

**STUDI PENGARUH BESAR SUDUT ANTARA KOIL TRANSMITTER DAN RECEIVER  
DENGAN METODE INDUKSI MEDAN MAGNET**

*STUDY EFFECT OF THE ANGLE BETWEEN THE COIL TRANSMITTER AND RECEIVER  
WITH THE MAGNETIC FIELD METHOD*

Siti Rokhani<sup>1</sup>, Dudi Darmawan<sup>2</sup>, Endang Rosdiana<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>srokhani72@gmail.com, <sup>2</sup>dudidw@gmail.com, <sup>3</sup>endang.rosdiana@gmail.com

---

Abstrak

Metode Non Destructive Testing (NDT) yaitu pemeriksaan atau pengujian yang dilakukan tanpa merusak atau mengubah benda yang akan diuji. Salah satu metode NDT yang digunakan pada pengujian ini adalah metode induksi medan magnet. Pada pengujian ini digunakan sensor koil yaitu koil transmitter dan koil receiver. Koil transmitter (koil primer) digunakan untuk sumber induksi yang dihubungkan dengan function generator. Koil receiver (koil sekunder) digunakan untuk menerima hasil induksi yang berupa tegangan (potensial) yang akan ditampilkan pada osiloskop. Sensor koil yang digunakan yaitu solenoida menggunakan kawat dengan diameter 0,8 mm dengan total 50 lilitan (*single layer*). Pengujian dilakukan dengan tiga kondisi yaitu besar sudut yaitu sudut antara koil transmitter dan receiver yang membentuk sudut 60°, 120°, dan 180°. Dengan objek pengujian yang dipakai yaitu besi, kayu dan aluminium. Pada pengujian dilakukan tiga keadaan yaitu tanpa objek, hanya objek dan objek dengan air. Input yang dipakai yaitu 5 Volt. Hasil yang didapatkan yaitu besar sudut yang menghasilkan tegangan yang paling maksimum yaitu sudut 60°. Semakin besar sudut antara koil transmitter dan receiver, tegangan yang terukur semakin kecil. Hasil beda tegangan yang didapatkan saat kondisi hanya objek dan objek dengan air kondisi sudut 60° mempunyai beda tegangan yang paling tinggi objek yaitu pada besi 1,02993 V, kayu 0,0413 V dan aluminium 0,2813 V. Hasil beda tegangan pada kondisi tanpa objek dan hanya objek pada sudut pandang 60° menghasilkan tegangan yang paling tinggi yaitu aluminium, besi dan kayu. Beda tegangan pada aluminium yaitu 2,0107 V, besi 0,1747 V dan kayu 0,1427 V.

Kata kunci: koil, arus eddy.

---

Abstract

Non Destructive Testing (NDT) method is an examination or testing carried out without Non Destructive Testing (NDT) method is an examination or testing carried out without damaging or changing the object to be tested. One of the NDT methods used in this test is the magnetic field induction method. In this test, coil sensors, transmitter coil, and receiver coil are used. Transmitter coil (primary coil) is used for induction sources that are diverted by the generator function. The coil receiver (secondary coil) is used to receive the induction results containing the voltage (potential) that will be needed on the oscilloscope. The coil sensor used is solenoid using a wire with a diameter of 0.8 mm with a total of 50 windings (*single layer*). The test is carried out with three conditions, namely the angle requirements between the transmitter and receiver coils which form an angle of 60°, 120°, and 180°. Test objects used are iron, wood, and aluminum. In the test three conditions are carried out namely without objects, only objects, and objects with water. The input used is 5 Volts. The results obtained are Large Angles which produce the maximum stress that is the angle of 60°. The greater the angle between the transmitter and receiver coil, the smaller the rated voltage. The results of different stresses obtained at this time only objects and objects with water at an angle of 60° have the highest voltage differences for superiors namely iron 1.02993 V, wood 0.0413 V with aluminum 0.2813 V. in conditions without objects and only objects at a 60° viewpoint produce the highest stress, namely aluminum, iron, and wood. The voltage difference in aluminum is 2.0107 V, iron 0.1747 V, and wood 0.1427 V.

