

KARAKTERISASI PENGARUH JUMLAH KANDUNGAN MINYAK DI DALAM TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *EDDY CURRENT TESTING*

CHARACTERIZATION THE EFFECT OF OIL CONTENT IN THE SOIL USING EDDY CURRENT TESTING METHOD

Ni Luh Ayu Ega Pratiwi¹, Dr. Dudi Darmawan², Nurwulan F., M.Pfis.³

Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹egapратиwi@students.telkomuniversity.ac.id, ²dudidw@telkomuniversity.ac.id,

³nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Eddy Current Testing merupakan salah satu metoda yang digunakan dalam *Non-Destructive Testing* (NDT) dengan menggunakan prinsip elektromagnetik dalam cara kerjanya. Dengan artian perubahan arus listrik pada material yang bersifat konduktif dapat memberikan induksi jika material berkorelasi oleh medan magnet. Metoda Eddy Current Testing dilakukan dengan cara menginduksi sampel tanah menggunakan sebuah koil berarus yang disimpan pada jarak tertentu di atas permukaan tanah yang diuji, Arus eddy yang terbentuk pada sampel objek akan menimbulkan tegangan pada objek uji. Nilai tegangan objek pada titik-titik tertentu akibat adanya variasi kandungan minyak di dalam tanah diukur. Pada pengukuran tegangan ini dilakukan menggunakan 2 buah plat elektroda yang dipasang di kedua sisi yang saling berseberangan dari wadah sampel tanah yang berbentuk kotak. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah laterit dan jenis minyak yang digunakan adalah minyak tanah dan minyak pelumas mesin (oli). Pengujian dilakukan dengan memvariasikan jumlah volume minyak sebanyak 5mL secara bertahap sampai dengan 75 mL yang diteteskan kedalam tanah. Penelitian menggunakan sebuah kumparan yang diletakkan diatas wadah berisi objek uji dan diberikan frekuensi dan amplitude melalui function generator. Arus yang diterima oleh kumparan akan menghasilkan GGL ketika terjadi perubahan fluks. Fluks tersebut dideteksi oleh plat elektroda dan ditampilkan di osiloskop sebagai keluaran tegangan. Dengan variasi volume minyak tersebut dianalisis dengan melihat adanya perubahan tegangan yang terukur. Banyaknya kandungan minyak yang terdapat di dalam tanah dapat dideteksi dengan melihat perubahan tegangan sebelum tanah terkontaminasi minyak dan sesudah terkontaminasi minyak. Dengan menggunakan koil 90 lilitan perlayer, 2 buah plat elektroda, input frekuensi 10MHz, input amplitude 20 Vpp, dan jarak antara koil dan tanah sebesar 0,5 cm diperoleh rata-rata besar perubahan tegangan yang terjadi setiap penambahan 5mL minyak adalah 1,86 V untuk minyak pelumas motor (oli) dan 1,90V untuk minyak tanah.

Kata kunci : *Non Destructive Testing, Eddy Current Testing, Gaya Gerak Listrik, Tanah, Minyak Tanah, Minyak Pelumas Mesin.*

Abstract

Eddy Current Testing is one of the methods used in Non-Destructive Testing (NDT) by using the principle of electromagnetism in the way it works. This means that changes in electric current in conductive materials can provide induction if the material is correlated by a magnetic field. The Eddy Current Testing method is carried out by inducing a soil sample using a current coil which is stored at a certain distance above the surface of the soil being tested. The eddy current that is formed in the sample object will cause stress on the test object. The value of the object stress at certain points due to variations in the oil content in the soil is measured. In this voltage measurement is carried out using 2 electrode plates that are installed on both sides opposite each other from the box-shaped soil sample container. The type of soil used is laterite soil and the type of oil used is kerosene and motor lubricating oil. The test was carried out by varying the amount of oil volume of 5 mL gradually up to 75 mL which was dropped into the soil. This research uses a coil that is placed on top of the container containing the test object and given the frequency and amplitude through the function generator. The current received by the coil will produce GGL when the flux changes. The flux is

detected by the electrode plate and displayed on the oscilloscope as a voltage output. With the variation in the volume of oil, it is analyzed by looking at the change in measured voltage. The amount of oil content in the soil can be detected by looking at the change in voltage before the soil is contaminated with oil and after being contaminated with oil. By using a coil of 90 per layer, 2 electrode plates, 10MHz input frequency, 20 Vpp amplitude input, and a distance between the coil and the ground of 0.5 cm, the average voltage change that occurs every 5mL addition of oil is 1.86 V for motor lubricating oil and 1.90V for kerosene.

