

PENENTUAN KADAR MINYAK TANAH DALAM TANAH MENGGUNAKAN METODA INDUKSI MAGNET BERBASIS TRANCEIVER KOIL

(DETERMINING THE LEVEL OF KEROSENE IN SOIL USE A METHOD OF INDUCED A MAGNETIC FIELD BASED ON TRANCEIVER COIL)

Aisyah Maharani Harlan¹, Dudi Darmawan², Endang Rosidiana³

Prodi Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telko¹

[1aisyahharlan@telkomuniversity.ac.id](mailto:aisyahharlan@telkomuniversity.ac.id) , 2dudidw@telkomuniversity.ac.id, 3endangr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Metode tak merusak (*Non Destructive Testing* (NDT)) adalah proses pengujian material, objek, alat tanpa merusak bagian serta fungsi kegunaan dari benda/material tersebut yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu dengan berbagi macam metode. Pada penelitian ini menggunakan metode induksi medan magnet. Penelitian ini diharapkan mengetahui pengaruh kadar minyak tanah dengan tanah, dengan memvariasikan kadar minyak tanah mulai dari 10 ml, 30 ml-50 ml, 70-100 ml, 120 ml - 160 ml, 180 ml - 230 ml, dan 250 ml ke dalam tanah. Eksperimen ini menggunakan dua jenis single koil yang berperan sebagai koil pemancar (*transmitter*) dan koil penerima (*receiver*) yang diletakkan tepat diatas objek uji. Hasil pasangan koil *transmitter* dan *receiver* yang menghasilkan output terbesar pada *receiver* adalah koil *transmitter* dengan jumlah lilitan 75 perlayer dan koil *receiver* 45 lilitan perlayer, jarak koil dengan objek sebesar 0,5 cm dan input 20 Vpp. Maka kadar minyak tanah dapat ditentukan melalui pengukuran tegangan induksi dengan error 2,71 % - 60,1 % dari 5 data uji yang digunakan.

Kata Kunci : *Non Destructive Test (NDT), Medan Magnet, koil , Minyak Tanah*

Abstract

Non-Destructive Testing (NDT) is the process of testing materials, objects, tools without damage the function of the use of the object carried out within a certain period of time. NDT method has a variety of methods, in this study using the magnetic field induction method. This research is expected to know the difference in the level of kerosene with soil, by varying the levels of kerosene 10 ml, 30 ml-50 ml, 70-100 ml, 120ml - 160 ml, 180 ml - 230 ml, dan 250 ml into the soil. This experiment uses two types of single coils as transmitting coils and as receiving coils, both coils are placed on the object .The results of the transmitter and receiver coil pair that produces the output observed at the receiver are the transmitter coil with the number of turns 75 perlayer and the receiver coil 45 windings perlayer, the distance of the coil to the object by 0.5 cm and the input 20 Vpp. Then the kerosene content can be determined by measuring the induced stress with an error of 2.71% - 60.1% of the 5 test data used

Keywords: *Non Destructive Test (NDT), Magnetic Field, ,Coil, Kerosene.*

1. Pendahuluan

Tanah terbentuk dari berbagai bahan , baik berupa bahan-bahan mineral dan organik, air serta udara, yang tersusun di dalam ruangan yang membentuk tubuh alam terletak di atas batuan dasar (*bedrock*) [1]. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak tanah yang telah terkontaminasi oleh limbah organik maupun anorganik karena berbagai macam kegiatan yang berhubungan dengan minyak bumi, pertambangan, emisi industri, serta pembuangan limbah [2]. Salah satu minyak bumi (*refined petroleum*) adalah minyak tanah. Minyak tanah bisa terkontaminasi ke dalam lingkungan karena digunakan untuk bahan bakar mesin, pestisida, pemanas lokal serta pelarut [3]. Terlepas dari masalah lingkungan yang serius yang melibatkan pencemaran tanah oleh minyak bumi, Berbagai teknologi remediasi tanah melibatkan remediasi fisik, remediasi kimiawi dan bioremediasi dikembangkan dan digunakan untuk restorasi tanah yang terkontaminasi minyak bumi, khususnya bioremediasi ramah lingkungan [4]. Untuk mengkarakterisasi permukaan tanah yang sudah terkontaminasi minyak tanah , metode yang paling umum digunakan adalah dengan cara mengumpulkan sampel tanah kemudian menganalisa secara spesifik di laboratorium [5]

Penelitian sebelumnya, karakterisasi air pada tanah menggunakan salah satu metoda NDT yaitu metoda induksi medan magnet [6]. Kandungan air dapat ditentukan dengan mengamati perubahan tegangan antara tanah sebelum

dan sesudah diberi kadar air. Metoda induksi magnet ini dapat mengetahui hubungan pengaruh variasi kadar air dengan tanah.