Keywords: coil, eddy current.

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri, pemeriksaan terhadap suatu material baik yang akan digunakan maupun sedang digunakan sangat diperlukan. Pemeriksaan ini dilakukan pada material untuk memastikan material tersebut dalam keadaan yang aman dan belum melewati batas teloransi kerusakan. Pemeriksaan biasanya dilakukan untuk mendeteksi kecacatan material yang dilihat dari ukuran ketebalan, kerapatan, dan komposisi [1]. Untuk mendeteksi kecacatan pada yang berada didalam permukaan material. Kecatatan atau kerusakan tersebut akan sulit dideteksi sehingga diperlukan pemerikasaan dengan metode *nondestructive testing* (NDT).

*Nondestructive test* (NDT) merupakan pemeriksaan atau pengujian yang dilakukan tanpa merusak atau mengubah benda yang akan di uji, bertujuan untuk menentukan diskontinuitas yang dapat mempengaruhi kinerja benda yang sedang di uji [2]. Beberapa tujuan yang dilakukan yaitu mendeteksi cacattersembunyi, dan mengetahui sifat mekanik benda tanpa merusak lapisan atau fungsi material yang kita uji. Beberapa metode yang dipakai dalam NDT yaitu *penetrants testing*, *magnetic particles testing*, *ultrasonic*, *radiographic* dan *eddy current testing* (ECT) [3]. Dari beberapa metode yang ada, pada penelitian ini akan digunakan metode ECT. ECT merupakan salah satu NDT yang banyak dipakai untuk pengujian. ECT menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai dasar untuk melakukan pengujian. Prinsip ECT yaitu adanya interaksi antara sumber medan magnet dengan objek bahan yang akan diuji [8]. ECT dapat mendeteksi kecacatan, retak, lubang pada bermacam-macam objek yang bersifat konduktif [8].

Pada penelitian sebelumnya yaitu studi kelayakan sistem induksi dan magnet menggunakan single transceiver pada bahan feromagnetik dan non feromagnetik [4]. Dari hasil pengujian dan perancangan sistem koil yang telah dibuat, dapat diambil hasil pengukuran secara manual didapatkan dengan letak koil terhadap jarak minimum 2 cm dan jarak maksimum 11 cm. Posisi sensor koil untuk penelitian sebelumnya letaknya berhadapan. Jika itu diterapkan untuk objek dengan diameter besar dengan letak sensor seperti sebelumnya hasil yang terukur tidak optimal, dikarenakan semakin besar benda uji semakin kecil medan magnet sehingga mempengaruhi gaya gerak listrik yang terukur pada koil receiver berupa tegangan. Untuk itu pada penelitian ini diharapkan dapat melengkapi penelitian sebelumnya dimana dapat digunakan untuk benda uji yang memiliki diameter besar, dan mendapatkan pada besar sudut mana koil antara koil *transmitter* dan *receiver* yang menghasilkan tegangan maksimum untuk setiap objek yang akan diuji.

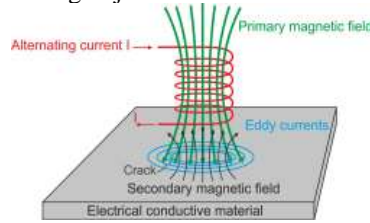
Pada penelitian ini akan digunakan satu koil *transmitter* (pemancar) dan satu *receiver* (penerima) serta variasi besar sudut yang terbentuk antar koil. Besar sudut yang dipakai dalam hal ini yaitu besar sudut yang terbentuk pada koil *transmitter* dan koil *receiver*. Koil transmitter menginduksikan medan magnet primer pada objek yang sedang diuji. Objek uji muncul arus eddy yang menimbulkan medan magnet sekunder yang akan menginduksi koil receiver menimbulkan gaya gerak listrik yang terukur pada koil receiver berupa tegangan. Sehingga dilakukan pengujian variasi besar sudut diharapkandari hasil pengukuran tersebut akan didapatkan pengaruh besar sudut antara *transmitter* dan *receiver* untuk menghasilkan hasil yang maksimum. Dan dari hasil tegangan yang terukur dapat membedakan jenis objek yang sedang diuji.