Keywords: Non Destructive Testing, Eddy Current Testing, Electromotive Force, Soil, Kerosene, Motor Oil.

1. Pendahuluan

Hidrokarbon merupakan salah satu bahan pencemar udara yang dapat berbentuk gas, cairan, dan padatan yang menjadi salah satu masalah lingkungan utama. Seperti yang terjadi di Amerika Serikat, diperkirakan terdapat lebih dari 250.000 kasus kebocoran di stasiun pom bensin sepanjang tahun 1990 [1]. Kebocoran hidrokarbon biasanya berasal dari tanki minyak yang tumpah dan terlarut ke lautan atau ke tanah. Akan tetapi sebagian besar kontaminasi dari hidrokarbon ke lingkungan berasal dari kebocoran yang jauh lebih kecil seperti dari pembuangan limbah oli motor yang tidak tepat. Tumpahan tersebut dapat mengganggu ekosistem pada wilayah yang terkontaminasi karena kandungan racun yang terdapat pada hidrokarbon.

Tanah memiliki resistivitas yang dipengaruhi oleh komposisi tanah, kadar air, dan suhu tanah itu sendiri [2]. Pada umumnya, tanah tidak murni homogen, dan resistivitasnya bervariasi dengan kedalamannya. Saat tanah terkontaminasi dengan sejumlah hidrokarbon, hal itu akan meningkatkan resistivitas tanah tersebut. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terdeteksinya tegangan yang dilakukan saat penelitian.

Pada penelitian ini penulis melakukan karakterisasi terhadap perubahan tegangan pada plat elektroda yang terjadi akibat penambahan volume minyak ke dalam tanah menggunakan metode Eddy Current Testing. Dengan menggunakan koil sebagai penghantar arus dari function generator dan plat elektroda sebagai penerima arus kita bisa mengukur dan mengetahui perbedaan nilai GGL induksi yang terdapat pada tanah yang normal dengan tanah yang terkontaminasi oleh minyak yang terbaca di osiloskop. Perbedaan tersebut menjadi acuan tingkat besarnya penyebaran minyak yang telah terjadi di suatu area.

Sebelumnya sudah pernah dilakukan penelitian, yaitu karakterisasi jenis tanah dan kandungan air menggunakan metode medan magnet [3]. Hasil dari penelitian tersebut berupa perubahan tegangan antara tanah sebelum dan sesudah diisi air. Seluruh tanah responsive dengan keberadaan air dan jarak antar koil, hal ini ditunjukkan dengan perubahan tegangan yang lebih tinggi ketika diberi air.

Dengan landasan kasus kebocoran minyak yang telah dijelaskan, penulis bermaksud untuk melakukan pengembangan dari penelitian sebelumnya. Dimana dalam penelitian ini penulis melakukan variasi terhadap jenis cairan yang digunakan, yaitu menggunakan minyak tanah dan minyak pelumas motor. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui volume kandungan minyak yang terkandung didalam tanah dengan melihat keluaran tegangan yang dihasilkan.

2. Sampel, Rancangan Sistem dan Metodologi

2.1 Sampel

Penelitian ini menggunakan dua jenis minyak sebagai variasi, yaitu minyak tanah dan minyak pelumas motor/mesin. Minyak tanah yang digunakan merupakan minyak tanah nonsubsidi yang dikemas dengan ukuran lebih praktis dan mudah didapat oleh masyarakat [18] seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Minyak tanah

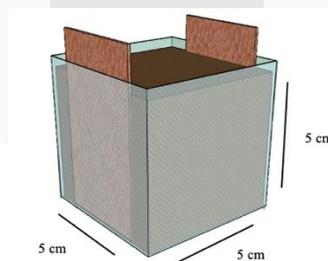
Untuk minyak pelumas motor/mesin (oli) menggunakan ECO 0W-20 seperti pada Gambar 2.2. Minyak pelumas ini memiliki tingkat kekentalan yang rendah dari jenis yang lain sehingga akan memudahkan tanah dalam proses penyerapan.



Gambar 2.2 Minyak pelumas mesin (oli)

2.2 Rancangan Sistem

Pemilihan wadah untuk sampel tanah yang akan digunakan ialah sebuah kotak berbentuk kubus tanpa tutup dan berbahan dasar akrilik. Dengan ukuran panjang 5cm, lebar 5cm dan tinggi 5cm seperti yang terlihat pada ilustrasi di Gambar 2.3.



