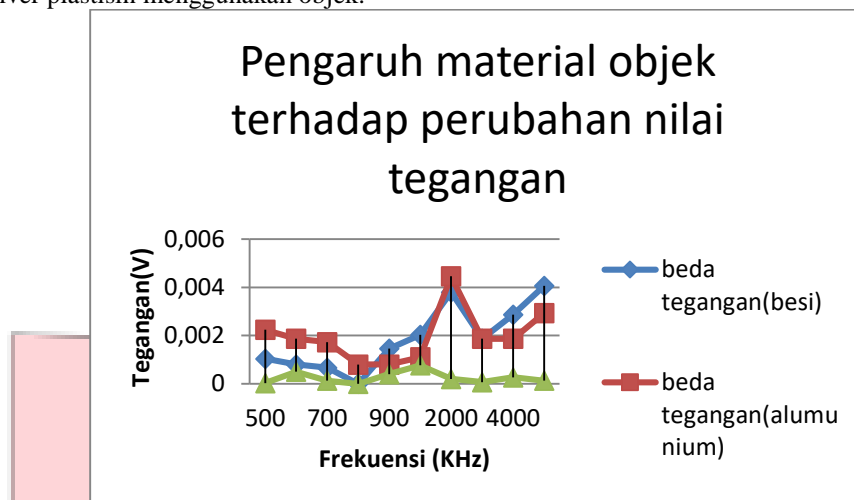
Gambar 15 grafik dari objek kayu dalam keadaan diagonal

Pada pengujian ini yang ditunjukkan gambar 13, 14, 15 menunjukkan bahwa disetiap frekuensi memiliki perbedaan tegangan, tegangan yang dihasilkan lebih tinggi pada di frekuensi 1000 KHz. Pada frekuensi 2000 KHz sampai 5000 KHz mengalami tegangan jatuh hal ini terjadi karena penurunan nilai impedansi akibat reaktansi induktif dari koil, di pengujian ini juga menunjukkan bahwa orientasi objek mempengaruhi dari nilai tegangan receivernya, yang dimana kondisi diagonal tegangan nya lebih tinggi dibandingkan vertikal dan horizontal.

4.2 Konduktifitas objek terhadap tegangan

Setelah pengambilan data tegangan receiver dengan orientasi berbeda antar objeknya, kemudian dilakukan

pengujian konduktivitas objeknya dengan cara membandingkan nilai tegangan receiver plastisin tanpa objek dan nilai tegangan receiver plastisin menggunakan objek.



**Gambar 16** Pengaruh material objek terhadap perubahan nilai tegangan

Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 16 nilai beda tegangan pada bahan aluminium paling tinggi hal ini disebabkan karena nilai konduktivitas aluminium lebih tinggi dari pada besi maupun kayu.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan perancangan sistem koil yang telah dibuat, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Frekuensi kerja koil berada di 1000 KHz.
2. Orientasi objek mempengaruhi nilai tegangan.
3. Dari pengujian orientasi objek besi nilai tegangan receiver dalam kondisi vertikal lebih besar.
4. Dari pengujian orientasi objek aluminium nilai tegangan receiver dalam kondisi diagonal lebih besar.
5. Dari pengujian orientasi objek kayu nilai tegangan receiver dalam kondisi diagonal lebih besar.
6. Di penelitian ini bahan aluminium lebih konduktif dibandingkan besi dan kayu.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Martin, J.G. Gil, J.G. Sánchez, E.V. (2011). Non-Destructive Techniques Based on Eddy Current Testing. Journal. Department of Signal Theory, Communications and Telematic Engineering. University of Valladolid (UVA), Spain.
- [2] "Chapter 11. Inductance and Magnetic Energy". [Online] Available at : <http://web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/modules/guide11.pdf> [diakses 5 Mei 2018]