## 1. Teori Pendukung dan Metodologi Penelitian

### 1.1 Eddy Current Testing (ECT)

ECT adalah salah satu metode *nondestructive testing* (NDT) yang menggunakan prinsip elektomagnetik sebagai dasar pada saat melakukan pengujian. Prinsip ECT yaitu adanya interaksi antara sumber medan magnet dengan objek bahan yang akan diuji. ECT dapat mendeteksi kecacatan, retak, lubang pada bermacam-macam objek yang bersifat konduktif [8]. Arus yang dihasilkan oleh fluks magnetik yang berubah dalam koil. Fluks yang berubah itu berubah menjadi arus (eddy current). Pada gambar 2.4 medan magnetik B antara permukaan berubah terhadap waktu (jika arus berubah arus bolak balik), fluks

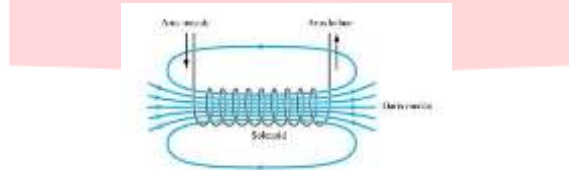
yang melewati objek akan berubah. Jika B berubah, fluks akan berubah juga, dan akan terdapat ggl induksi di sekeliling objek.



Gambar 2. 1 Arus Eddy yang dihasilkan Medan Magnetik Melalui Objek

2.2 Solenoida

Solenoida yaitu beberapa cincin yang disambung secara kontinu [7]. Dalam beberapa kondisi objek yang sama ini disebut kumparan atau induktor. Solenoid yang dialiri arus akan menghasilkan garis-garis medan magnet seperti yang ditunjukkan gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Arah Medan Magnet Dalam Solenoid Berarus

Pada pusat kumparan nilai induksi magnet yang memiliki panjang (l) dan jumlah lilitan (N) yaitu :

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2l} \tag{2.1}$$

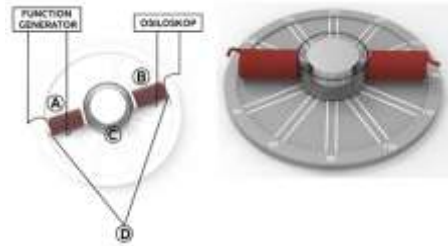
Sedangkan besar induksi magnet di tepi (ujung solenoid) adalah :

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2l} \tag{2.1}$$

2.3 Metodologi penelitian



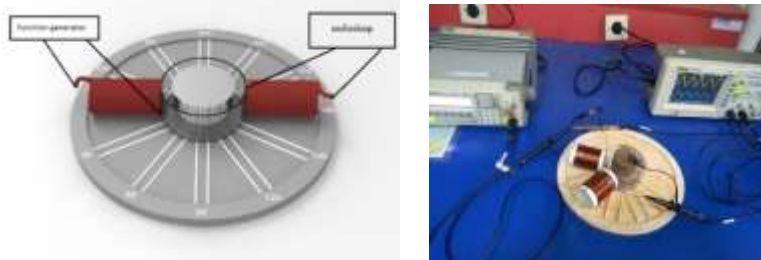
1.2 Diagram alir penelitian



Sensor koil yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu koil *transmitter* dan satu koil *receiver*. Koil *transmitter* (koil primer) digunakan untuk sumber induksi yang dihubungkan dengan function generator. Koil *receiver* (koil sekunder) digunakan untuk menerima hasil induksi berupa tegangan (potensial) yang akan ditampilkan pada osiloskop. objek penelitian yang akan digunakan pada penelitian. Dimensi untuk objek yang digunakan yaitu Objek yang dipakai yaitu besi dengan diameter 4,3 cm dan tinggi 5,1 cm. Aluminium dengan diameter 4,3 cm dan tinggi 5,1 cm. Kayu dengan diameter 4,3 cm dan tinggi 5,1 cm.