Mengacu pada penelitian sebelumnya [6], penelitian yang akan dilakukan saat ini adalah bagaimana mengkarakterisasi variasi kadar minyak tanah pada tanah dengan menggunakan metoda induksi medan magnet berbasis *single* koil, mencari parameter jarak koil dengan objek, menentukan pasangan koil *transmitter* dan koil *receiver* yang menghasilkan output *observable*. Sehingga dapat mengetahui hubungan nilai tegangan koil *receiver* terhadap kadar minyak dalam tanah.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan menginduksi medan magnet menggunakan koil pada tanah serta mencari hubungan tanah dengan variasi kadar minyak dan oli didukung oleh teori serta referensi yang berkaitan dengan penelitian

2.1 Persiapan Sampel Tanah, Minyak Tanah dan Koil .

Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah laterit yang mudah menyerap serta banyak ditemukan di Bandung. Pada penelitian ini pengambilan sampel tanah hanya dibatasi pada permukaan tanah kemudian dibersihkan dari kotoran menempel. Sample tanah tersebut diayak (disaring) kemudian dikeringkan. Massa tanah yang digunakan adalah sebesar 500 gr sesuai dengan volume wadah yang berukuran 10x10 cm dengan tinggi 4 cm.



Gambar 1.Wadah Beserta Objek Tanah

Pada penelitian ini, menggunakan minyak tanah. Minyak tanah di masukkan ke dalam tanah dengan variasi 10 ml, 30 ml-50 ml, 70-100 ml, 120 ml - 160 ml, 180 ml - 230 ml, dan 250 ml. Minyak dimasukkan ke dalam tanah dengan penambahan 10 ml kemudian tunggu 10 detik lalu masukkan 10 ml sampai 250 ml sudah berada dalam tanah. Berikut ini adalah minyak tanah yang digunakan bermerek Mitanku di produksi oleh PT. Pertamina.



Gambar 2 Minyak Tanah Murni

Kumparan atau koil yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan dua kumparan yaitu kumparan *transmitter* dan kumparan *receiver*. Dalam lilitan koil terdapat batang ferit untuk memperbesar tegangan yang dihasilkan koil *receiver*. Lilitan koil ini, berjumlah 900 dengan variasi jumlah layer berdasarkan tabel 1.

Tabel 1 Konfigurasi Koil [7]

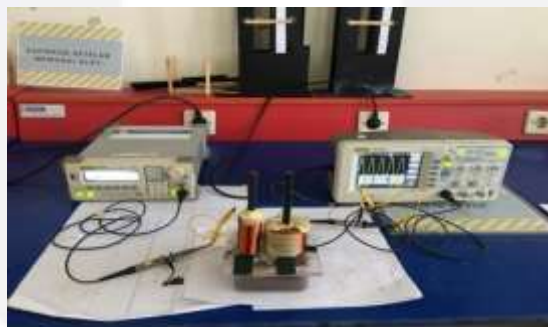
Diameter Kawat (cm)	N/Layer	Jumlah Layer	L (mH)	R (ohm)	C (μ F)
0.8	900/100	9	30.6	5.12	0.828
0.8	900/90	10	32.8	5.42	0.781
0.8	900/75	12	33.1	5.5	0.515
0.8	900/65	15	33.9	6.26	0.556
0.8	900/45	20	44.8	7.12	0.746

**Gambar 3** Koil *Transmitter* dan koil *Receiver*

Koil *transmitter* dan *receiver* tidak menggunakan jumlah lilitan koil yang sama tetapi menggunakan variasi pasangan koil yang manakah yang akan menghasilkan tegangan yang paling besar. Alat pemindai ini diletakkan diposisi tengah tepat diatas objek dengan jarak 0,5 cm.

