

# IMPLEMENTASI MULTIKOIL SILINDER UNTUK MENGIDENTIFIKASI ANOMALI PADA OBJEK TANAH MELALUI ANALISIS SELISIH TEGANGAN KOIL *RECEIVER*

## IMPLEMENTATION OF MULTI COIL CYLINDER TO IDENTIFY ANOMALY ON SOIL OBJECT THROUGH ANALYSIS OF COIL *RECEIVER* VOLTAGE DIFFERENCES

Cindy Novansky<sup>1</sup>, Dudi Darmawan<sup>2</sup>, Rahmat Awaludin Salam<sup>3</sup>

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

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

### Abstrak

Perlunya pengujian untuk mengidentifikasi tanpa merusak sistem yaitu dengan metoda Non-destructive Testing. Non-destructive Testing merupakan metode tes yang digunakan untuk mengidentifikasi anomali pada suatu benda tanpa merusak material atau sistem tanpa mengganggu kegunaan dan kinerja dari sistem tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi anomali pada objek tanah menggunakan implementasi multikoil (sembilan koil) silinder dengan konfigurasi matrik koil 3x3 dengan jarak 1,4 cm antar koil, melalui analisis selisih tegangan pada setiap koil receiver. Perancangan alat berupa sistem multikoil ini akan mengidentifikasi anomali yang terdapat di dalam tanah. Kemudian akan didapatkan beberapa parameter hasil dari penelitian proses identifikasi dilakukan dengan meninjau dari dua kondisi yaitu pada saat anomali terletak dibawah sistem koil induksi. Penelitian ini menggunakan parameter variasi arus ac dari function generator sebagai input yang diinduksikan pada satu koil yang bertindak sebagai transmitter dan delapan koil lainnya sebagai receiver yang menghasilkan tegangan output yang didapatkan melalui pembacaan menggunakan multimeter.

Kata kunci : Non-destructive Testing, Konfigurasi Koil, Anomali.

### Abstract

The need for testing to identify without damaging the system is the Non-destructive Testing method. Non-destructive Testing is a test method used to identify anomalies in an object without damaging the material or system without disrupting the usefulness and performance of the system. In this study, anomaly identification will be carried out on the ground object using a multicoil (nine coil) cylinder implementation with a 3x3 coil matrix configuration with a distance of 1.4 cm between coils, through stress difference analysis on each receiver coil. The design of tools in the form of a multicoil system will identify anomalies found in the soil. Then some parameters will be obtained from the results of the identification process research carried out by reviewing two conditions, namely when the anomaly is located under the induction coil system. This study uses the parameters of ac current variations from the function generator as input which are induced in one coil that acts as a transmitter and eight other coil as receivers that produce the output voltage obtained through reading using a multimeter.

Keywords: Non-destructive Testing, Coil Configuration, Anomaly.

### 1. Pendahuluan

*Nondestructive Testing* merupakan metode tes yang digunakan untuk mengidentifikasi anomali pada suatu benda tanpa merusak material atau sistem tanpa mengganggu kegunaan dan kinerja dari sistem tersebut [2]. Metode *Nondestructive Testing* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Magnetic Inductans Tomography untuk keperluan mengidentifikasi anomaly pada objek yang berupa tanah laterit.

Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi anomali pada objek tanah menggunakan implementasi multikoil (9 koil) silinder yang memiliki lilitan sebanyak 85 lilitan dan berdiameter 1,5 cm melalui analisis selisih tegangan pada koil *receiver*. Parameter yang didapatkan dengan cara eksperimen variasi tegangan yang diinduksikan melalui 1 koil sebagai transmitter lalu diterima oleh 8 koil *receiver* yang menghasilkan tegangan. Tegangan pada masing masing koil *receiver* akan diukur menggunakan multimeter. Jika terdapat beda tegangan maka dapat dilanjutkan untuk pengambilan data sistem MIT. Eksperimen ini dilakukan secara berulang dengan menginduksi koil yang berbeda untuk menjadi transmitter dan mengukur 8 koil *receiver*. Dengan konfigurasi matrik koil 3x3 dengan jarak 1,4 cm antar koil dengan menggunakan lem sebagai perekat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang multikoil untuk mendeteksi objek dengan adanya perbedaan tegangan antara pengujian tanpa objek maupun pengujian dengan objek pada sistem induksi medan

magnet dan mendeteksi keberadaan anomali pada objek tanah yang di letakkan pada 2 posisi yang berbeda menggunakan sistem induksi medan magnet melalui analisis selisih tegangan pada induksi multikoil.