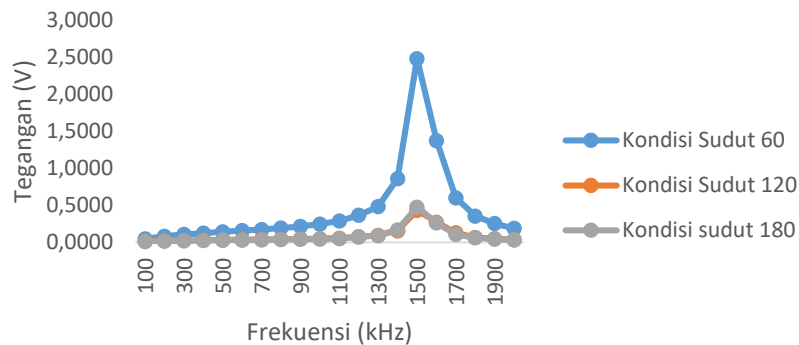
4. Hasil pengujian dan pembahasan

Nilai induktansi yang terukur menggunakan LCR meter (GWINSTEK LCR-821) yaitu 74,18 uH pada transmitter dan 72,33 uH pada receiver. Pada penelitian ini dilakukanlah pengambilan dengan tanpa adanya objek dan adanya objek yang diatur secara manual pada function generator. Function generator ini terhubung dengan koil *transmitter*, dengan objek yaitu besi, kayu dan alumunium. Hasil nilai tegangan yang terukur pada koil receiver selanjutnya ditampilkan pada osiloskop. Nilai frekuensi yang digunakan yaitu 100 kHz – 2000 kHz.



4.1 Pengambilan data tanpa objek.

Grafik pengukuran tanpa objek

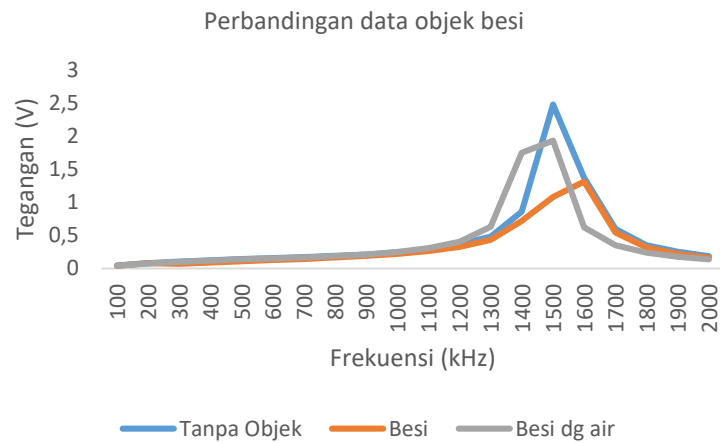


Gambar 4.1 Grafik Tegangan Saat Tanpa Objek

Pada gambar 4.1 didapatkan untuk setiap frekuensi menghasilkan respon tegangan yang berbeda untuk setiap keadaan sudutnya. Dapat disimpulkan bahwa hasil pegujian yaitu keadaan besar sudut antara transmitter dan receiver mempengaruhi tegangan yang dihasilkan. Semakin besar sudut yang diberikan tegangan yang dihasilkan semakin kecil, berbanding terbalik dengan nilai tegangan terhadap dengan nilai frekuensi yang diberikan. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi frekuensi arus bolak - balik dalam kumparan, maka akan semakin tinggi laju perubahan arusnya sehingga semakin tinggi pula ggl induksinya. Dan besar nilai medan magnet yang dihasilkan nilainya dipengaruhi dari jarak antar koil semakin jauh jarak pengukuran dari sumber magnet maka semakin kecil medan yang terukur. Semakin kecil medan yang berpengaruh pada daerah tersebut.