2.2 Karakterisasi Pasangan Koil

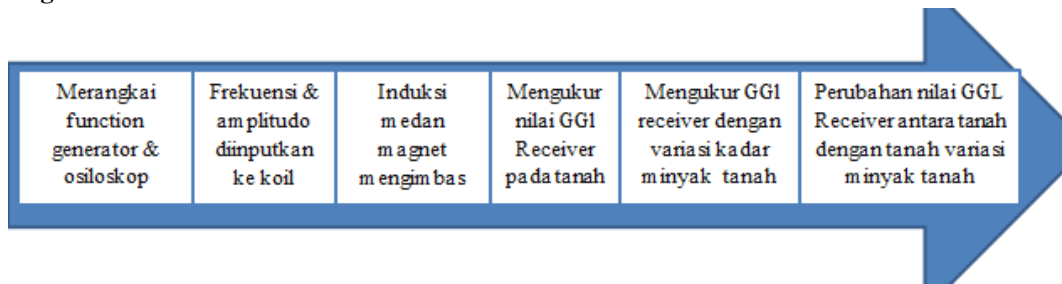
Mengarakterisasi pasangan koil terhadap tanah membutuhkan perangkat elektronik yang bernama *Function Generator* sebagai sumber arus yang injeksikan pada koil *transmitter* serta Osiloskop untuk melihat respon gelombang yang diterima oleh koil *receiver*

**Gambar 4** Alat Pemindai dikarakterisasi Beserta Objek Tanah

Karakterisasi koil dilakukan dengan menyiapkan tanah dalam wadah kemudian memvariasikan jarak koil transmitter dan koil receiver dengan tanah sebesar 0,5 cm dan 1 cm. Dengan variasi koil *transmitter* 90 lilitan perlayer, 100 lilitan perlayer, 75 lilitan perlayer dan 45 lilitan perlayer. Kemudian memberi variasi frekuensi 100Hz - 1MHz dengan melihat pada frekuensi berapa yang menghasilkan GGI paling besar pada koil receiver.

Setelah mendapatkan jumlah pasangan antar koil, frekuensi dan jarak yang tepat kemudian dilakukan pengukuran selanjutnya untuk mendeteksi variasi minyak tanah dalam tanah.

2.3 Mengukur Nilai GGL Receiver



Gambar 5. Skema Pengukuran Respon GGL Receiver

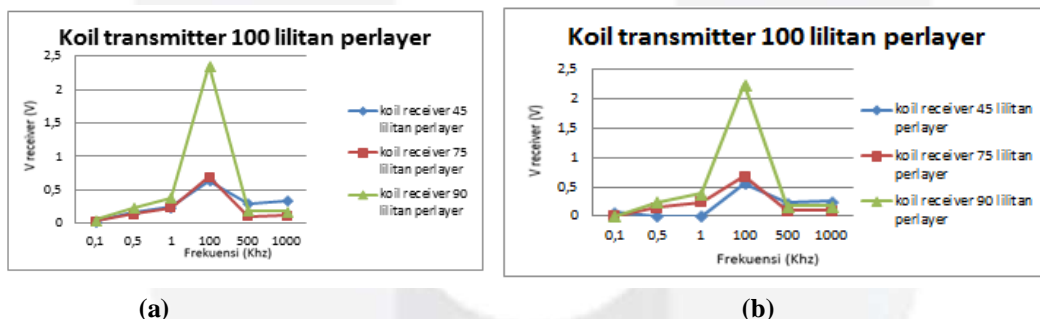
Mengukur nilai GGL dari receiver setiap 10 ml minyak tanah yang dimasukkan kedalam objek tanah. Dilakukan proses menganalisa data berupa hasil dari pengukuran variasi minyak tanah yang telah dilakukan. Hasil dari pengukuran data dimuat dalam tabel kemudian di buat ke dalam bentuk grafik semua ini berdasarkan sifat kemagnetan dari objek.

3. Pembahasan

3.1 Karakterisasi Pasangan Koil

3.1.1 Karakterisasi Koil Transmitter 100 Lilitan Perlayer

Koil transmitter 100 lilitan perlayer dipasangkan secara bergantian dengan koil receiver 90 lilitan perlayer, koil receiver 75 lilitan perlayer dan koil receiver 45 lilitan perlayer pada tanah. Kemudian mencari hubungan tegangan pada koil receiver terhadap perubahan frekuensi serta variasi jarak.