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Tanah

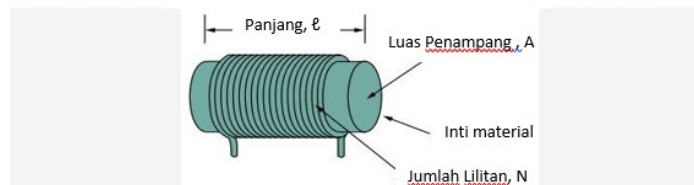
Menurut Das (1991) tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tersedimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel partikel padat tersebut.

### 2.2 Sistem Koil

Koil adalah sebuah konduktor listrik seperti kawat berbentuk kumparan, spiral atau heliks. Kumparan elektromagnetik digunakan dimana arus listrik berinteraksi dengan medan magnet, pada perangkat seperti induktor, elektromagnet, transformer, dan koil sensor. Dalam resonansi magnetik, terdapat tiga variasi koil, salah satunya adalah transmitter dan *receiver*[3]. Koil transmitter merupakan koil yang bertujuan untuk mengambil data dan kemudian mengirimkan sinyal frekuensinya ke koil *receiver* sedangkan koil *receiver* merupakan koil yang bertujuan untuk menerima sinyal resonansi magnet

### 2.3 Induktor

Induktor adalah elemen pasif yang dirancang untuk menyimpan energi pada medan magnet [5]. Banyak aplikasi yang memanfaatkan induktor ini seperti pada trafo, TV, radio, dan motor listrik. Setiap konduktor arus listrik memiliki sifat induktif juga dikatakan sebagai induktor. Tetapi untuk meningkatkan efek induktif, induktor biasanya dibentuk menjadi koil silinder dengan kumparan kawat konduksi, seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.1 Induktor terdiri dari gulungan kawat (kumparan) konduktor[3]

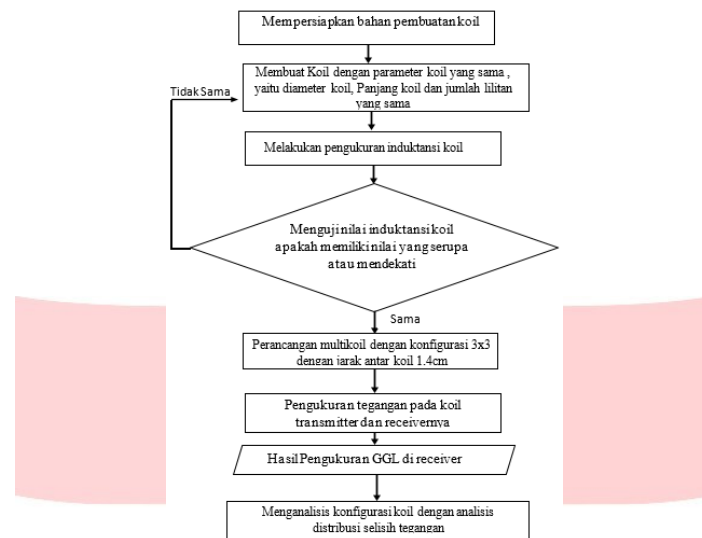
Rumus untuk menghitung induktansi induktor berbeda dari teori elektromagnetik, Salah satu contoh induktor adalah solenoid. Maka rumus persamaan adalah sebagai berikut :

$$L = \frac{N^2 \mu A}{l} \quad (2.1)$$

Dimana N adalah jumlah lilitan,  $l$  adalah Panjang kumparan koil, A adalah luas penampang, dan  $\mu$  adalah permeabilitas inti. Dari persamaan (2.1) diatas induktansi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah lilitan koil, menggunakan material dengan permeabilitas lebih tinggi sebagai inti, meningkatkan luas penampangnya, atau mengurangi panjang kumparan koil.

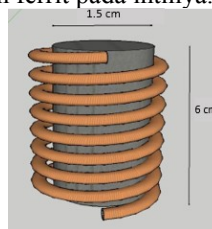
## 2.4 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini



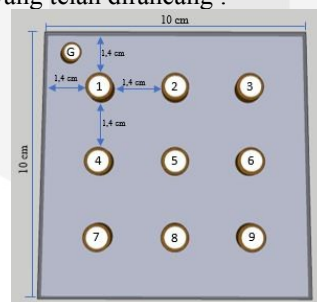
Gambar 2.2 Diagram Alir

Penelitian ini dilakukan dengan membuat solenoid yang berbentuk silinder dengan jumlah lilitan 85 lilitan, berdiameter 1,5 cm, panjang 6 cm, dan dengan ferrit pada intinya.



Gambar 2.3 Desain Geometri Koil

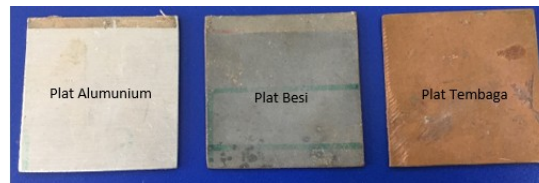
Simulasi yang akan dilakukan adalah simulasi sistem induksi dengan konfigurasi koil nya berjumlah 3x3 dengan diameter serta jarak antar koil yang sama yaitu 1,4 cm. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai tegangan dari setiap konfigurasi sistem induksi pada masing masing koil *receiver*. Maka, melalui distribusi nilai tegangan itulah bisa diketahui bagaimana pengaruh jumlah induksi terhadap kehomogenan distribusi medan magnet. Berikut adalah gambar dari konfigurasi yang telah dirancang :



### 2.4 Konfigurasi koil penomoran dan jarak koil

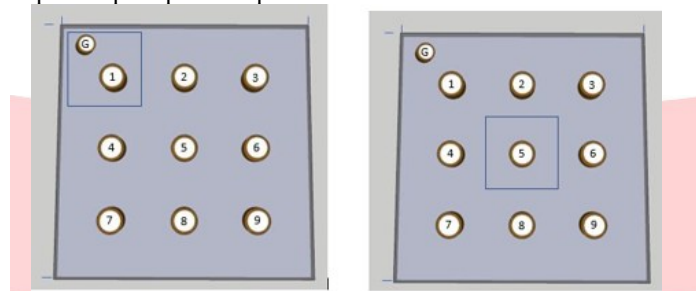
Fungsi penomoran ini adalah sebagai tanda agar lebih mudah dalam penyebutannya untuk koil jika dia bertindak sebagai transmitter atau *receiver*. Sebagai contoh adalah pengambilan data yang pertama, koil bernomor 1 bertindak sebagai transmitter dan ke delapan koil lainnya sebagai *receiver*. Untuk pengambilan data berikutnya, koil bernomor 2 akan bertindak sebagai transmitter dan yang lainnya sebagai *receiver*. Sama seperti pengambilan data sebelumnya, hanya saja setiap koil akan bergantian bertindak sebagai transmitter. Pengambilan data terakhir yaitu ketika koil bernomor 9 bertindak sebagai transmitter, dan koil bernomor 1 sampai 8 sebagai *receiver*.

Parameter-parameter tersebut akan digunakan untuk pengambilan data yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu mendapatkan data beda tegangan objek homogen dan objek homogen beranomali. Untuk mengetahui pengaruh atau adanya perubahan beda tegangan antara objek homogen dan pada daerah yang diberikan anomali maka akan dilakukan pengujian. Anomali yang digunakan adalah plat Tembaga, plat besi, dan plat aluminium yang masing-masing berukuran 3x3 cm.



Gambar 2.5 Jenis Anomali yang Digunakan

Anomali akan diletakkan pada 2 pola posisi seperti berikut:



Gambar 2.6 Peletakkan Posisi Anomali

Posisi anomali di tempatkan di posisi yang berbeda untuk menguji kesimetrian nilai tegangan pada sistem induksi.

### 3. Hasil Pengujian Dan Pembahasan

#### 3.1 Nilai Induktansi

Pada penelitian ini, koil yang digunakan berjumlah sembilan koil yang kemudian disusun menjadi konfigurasi multikoil 3x3. Agar koil yang dirancang memiliki nilai induktansi diri ( $L$ ) yang seragam antar koil, maka koil dirancang dengan parameter koil yang sama, yaitu parameter diameter koil, panjang koil, dan jumlah lilitan koil tersebut. Pada pengukuran nilai induktansi ini dilakukan untuk mengetahui nilai masing – masing koil yang digunakan pada konfigurasi koil. Tipe LC meter yang digunakan adalah LCR 9184. Sehingga data yang diperoleh dari tipe LC meter tersebut sebagai berikut :

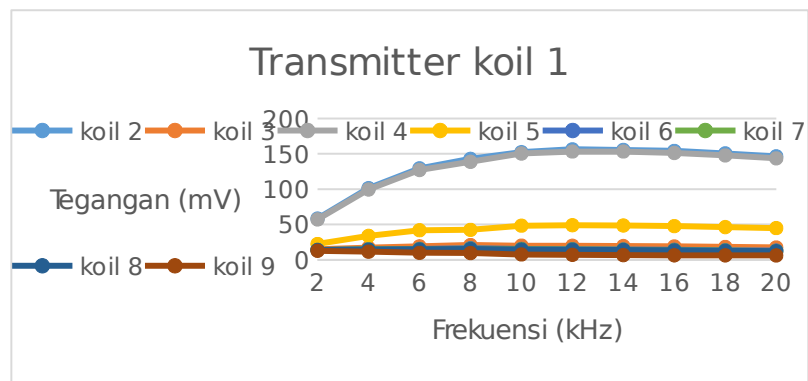
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Nilai Induktansi

No Koil	LCR 9184 (mH)
1	0.30
2	0.30
3	0.30
4	0.32
5	0.33
6	0.33
7	0.32
8	0.32
9	0.32

#### 3.2 Penentuan Frekuensi Maksimum

Pengujian ini di lakukan untuk menentukan frekuensi maksimum yang akan digunakan untuk menganalisa perbedaan tegangan pada saat proses pengambilan data. Pengujian ini memerlukan fuction, multimeter, sistem konfigurasi alat, dan jumper. Caranya dengan menyambungkan jumper ground pada multimeter disambungkan Bersama dengan *ground* alat dan function, lalu jumper *output* multimeter di sambungkan pada koil *receiver* yang akan diukur sebagai *output* nilai tegangan. Putar pegaturan frekuensi pada function generator secara perlahan mulai dari 1 kHz, lihat tegangan dapat stabil pada frekuensi yang mana. Sehingga di dapatkan frekuensi 2 KHz,

4 KHz, 6 KHz, 8 KHz, 10 KHz, 12 KHz, 14 KHz, 16 KHz, 18 KHz, dan 20 KHz 10 yang digunakan pada pengukuran pengambilan data. Atur pula amplitudo sehingga dapat terbaca tegangan yang stabil pada multimeter yaitu 20 Vpp. Setelah mendapatkan *range* frekuensi dan nilai amplitudo yang stabil, lakukan pengujian induksi pada 1 koil terlebih dahulu untuk menentukan frekuensi maksimum yang dapat terbaca dari alat tersebut.



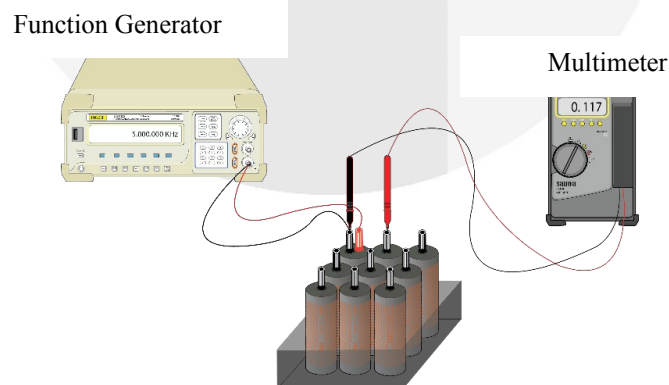
Gambar 3. 1 Grafik Frekuensi Optimal

Terlihat dari grafik berdasarkan hasil dari pengujian induksi pada koil 1 sehingga tegangan pada koil 1 tidak terbaca, dan 8 koil lainnya sebagai transmitter maka terlihat pada grafik terjadi kenaikan nilai tegangan paling tinggi pada frekuensi 12 KHz dibandingkan dengan frekuensi yang lain.

### 3.3 Pengujian Sistem Konfigurasi Koil

Pengujian ini akan digunakan untuk pengambilan data yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu mendapatkan data beda tegangan objek homogen dan objek homogen beranomali. Untuk mengetahui pengaruh atau adanya perubahan beda tegangan antara objek homogen dan pada daerah yang diberikan anomali. Konfigurasi ini menggunakan jarak antar koil sama, yaitu berjarak 1,4 cm. Pengujian ini menggunakan frekuensi 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz, 10 kHz, 12 kHz, 14 kHz, 16 kHz, 18 kHz, dan 20 kHz 10 pada pengukuran di setiap koil dan amplitudo 20 Vpp. Penggunaan rentang frekuensi yang dekat dipilih karena ingin mengetahui bagaimana pengaruh frekuensi terhadap beda tegangan yang dalam hal ini merupakan imbas dari induksi koil.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan suatu anomali pada objek melalui analisa beda tegangan. Pada tabel serta grafik dibawah ini terdapat distribusi tegangan hasil interpolasi dari selisih 9 titik pengujian pada koil *receiver* antara perlakuan tanpa objek dan diberi objek dan di beri 3 anomali yang berbeda pada objek yaitu plat tembaga, plat besi, dan plat aluminium dengan 2 posisi yang berbeda.

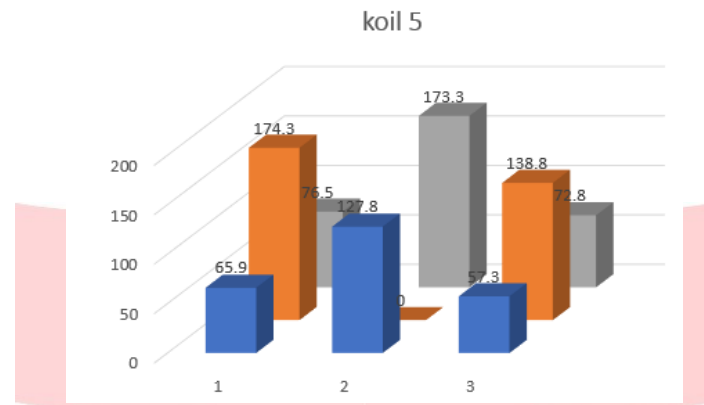


Konfigurasi Koil

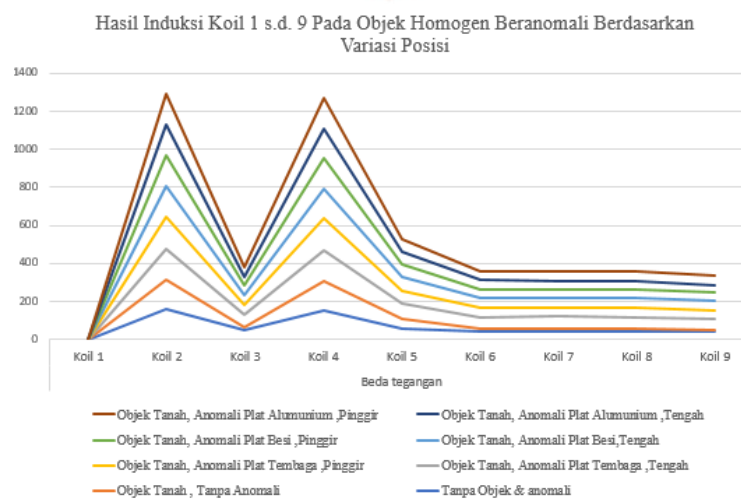
Gambar 4. 1 Konfigurasi Sistem Pengambilan Data

Pengujian sistem induksi dan konfigurasi sistem akuisisi pada objek homogen dan beranomali yang di tempatkan pada 2 posisi yang berbeda, hasilnya seluruh pola posisi induksi dapat diidentifikasi dengan terukurnya perbedaan beda tegangan yang meningkat pada koil *receiver* di sekitar anomali tersebut, Akan tetapi

tidak ada pola posisi anomali pada hasil induksi setiap koil, Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [9] deteksi anomali menggunakan sistem induksi akan semakin baik apabila induksi dilakukan sedekat mungkin dengan posisi anomali dan semakin dekat koil induksi ke objek maka objek lebih terinduksi oleh distribusi medan magnet homogen,



Gambar 3. 2 Grafik Perbandingan Distribusi Beda Tegangan Induksi Koil 5



Gambar 3. 3 Grafik Hasil Induksi Koil 1 s,d, 9 Pada Objek Homogen Beranomali Berdasarkan Variasi Posisi

Terlihat dari grafik perubahan tegangan tertinggi berada pada penggunaan anomali plat aluminium dengan peletakan posisi tengah (di bawah koil 5) dan terendah berada padapenggunaan anomali plat tembaga dengan peletakan posisi tengah,

#### 4. Kesimpulan

Penelitian dari tugas akhir ini memiliki tujuan yaitu dapat mengidentifikasi anomali pada objek melalui analisis selisih tegangan, Pada penelitian tugas akhir ini konfigurasi koil yang digunakan adalah dengan jarak antar koil 1,4 cm, wadah 10x10 cm dan dengan objek yang berupa tanah laterit sebanyak 390 gram, Melihat hasil pengamatan dan analisis data yang telah dilakukan, kesimpulan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengukuran tegangan sistem telah mampu mendeteksi keberadaan anomali pada objek melalui analisa selisih beda potensial antar koil,
2. Hasil pengukuran beda potensial telah simetris dengan pola posisi induksi.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Ramdhan, Muhammad, Arifin, Taslim (2013), Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Penilaian Proporsi Luas Laut Indonesia

- [2] Cartz, Louis (1995), *Nondestructive Testing*, A S M International, ISBN 978-0-87170-517-4,
- [3] Horowitz, A,L, (1992), *MRI Physics for Radiologists A Visual Approach Second Edition*, Vol, 18.
- [5] Alexander, Charles; Sadiku, Matthew, *Fundamentals of Electric Circuits (Third Edition)*,
- [6] Novitasari, Febriyanti (2015), *Study Perbandingan Konfigurasi Koil Metoda Eddy Current Testing (ECT) Pada Bahan Ferromagnetik dan Non Ferromagnetik*
- [7] Amri, M, Nabil Ainul (2018) , *Perancangan Multikoil Pada Sistem Induksi Medan Magnet*
- [8] Gencer, N, G, ,Ider, Y, Z,(1996) : *Electrical Impedance Tomography : Induced-Current Imaging Achieved with a Multiple Coil System*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol, 43, No, 2
- [8] Anonim, *Electromagnetism and formation of magnetic fields*, Engineering Toolbox, [https://www.engineeringtoolbox.com/permeability-d\\_1923.html](https://www.engineeringtoolbox.com/permeability-d_1923.html), Diakses Tanggal 14 Februari 2019
- [9] Sitoresmi, Diah Ayu, 2017, “*Studi Eksperimental Kelayakan Sistem Induksi Medan Magnet Dengan Metode Electrical Impedance Tomography*” e-Proceeding of Engineering, Vol.4 (3), pp,3869-3876,