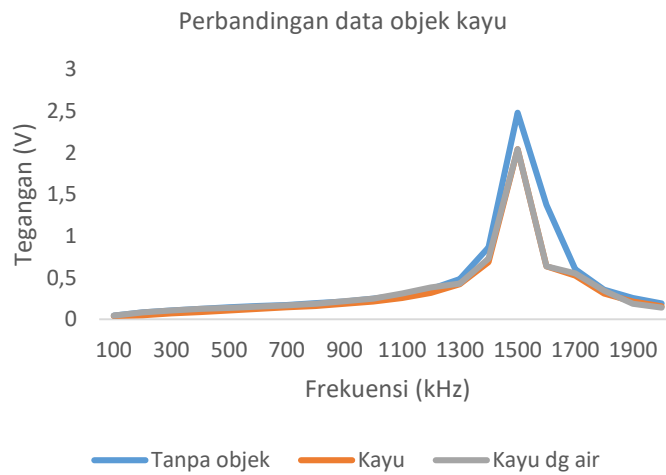
4.2 Perbandingan data untuk semua objek

Data yang dipakai yaitu pada kondisi koil transmitter dan receiver membentuk sudut 60°. Keadaan ini dipakai dikarenakan pada kondisi ini tegangan yang terukur paling maksimum diantara kondisi lainnya yaitu sudut 120° dan 180°.



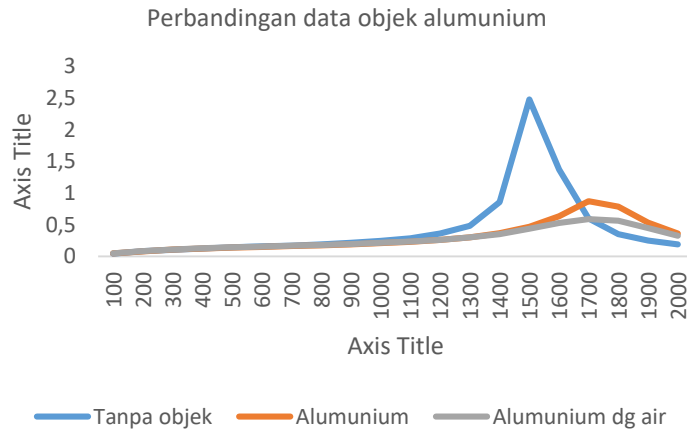
Gambar 4. 4 Perbandingan Data Objek Besi

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa pada saat hanya objek tegangan yang terukur lebih besar dibandingkan keadaan objek hanya objek dan objek dengan air. Dimana saat objek dengan air tegangan yang terukur mengalami kenaikan hampir disemua frekuensi.



Gambar 4. 5 Perbandinga Data Objek Kayu

Pada gambar 4.5 menunjukkan perbandingan data yang sudah diambil antara tanpa objek, hanya objek dan objek dengan air. Dimana tegangan yang terukur pada tanpa objek lebih tinggi dibandingkan kondisi lainnya. Dan saat keadaan hanya objek dan objek dengan air tegangan yang terukur tidak jauh berbeda. Dimana adanya air tidak mempengaruhi tegangan yang terukur pada objek kayu.