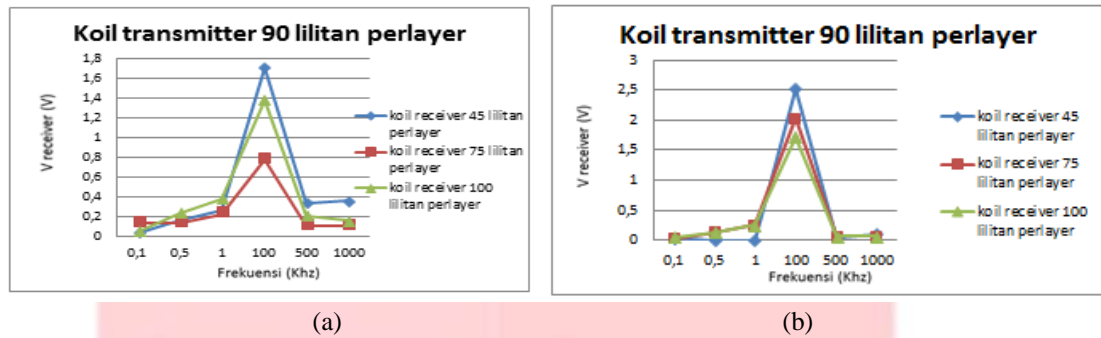


Gambar 6 Tegangan Receiver Terhadap Frekuensi (a) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 0,5 cm (b) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 1 cm.

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui frekuensi maksimum dari masing-masing pasangan koil transmitter dan koil receiver adalah 100 kHz, dengan jarak 0,5 cm. Pasangan koilnya adalah koil transmitter 100 lilitan perlayer dan koil receiver 90 lilitan perlayer. Output tegangan pada receiver adalah 2,35 V. Semakin berdekatan jumlah lilitan koil transmitter dengan jumlah lilitan koil receiver akan menghasilkan output besar. Berdasarkan Hukum Faraday jumlah GGL lebih besar di koil receiver. Besar GGL berbanding lurus dengan banyak layer pada koil receiver karena semakin banyak layer koil semakin besar GGL yang dihasilkan.

3.1.2 Karakterisasi Koil Transmitter 90 Lilitan Perlayer

Koil transmitter 90 lilitan perlayer dipasangkan secara bergantian dengan koil receiver 100 lilitan perlayer, koil receiver 75 lilitan perlayer dan koil receiver 45 lilitan perlayer pada tanah. Kemudian mencari hubungan tegangan pada koil receiver terhadap perubahan frekuensi serta variasi jarak.

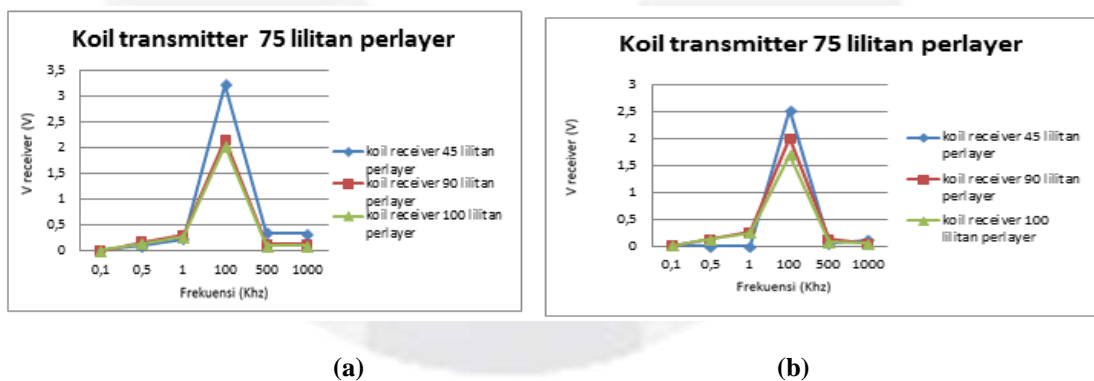


Gambar 7. Tegangan *Receiver* Terhadap Frekuensi (a) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 0,5 cm (b) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 1 cm.