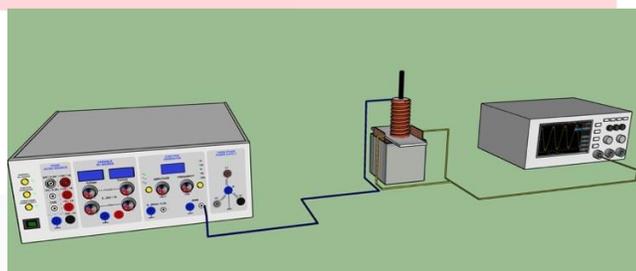
Gambar 2.3 Ilustrasi Wadah

Tabel 2.3 Klasifikasi sampel

Wadah	Bahan : Akrilik Ukuran : 5cm x 5xm x 5xm
-------	---

	Volume : 125 m ³ Massa wadah : 30 g
Tanah	Jenis : Laterit Volume : 117,5 m ³ Rapat massa : 0,132 kg/m ³
Minyak	Jenis : Minyak tanah & minyak pelumas motor Volume : 5mL, 10mL, 15mL, 20mL, 25mL, 30mL, 35mL, 40mL, 45mL, 50mL, 55mL, 60mL, 65mL, 70mL, 75mL.

Pada Gambar 2.4 merupakan gambaran dari desain alat yang akan digunakan pada penelitian ini. Function generator berfungsi sebagai pemberi arus frekuensi dan amplitudo. Plat elektroda diletakan di dalam wadah akrilik dengan posisi bersebrangan disisi kiri dan kanan. Posisi koil berada di tengah antara dua plat elektroda dan diatas objek. Dengan menggunakan kabel jumper, function generator dihubungkan ke koil, kemudian plat elektroda juga disambungkan dengan osiloskop menggunakan kabel jumper untuk melihat respon tegangan yang dihasilkan.



Gambar 2.4 Desain alat

2.3 Metodologi

Pengukuran nilai tegangan dilakukan pada sampel tanah dengan variasi kadar minyak yang akan ditetesi yaitu 5mL, 10mL, 15mL, 20mL, 25mL, 30mL, 35mL, 40mL, 45mL, 50mL, 55mL, 60mL, 65mL, 70mL, dan 75mL. Pengukuran dimulai dengan cara menginduksikan arus dari function generator ke koil kemudian arus yang ditangkap oleh koil diteruskan ke plat elektroda. Plat elektroda yang telah dihubungkan ke osiloskop akan membaca tegangan yang dihasilkan dan menampilkannya di osiloskop. Pengambilan data dilakukan setelah minyak yang ditetaskan telah diresap sempurna oleh tanah. Setelah pengukuran dilakukan maka akan terlihat hasil dari perubahan nilai tegangan pada plat elektroda antara sampel tanah dengan dan variasi kadar minyak yang berbeda tadi. Pengukuran dilakukan berulang dengan mengambil nilai rata-rata sebagai nilai tetapan akhir.

3. Pembahasan

Pengukuran dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap pertama tanpa polutan, kedua dengan polutan minyak pelumas dan ketiga dengan polutan minyak tanah. Hasil dari setiap pengukuran akan dirata-ratakan dan dibandingkan. Pada proses pengujian jarak antara wadah tanah dengan posisi koil receiver berjarak 1cm diatas objek. Untuk pengujian menggunakan minyak akan diberikan kadar variasi dimulai dari 10ml – 70ml. Jumlah tanah yang tertampung dalam wadah diukur dengan menghitung rapat massa tanah $\rho = \frac{m}{v}$. Dimana rapat massa tanah yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,132 kg/m³.

3.1 Pengukuran Tanpa Minyak

Berikut ini merupakan hasil nilai yang diperoleh dari pengukuran pada tanah yang belum tercampur dengan minyak.