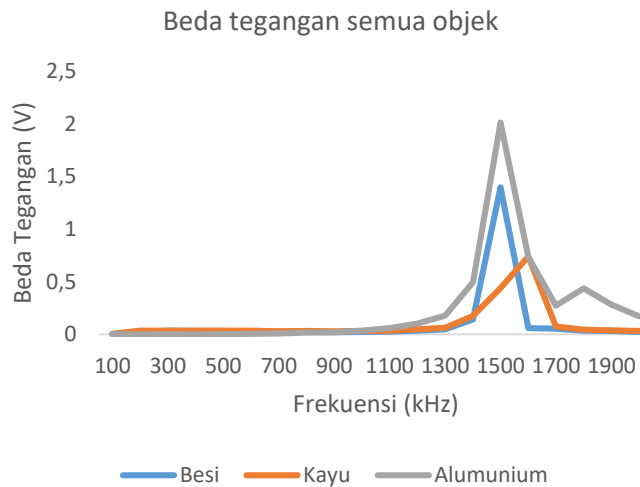


Gambar 4. 6 Perbandingan Data Objek Alumunium

Pada gambar 4.6 menunjukkan tegangan yang terukur pada receiver untuk objek aluminium. Keadaan yang digunakan tanpa objek, hanya objek dan objek dengan air. Pada saat tanpa objek tegangan yang terukur lebih besar dibandingkan dengan hanya objek dan objek dengan air. Dan keadaan objek dengan air mengalami peningkatan tegangan dan untuk beberapa frekuensi mengalami penurunan tegangan untuk objek aluminium.

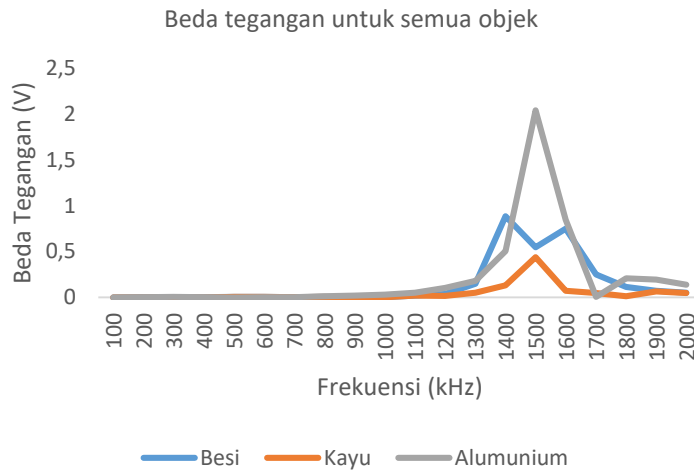
4.3 Perbandingan Beda Tegangan Untuk Semua Objek

Data yang telah diambil yaitu tanpa objek, hanya objek dan objek dengan air. Dan dari hasil tegangan yang terukur pada objek memiliki perbedaan tegangan untuk ketiganya. Dimana hasil tegangan yang ukur berbeda satu sama lain. Sehingga, dapat dikatakan sensor koil ini dapat membedakan objek yang sedang diuji. Data yang dipakai yaitu pada kondisi koil transmitter dan receiver membentuk sudut 60°. Keadaan ini dipakai dikarenakan pada kondisi ini tegangan yang terukur paling maksimum diantara kondisi lainnya yaitu sudut 120° dan 180°.



Gambar 4. 7 Beda Tegangan Untuk Semua Objek

Pada gambar 4.7 beda tegangan yang digunakan yaitu saat keadaan tanpa objek dan objek dengan air. Dari grafik didapatkan bahwa aluminium memiliki perbedaan tegangan paling tinggi diantara besi dan kayu. Pada aluminium didapatkan frekuensi maksimum pada 1500 kHz dengan beda tegangan 2,0107 V dan untuk kayu dan besi yaitu 1400 kHz dengan beda tegangan 0,1427 V dan 0,1747 V.



Gambar 4. 8 Beda Tegangan Untuk Semua Objek

Pada gambar 4.8 beda tegangan yang digunakan yaitu saat keadaan tanpa objek dan objek dengan air. Dimana beda tegangan yang paling tinggi yaitu pada objek aluminium, besi dan kayu. Dimana pada objek aluminium beda tegangan paling tinggi yaitu 0,7493 V pada frekuensi 1500 kHz, dan pada objek kayu yaitu beda tegangan yang didapatkan yaitu 0,4387 V pada frekuensi 1500 kHz dan aluminium yaitu 0,8453 V pada frekuensi 1600 kHz.