Berdasarkan Gambar 7. dapat diketahui frekuensi maksimum dari masing-masing pasangan koil transmitter dan koil receiver adalah 100 khz, dengan jarak 0,5. Pasangan koilnya adalah koil transmitter 90 lilitan perlayer dan koil receiver 45 lilitan perlayer. Output tegangan pada receiver adalah 1,7 V. Berdasarkan hukum faraday jumlah GGL lebih besar di koil receiver berbanding lurus dengan banyak layer pada koil receiver karena semakin banyak layer semakin besar GGL yang dihasilkan.

3.1.3 Karakterisasi Koil Transmitter 75 Lilitan Perlayer

Koil transmitter 75 lilitan perlayer dipasangkan secara bergantian dengan koil receiver 100 lilitan perlayer, koil receiver 90 lilitan perlayer dan koil receiver 45 lilitan perlayer pada tanah. Kemudian mencari hubungan tegangan pada koil receiver terhadap perubahan frekuensi serta variasi jarak.

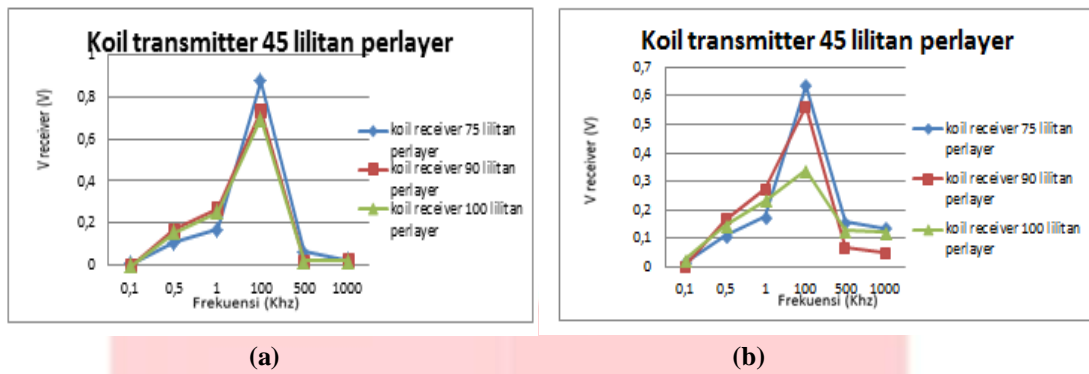


Gambar 8. Tegangan *Receiver* Terhadap Frekuensi (a) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 0,5 cm (b) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 1 cm.

Berdasarkan Gambar 8. dapat diketahui frekuensi maksimum dari masing-masing pasangan koil transmitter dan koil receiver adalah 100 khz, dengan jarak 0,5. Pasangan koilnya adalah koil transmitter 75 lilitan perlayer dan koil receiver 45 lilitan perlayer. Output tegangan pada receiver adalah 3,22 V. Jumlah lilitan perlayer berbanding terbalik dengan jumlah layer dari koil. Berdasarkan hukum faraday jumlah GGL lebih besar di koil receiver berbanding lurus dengan banyak layer pada koil receiver karena semakin banyak layer semakin besar GGL yang dihasilkan. Semakin kecil jumlah lilitan perlayer di koil receiver maka semakin besar jumlah layer pada koil

3.1.4 Karakterisasi Koil Transmitter 45 Lilitan Perlayer

Koil transmitter 45 lilitan perlayer dipasangkan secara bergantian dengan koil receiver 100 lilitan perlayer, koil receiver 90 lilitan perlayer dan koil receiver 75 lilitan perlayer pada tanah. Kemudian mencari hubungan tegangan pada koil receiver terhadap perubahan frekuensi serta variasi jarak.



Gambar 9. Tegangan Receiver Terhadap Frekuensi (a) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 0,5 cm (b) Jarak Koil dengan Tanah Sejauh 1 cm.

Berdasarkan Gambar 9. dapat diketahui frekuensi maksimum dari masing-masing pasangan koil transmitter dan koil receiver adalah 100 khz, dengan jarak 0,5. Pasangan koilnya adalah koil transmitter 45 lilitan perlayer dan koil receiver 75 lilitan perlayer. Output tegangan pada receiver adalah 0.877 V. Semakin berdekatan jumlah lilitan transmitter dengan jumlah lilitan receiver akan menghasilkan output besar (*observable*).

3.2 Karakterisasi Tanah dan Kadar Minyak Tanah (berdasarkan volume) Menggunakan Koil

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan terhadap objek tanah, perubahan jumlah lilitan, jarak koil dengan objek serta input yang diberikan mempengaruhi hasil induksi pada objek. Pemilihan pasangan koil sangat dipengaruhi oleh jumlah lilitan perlayer dari koil yang diameternya sejenis dan jarak koil dengan objek. Semakin dekat jarak koil dengan objek semakin besar output yang terbaca pada koil receiver. Sehingga pemilihan pasangan koil yang digunakan pada penelitian selanjutnya adalah pasangan transmitter 75 lilitan perlayer dengan receiver 45 lilitan perlayer dengan jarak koil pada objek 0,5 cm serta input 20 Vpp.

Eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar minyak tanah (berdasarkan volume) dengan output yang terukur pada koil receiver. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan alat pemindaian diatas objek tanah dengan jarak 0,5 cm kemudian di berikan variasi kadar minyak tanah tanah 10 ml, 30 ml-50 ml, 70-100 ml, 120ml - 160 ml, 180 ml - 230 ml, dan 250 ml untuk mendapatkan output *observable*. Menentukan parameter kandungan minyak tanah dalam tanah adalah berdasarkan perbandingan massa minyak tanah terhadap massa tanah. Untuk mengetahui kadar minyak tanah yang terukur pada tanah digunakan perhitungan persentase kandungan minyak tanah

$$\% \text{Kadar minyak} = \frac{\text{massa minyak tanah}}{\text{massa tanah}} \times 100 \% \tag{1}$$

Massa tanah = 500 g

Tegangan tanah = 3,94 V

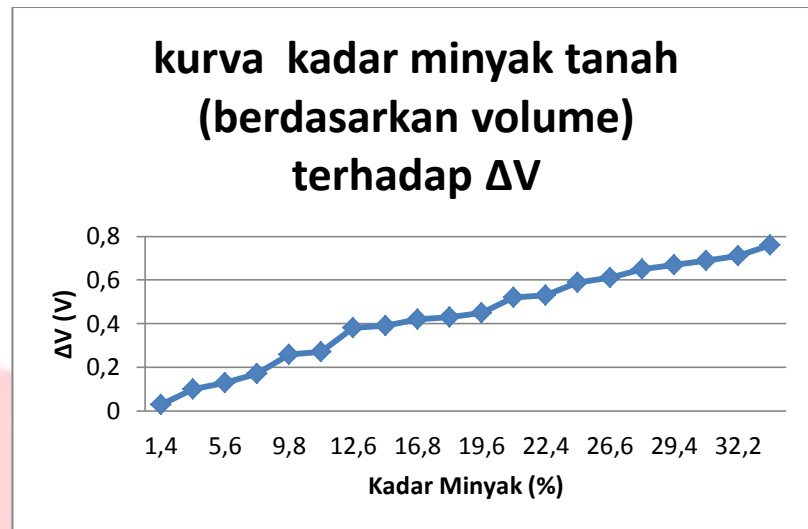
Tabel 2 Output eksperimen beda potensial receiver terhadap kadar minyak tanah pada tanah yang bermassa 500 gr

No.	Minyak Tanah		V objek uji tanah + minyak tanah (V)	ΔV =V objek tanah terkandung minyak tanah - objek tanah (V)	Kadar minyak tanah pada tanah 500 gr berdasarkan volume (%)
	Volume (ml)	Massa (gr)			
1.	10	7	3,97	0,03	1,4

2.	30	21	4,04	0,1	4,2
3.	40	28	4,07	0,13	5,6
4.	50	35	4,11	0,17	7
5.	70	49	4,2	0,26	9,8
6.	80	56	4,21	0,27	11,2
7.	90	63	4,32	0,38	12,6
8.	100	70	4,33	0,39	14
9.	120	84	4,36	0,42	16,8
10.	130	91	4,37	0,43	18,2
11.	140	98	4,39	0,45	19,6
12.	150	105	4,46	0,52	21
13.	160	112	4,47	0,53	22,4
14.	180	126	4,53	0,59	25,2
15.	190	133	4,55	0,61	26,6
16.	200	140	4,59	0,65	28
17.	210	147	4,61	0,67	29,4
18.	220	154	4,63	0,69	30,8
19.	230	161	4,65	0,71	32,2
20.	250	175	4,7	0,76	35

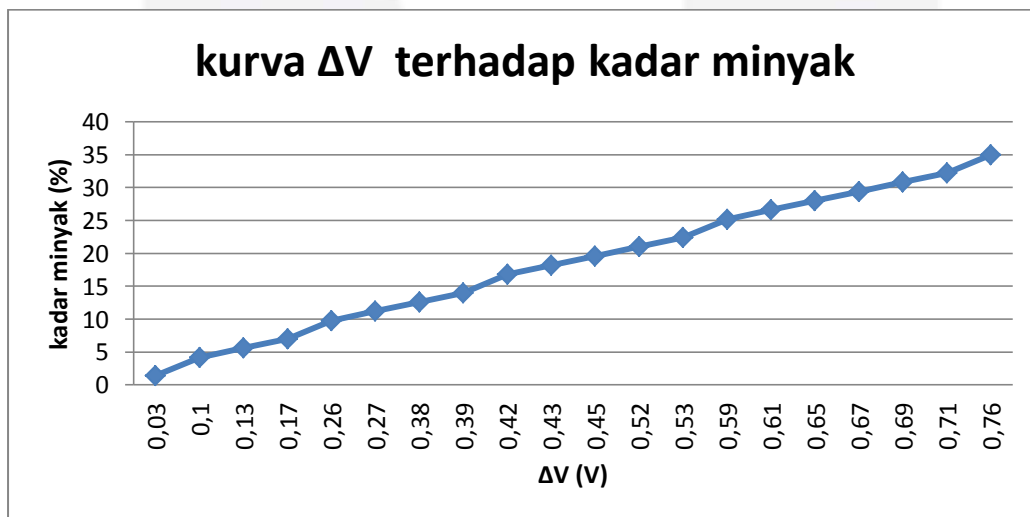
Tabel 2 menunjukkan output perubahan koil receiver pada tanah dengan variasi kadar minyak tanah. Perubahan tegangan receiver pada objek tanah yang diberi minyak tanah dan tanah tanpa minyak tanah memiliki perubahan 0,03V - 0,76 V.

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan. Parameter pasangan koil, frekuensi serta jarak koil dengan objek yang menghasilkan output *observable* dan lebih besar adalah koil transmitter 75 lilitan perlayer (12 layer) dengan koil receiver 45 lilitan perlayer (20 layer) , frekuensi 100 kHz serta jarak koil dengan objek 0,5 cm. Berdasarkan Hukum Faraday kenaikan GGL berbanding lurus dengan banyak layer koil. Semakin besar dan banyak layer pada koil *receiver* maka output GGL juga meningkat. Output pada koil *receiver* juga dipengaruhi oleh jarak antara koil dengan tanah karena berdasarkan Hukum Ohm kenaikan tegangan berbanding lurus dengan hambatan/resistansi semakin dekat tanah dengan koil semakin besar tegangan yang dihasilkan



Gambar 10 Kurva Kadar Minyak Tanah (berdasarkan volume) Terhadap ΔV

Pada Gambar 10 menunjukkan perubahan tegangan receiver terhadap kadar minyak tanah dalam tanah adalah berbanding lurus, dimana semakin banyak kandungan minyak tanah dalam tanah semakin besar beda tegangan yang dihasilkan. Berdasarkan Hukum Ohm, terbukti jika arus dan hambatan input besar maka tegangan juga mengalami kenaikan karena tegangan berbanding lurus dengan arus dan hambatan. Dalam pengujian ini, objek uji tanah diberikan penambahan minyak tanah. Minyak tanah mengakibatkan penambahan penginduksian lebih besar karena bahan konduktif pada medan magnet kemudian Arus Eddy menjadi meningkat. Sehingga GGL yang terjadi peningkatan pada koil receiver.



Gambar 11. Kurva ΔV terhadap Kadar Minyak (berdasarkan volume)

Dari kedua kurva diatas dapat menjadi acuan sebuah persamaan linear dengan menggunakan regresi linear untuk kadar minyak tanah pada tanah 500 gr di pengukuran selanjutnya.

$$Y = ax + b \quad (2)$$

$$a = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (4)$$

x= variabel terikat = ΔV (tegangan)

y= variabel bebas = kadar minyak= variabel yang di prediksi

a= intercept b= koefisien regresi

berdasarkan pengukuran menggunakan metode regresi linear didapat persamaan:

$$y = 18,4264 x - 1,37041 \quad (5)$$

Nilai perubahan kadar minyak tanah dapat dihitung dengan menggunakan error :

$$\%Error = \frac{\text{nilai prediksi} - \text{nilai ekperimental}}{\text{nilai prediksi}} \times 100\% \quad (6)$$

3.3 Pengujian regresi linear

Dilakukan beberapa pengukuran pengambilan data sebanyak 5 kali dengan berbagai perubahan tegangan, kemudian mencari berapa % kadar minyak tanah dalam tanah tersebut

Tabel 3 Pengujian Tegangan Pada Tanah

No	x= ΔV (V)	Y= % prediksi kadar minyak ($y = 18,4264 x - 1,37041$)	% kadar minyak berdasarkan data riil	Error
1.	0,05	0,93	2,8	60,1%
2.	0,18	6,91	8,4	20,3%
3.	0,41	17,51	15,4	12 %
4.	0,58	25,34	23,8	6,4 %
5.	0,74	32,71	33,6	2,71 %

Berdasarkan tabel 3 dapat disimpulkan bahwa semakin besar perubahan tegangan yang terbaca maka kadar minyak didalam tanah semakin besar. Sesuai dengan pengukuran dan pengujian tanah yang telah tercampur minyak tanah.

4. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Semua pasangan koil pada penelitian ini menghasilkan perubahan tegangan pada koil *receiver*. Melalui pasangan koil *transmitter* 75 lilitan perlayer (12 layer) dengan koil *receiver* 45 lilitan perlayer (20 layer), frekuensi 100 kHz serta jarak koil dengan objek 0,5 cm maka kadar minyak tanah dapat ditentukan melalui pengukuran tegangan induksi dengan error 2,71 % - 60,1 % dari 5 data uji yang digunakan. Berdasarkan pengukuran tersebut, semakin besar perubahan tegangan di koil *receiver* maka semakin banyak kadar minyak tanah yang terkandung di dalam tanah.

5. Daftar Pustaka

- [1] Dr. Ir. Abimanyu Dipo Nusantara, MP., Dr. Ir. Bandi Hermawan, MSc., Dr. Ir. M. Faiz Barchia, MSc., Ir. Kanang S. Hendarto, MSc. , BAHAN AJAR DASAR-DASAR ILMU TANAH, Bengkulu: Universitas Bengkulu Fakultas Pertanian, 2017.
- [2] Sima Mohammadi, Mehdi Homae, Seyed Hamidreza Sadeghi, "Runoff and sediment behavior from soil plots contaminated with kerosene and gasoil," *Soil and Tillage Research*, vol. 182, pp. 1-9, 2018.
- [3] SC Gad, T Pham, "Kerosene," *Encyclopedia of Toxicology*, vol. 3, pp. 17-19, 2014.

- [4] Shuisen Chen; Ming Zhong, "Bioremediation of Petroleum-contaminated soil," *Environmental Chemistry and Recent Pollution Control Approaches*, pp. 1-12, 2019.
- [5] Hashem Al-Mattarneh, Mohamad Dahim, Rabah Ismail, "Determination of Soil Polluted with Kerosene Using Electromagnetic," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 567, pp. 183-188, 2014.
- [6] Bella Fortunella Dewi, Dudi Darmawan, Abrar Ismardi, "KARAKTERISASI JENIS TANAH DAN KANDUNGAN AIR MENGGUNAKAN METODE INDUKSI MEDAN MAGNET," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, p. 5667, 2018.
- [7] Annisa Bahalwan, Dudi Darmawan, Asep Suhendi, "OPTIMASI PARAMETER KOIL UNTUK MENINGKATKAN KUAT MEDAN MAGNET," *e-proceeding of engineering*, vol. 6, p. 5137, 2019.