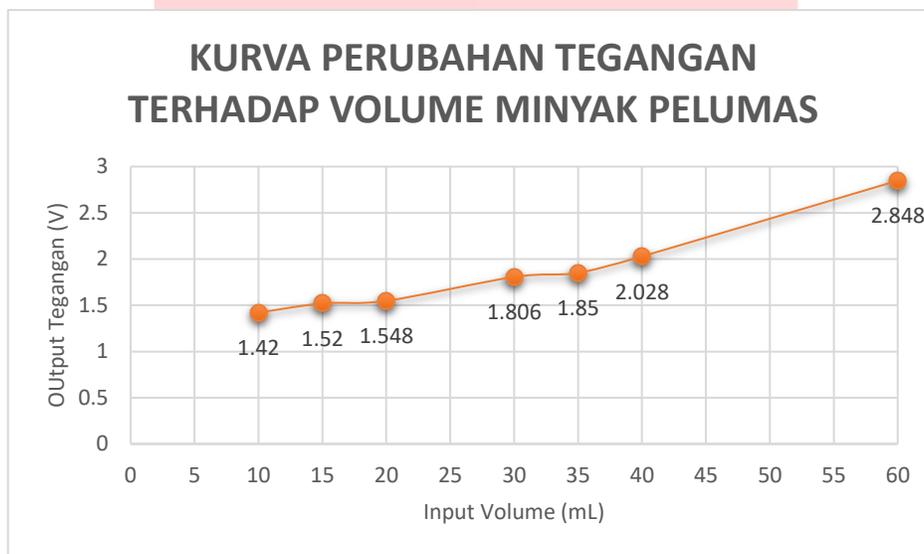
Tabel 3.1 Hasil pengukuran tanpa minyak

Frekuensi	Hasil Tegangan (V)					
	Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3	Percobaan ke-4	Percobaan ke-5	Rata-rata
10 Mhz	1,32	1,34	1,34	1,34	1,33	1,334

Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata nilai tegangan yang dihasilkan sebesar 1,334 volt.

3.2 Pengukuran dengan Minyak Pelumas

Jumlah tetesan minyak diawali dengan volume sebesar 10ml. Pengukuran dilakukan berulang sebanyak lima kali dengan nilai rata-rata sebagai hasil. Selanjutnya dicari delta dari hasil pengukuran sebelum ditetesi minyak dan sesudah ditetesi minyak.

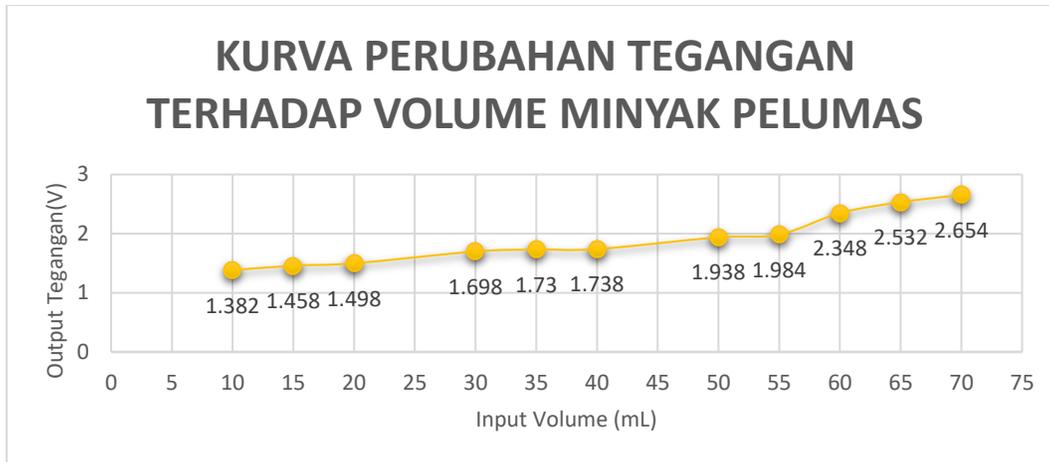


Gambar 3.1 Grafik tegangan minyak pelumas

Pada Gambar 3.1 merupakan grafik dari kenaikan tegangan terhadap volume minyak pelumas yang ditetaskan kedalam wadah berisi tanah laterit. Dari tujuh data diatas, kenaikan tegangan setiap 5 mL minyak pelumas yang ditetaskan memiliki nilai rata-rata sebesar 1,86 V.

3.3 Pengukuran dengan Minyak Tanah

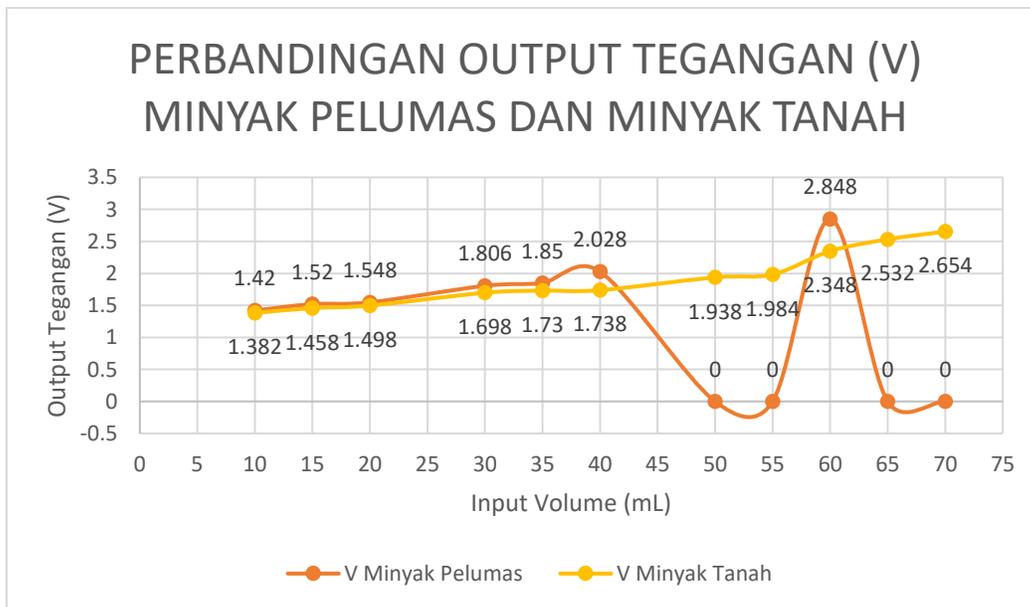
Jumlah tetesan minyak diawali dengan volume sebesar 10ml. Pengukuran dilakukan berulang sebanyak lima kali dengan nilai rata-rata sebagai hasil. Selanjutnya dicari delta dari hasil pengukuran sebelum ditetesi minyak dan sesudah ditetesi minyak.



Gambar 3.2 Grafik tegangan minyak tanah

Pada Gambar 3.6 menunjukan grafik dari kenaikan tegangan terhadap volume minyak tanah yang ditetaskan kedalam wadah berisi tanah laterit. Dari data sebelas data diatas, kenaikan tegangan setiap 5 mL minyak tanah yang ditetaskan rata-rata sebesar 1,90 V.

3.4 Analisa Terhadap Perubahan Tegangan



Gambar 3.3 Perbandingan output tegangan

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa penambahan jumlah kadar minyak di dalam tanah berbanding lurus dengan keluaran tegangan yang terdeteksi. Dengan kata lain, semakin banyak volume minyak yang terkandung didalam tanah semakin besar keluaran tegangan pada plat elektroda yang dihasilkan.

Minyak tanah dan minyak pelumas merupakan jenis ferrofluid namun memiliki sifat konduktivitas yang rendah tetapi jika terinduksi dengan ion maka akan menaikkan sifat konduktivitasnya, dimana besaran kenaikannya tergantung pada media transmisi itu sendiri. Sifat ferrofluid dari minyak tanah dan minyak pelumas menambah kekuatan gaya magnet yang terdapat dalam area wadah uji coba.

Arus dari function generator dialirkan ke kumparan dan menghasilkan medan magnet di kumparan tersebut dan berubah menjadi fluks magnet. Fluks magnetic yang terjadi diinduksikan oleh kumparan ke dalam tanah kemudian berubah dengan fungsi waktu sesuai dengan Hukum Faraday. Peristiwa tersebut menciptakan adanya Arus Eddy di dalam tanah. Akibatnya muncul GGL (Gaya Gerak Listrik) di dalam tanah yang selanjutnya dideteksi dan diukur

dengan plat elektroda. Karena plat elektroda direkatkan pada wadah yang berisi tanah yang terus ditambahkan minyak secara berkala maka hasil keluaran tegangan pun terus meningkat.

3.5 Analisis dan Validasi dengan Regresi Linear

Berdasarkan grafik sebelumnya dapat dilakukan perhitungan menggunakan regresi linear untuk mendeskripsi hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya dan memprediksi jika akan dilakukan pengujian lebih lanjut.

$$Y = a + bX$$

$$a = \frac{\Sigma Y(\Sigma X^2) - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

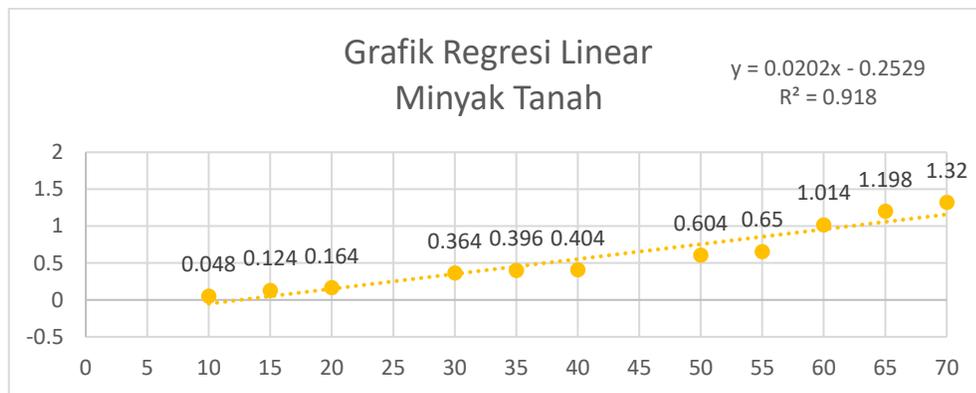
Dimana:

- a = intercept
- b = slope
- Y = variable dependent
- X = variable independent

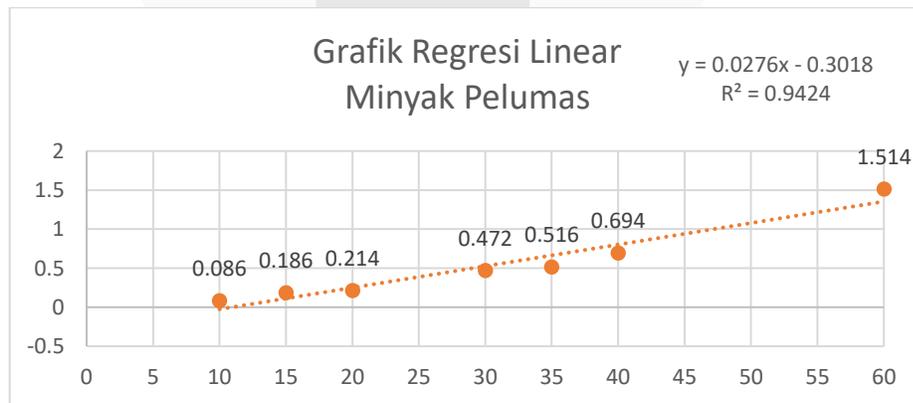
Dengan menggunakan teknik regresi linear didapatkan persamaan sebagai berikut:

Untuk minyak tanah $Y = -0,2528 + 0,02015X$

Untuk minyak pelumas $Y = -0,3018 + 0,02759X$



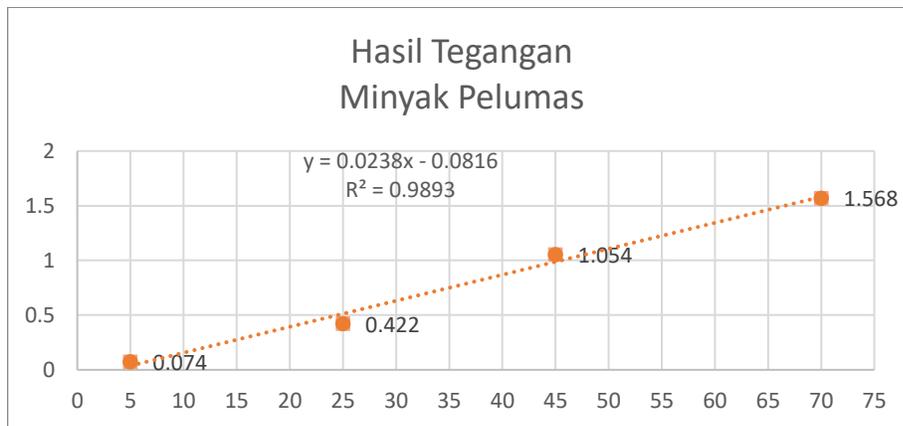
Gambar 3.4 Grafik Regresi Linear minyak tanah



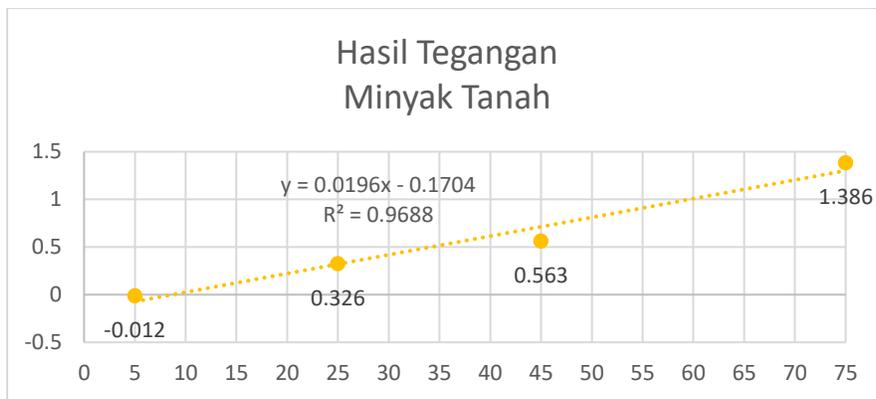
Gambar 3.5 Grafik regresi linear minyak pelumas

3.6 Pengujian Persamaan Regresi Linear

Dengan tujuan menguji persamaan dari regresi linear yang telah didapatkan sebelumnya, dilakukan percobaan kembali dengan volume minyak yang berbeda. Volume yang diujikan sebesar 5mL, 25mL, 45ml, 70mL dan 75mL. Hasil pengujian dari masing-masing jenis minyak ditampilkan pada kedua grafik dibawah ini.



Gambar 3.6 Hasil Data uji minyak pelumas



Gambar 3.7 Data uji minyak tanah

Dari data uji diatas diambil nilai delta tegangan setiap jenis minyak dan dilakukan perhitungan menggunakan regresi linear. Nilai yang dicari ialah delta tegangan (ΔV) terhadap fungsi X.

Tabel 3.6 Data uji regresi linear

No	X = Volume (mL)	Y= deltaV fungsi X		R ² minyak pelumas	R ² minyak tanah
		Minyak Pelumas Y= -0,3018+0,02579X	Minyak Tanah Y= -0,2528+0,02015X		
1	5	-0,17285	-0,15205	0,9893	0,9688
2	25	0,34295	0,25095		
3	45	0,85875	0,65395		
4	70	1,5035	1,1577		
5	75	1,63245	-		

Berdasarkan Table 3.6 bahwa R^2 minyak tanah sebesar 0,9688 dan R^2 minyak pelumas sebesar 0,9892. Hal tersebut menyatakan bahwa variable minyak tanah berpengaruh sebesar 95,49% terhadap kenaikan tegangan dan variable minyak pelumas berpengaruh sebesar 98,25% terhadap kenaikan tegangan.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil dibuktikan bahwa setiap kenaikan kadar volume yang diberikan kedalam tanah menghasilkan kenaikan tegangan yang bervariasi setiap jenis minyaknya. Rata-rata setiap 5ml minyak pelumas menaikkan tegangan sebesar 1,86 V dan setiap 5ml minyak tanah menaikkan tegangan sebesar 1,90 V. Keluaran tegangan yang paling optimal untuk penelitian ini dihasilkan dari konfigurasi koil dengan jumlah 900 lilitan 90 layer, frekuensi masukan 10 Mhz dan tegangan 20 Vpp. Berdasarkan pengujian tersebut disimpulkan bahwa, semakin besar tegangan yang terdeteksi, semakin banyak kadar kandungan minyak yang terdapat di dalam tanah.

Referensi:

- [1] R.M Atlas and C. E. Cerniglia, "Bioremediation of Petroleum Pollutans," *Bioremediation of Petroleum Pollutans, Biological Science Collection*, p. 332, 1995.
- [2] A. A. a. B. Sudarmanta, "Pengaruh Pemberian Induksi Medan Magnet Pada Aliran Bahan Bakar Terhadap Penyerapan Radiasi Inframerah Molekul Hidrokarbon dan Unjuk Kerja Mesin SINJAI 650cc 2 Silinder," p. 1, 2017.
- [3] B. F. Dewi, dalam *Karakterisasi jenis tanah dan kandungan air menggunakan metode medan magnet*, Bandung, Open Library Telkom University, 2018.
- [4] E. news, "Pertamina Luncurkan Produk Mitanku," Pertamina, Palu, 2020.