Gambar 4. 9 Beda Tegangan Semua Objek

Pada gambar 4.9 Beda tegangan yang digunakan yaitu pada keadaan hanya objek dan objek dengan air. Dari grafik didapatkan beda tegangan yang paling tinggi yaitu pada besi, aluminium dan kayu. Pada besi beda tegangan paling tinggi yaitu 1,0293 V pada frekuensi 1400 kHz. Dan pada kayu dan aluminium beda tegangan paling tinggi yaitu 0,0413 V dan 0,2813 V. dimana pada kayu berada difrekuensi 1400 kHz dan aluminium 1700 kHz.

Dari ketiga grafik menunjukkan pengaruh jenis objek terhadap nilai beda tegangan yang dihasilkan. Dimana untuk keadaan tanpa objek dan hanya objek didapatkan beda tegangan yang

paling tinggi yaitu aluminium, besi dan kayu. Dan untuk keadaan hanya objek dan objek dengan air didapatkan beda tegangan yang paling tinggi yaitu besi, aluminium dan kayu. Untuk kondisi sudut  $60^\circ$  menghasilkan beda tegangan yang paling tinggi untuk ketiga objek. Saat objek diberi air tegangan yang terukur hampir semua mengalami peningkatan dan pada beberapa saat mengalami penurunan untuk ketiga objek. Sehingga, dapat disimpulkan sensor ini dapat membedakan objek uji dari perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh ketiga objek tersebut dan untuk kondisi besar sudut  $60^\circ$  menghasilkan beda tegangan yang paling tinggi. Namun sensor ini belum mampu menentukan benda yang tidak diketahui jenisnya, karena untuk mengetahui jenis objek lain membutuhkan metode lainnya.

#### 5. Kesimpulan

Dari hasil pengambilan data pada penelitian ini didapatkan kesimpulan diantaranya adalah:

1. Dari hasil beda tegangan yang didapatkan saat kondisi hanya objek dan objek dengan air kondisi sudut  $60^\circ$  mempunyai beda tegangan yang paling tinggi untuk ketiga objek yaitu pada besi 1,02993 V dengan frekuensi 1400 kHz, kayu 0,0413 V dengan frekuensi 1400 kHz, dan aluminium 0,2813 V dengan frekuensi 1700 kHz.
2. Dari hasil beda tegangan pada keadaan tanpa objek dan hanya objek pada kondisi sudut  $60^\circ$  menghasilkan beda tegangan yang paling tinggi yaitu aluminium, besi dan kayu. Beda tegangan pada aluminium yaitu 2,0107 V pada frekuensi 1500 kHz, besi 0,1747 V dan kayu 0,1427 V dengan frekuensi yang sama yaitu 1400 kHz.
3. Besar sudut yang menghasilkan tegangan yang paling maksimum yaitu sudut  $60^\circ$ . Semakin besar sudut antara koil transmitter dan receiver, tegangan yang terukur semakin kecil.

#### 6. Daftar Pustaka

- [1] Nasution, F. (2017). Studi Eksperimental Penentuan Nilai Parameter Sistem Induksi Multi Receiver. Teknik Fisika, Universitas Telkom, Bandung.
- [2] Hellier, C. 2003, *Handbook of Nondestructive Evaluation*, United States of America, The McGraw-Hill Companies Inc.
- [3] R. Lazarovitch, D. R. (2001). Eksperimental Crack Identification Using Electrical Impedance Tomography.
- [4] Arrum, Dian, 2018, Studi kelayakan system induksi medan magnet menggunakan *single transceiver* pada bahan ferromagnetic dan non-ferromagnetik, skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom.
- [5] Sparisoma, Varidi (2010). Fisikadasar.
- [6] Abdullah, M. (2017). Fisika Dasar II. Institut teknologi Bandung, Bandung.
- [7] D. Darmawan. "Bertanya Fisika Seri Listrik Magnet". Bandung: CV. Maju Jaya, 2010.
- [8] Dikryl, Rasyid, 2018, Studi karakteristik pengaruh orientasi objek logam dan kayu dalam plastisin dengan menggunakan sesor induksi medan magnet, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom.