

PERANCANGAN SISTEM PENENTU POSISI *TRANSCEIVER* PEMINDAI *EDDY CURRENT TESTING* MENGGUNAKAN METODE TITIK BERAT MEDAN MAGNET BERBASIS SENSOR EFEK *HALL*

Ayesha Humaira Aqmarina¹, Dudi Darmawan², Ahmad Qurthobis^{1,3}
^{1,3}S1 Teknik Fisika S, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹aqmarina@student.telkomuniversity.ac.id, ²dudiddw@gmail.com,
³ahmadqurthobi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Eddy Current Testing (ECT) adalah salah satu jenis metode magnetik, dimana ECT banyak digunakan untuk evaluasi NDT pada bahan konduktif seperti plat logam. Dalam *Eddy Current Testing* untuk memindai objek uji memerlukan sensor. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi cacat tersebut yaitu koil. Koil yang digunakan terdiri atas koil *transmitter* dan koil *receiver*. Dalam studi ini, mekanisme pemindaian 2D menggunakan sumbu-X dan sumbu-Y. Sumbu-X dan sumbu-Y digunakan untuk menentukan keadaan koil pemindai terhadap obyek ujinya. Namun penelitian ini akan berfokus kepada penentuan letak sensor pemindainya yaitu koil *transmitter* dan koil *receiver*. Penulis saat ini mengembangkan metode baru yaitu dengan menggunakan sensor efek *hall* dengan menggunakan titik berat medan magnet untuk menentukan koordinat sumbu-X dan sumbu-Y untuk menentukan letak koil yang digunakan dalam ECT. Berdasarkan pengujian menggunakan koil dengan arus 0,5 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm, hasilnya pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,08 dan error maksimumnya adalah 0,44. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,23 dan error maksimumnya 1. Kemudian pengujian pada koil dengan arus 1 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm. Hasilnya pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,07 dan error maksimumnya adalah 0,33. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya 0,1 dan error maksimumnya 0,32. Lalu pengujian menggunakan koil dengan arus 1 A diletakan pada bidang 2 cm x 2 cm. Hasilnya pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,12 dan error maksimumnya adalah 0,19. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,12 dan error maksimumnya 0,19. Berdasarkan pengujian menggunakan koil dengan arus 2,5 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm hasilnya, pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,09 dan error maksimumnya adalah 0,28. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,09 dan error maksimumnya 0,09.

Kata Kunci: NDT, ECT, Koil, Sensor Efek Hall.

Abstract

Eddy Current Testing (ECT) is one type of magnetic method, where ECT is widely used for NDT evaluation on conductive materials such as metal plates. In *Eddy Current Testing* to scan a test object requires a sensor. The sensor used to detect the defect is the coil. The coil used consists of a transmitter coil and a receiver coil. In this study, 2D scanning mechanism uses X-axis and Y-axis. The X-axis and Y-axis are used to determine the state of the scanner coil against the test object. However, this research will focus on determining the location of the sensor, namely the transmitter coil and receiver coil. The author is currently developing a new method, namely by using a hall effect sensor using the center of gravity of the magnetic field to determine the X-axis and Y-axis coordinates to determine the location of the coil used in ECT. Based on the test using a coil with a current of 0.5 A placed on a 4 cm x 4 cm plane, the results at the x-coordinate the mean error is 0.08 and the maximum error is 0.44. Whereas for the y-coordinate the average error is 0.23 and the maximum error is 1. Then the test on the coil with a current of 1 A is placed on a 4 cm x 4 cm plane. The result is that on the x-coordinate the average error is 0.07 and the error the maximum is 0.33. Whereas for the y-coordinate the average error is 0.1 and the maximum error is 0.32. Then the test uses a coil with a current of 1 A placed in a 2 cm x 2 cm plane. The result is that at the x-coordinate the mean error is 0.12 and the maximum error is 0.19. Whereas for the y-coordinate the average error is 0.12 and the maximum error is 0.19. Based on the test using a coil with a current of 2.5 A, it is placed on a 4 cm x 4 cm plane, the result, at the x-coordinate the

average error is 0.09 and the maximum error is 0.28. Whereas for the y-coordinate the average error is 0.09 and the maximum error is 0.09.

Keywords: NDT, ECT, Coil, Hall Effect Sensor.

1. Pendahuluan

Metode nondestruktif (NDT) memiliki bidang yang luas. Beberapa aplikasinya adalah pada bidang manufaktur, daya, konstruksi, dan industri pemeliharaan. NDT dikembangkan untuk mengevaluasi cacat pada bahan. NDT diterapkan untuk memeriksa sebuah komponen dengan cara yang aman, andal, dan hemat biaya tanpa menyebabkan kerusakan sampel. Beberapa jenis metode NDT ialah visual, radiografi (transmisi sinar- X), ultrasonik, penetran, pengukuran tegangan, inspeksi emisi akustik, inframerah. Meskipun banyak metode NDT yang saat ini digunakan metode magnetik adalah salah satu teknik yang menjanjikan karena aman, cepat, dan dapat dilakukan dengan non-kontak. *Eddy Current Testing* (ECT) adalah salah satu jenis metode magnetik, dimana ECT banyak digunakan untuk evaluasi NDT pada bahan konduktif seperti plat logam [1] [2].

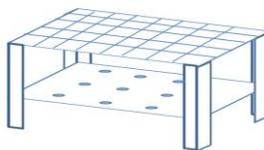
Dalam *Eddy Current Testing* untuk memindai objek uji memerlukan sensor. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi cacat tersebut yaitu koil. Koil yang digunakan terdiri atas koil *transmitter* dan koil *receiver*. Dalam studi ini, mekanisme pemindaian 2D menggunakan sumbu-X dan sumbu-Y. Sumbu-X dan sumbu-Y digunakan untuk menentukan keadaan koil pemindai terhadap obyek ujinya. Namun penelitian ini akan berfokus kepada penentuan letak sensor pemindainya yaitu koil *transmitter* dan koil *receiver*. Perkembangan mengenai ECT pernah dilakukan dalam beberapa penelitian. Menurut penelitian sebelumnya *Eddy Current Testing* (ECT) dilakukan dengan mendesain probe arus eddy untuk mendeteksi keretakan. Kemudian probe akan menghasilkan medan magnet yang dihasilkan antara retak dan magnet bidang yang dihasilkan oleh kumparan. Sinyal dipetakan dengan koordinat yang terbaca pada sensor *giant magnetoresistive* (GMR) [3]. Kemudian pada penelitian selanjutnya ECT digunakan untuk mendeteksi cacat pada plat baja. Sistem terdiri dari sensor *Anisotropy Magneto resistive* (AMR) sebagai probe sensor, pemindaian 2D dalam penelitian ini menggunakan stepper motor [4]. Selanjutnya penelitian mengenai ECT dikembangkan juga dengan merancang sebuah alat untuk menggerakkan koil menggunakan sistem kontrol dalam pergerakan koil [5]. Peneliti berikutnya mengembangkan rancangan pergerakan koil agar bergerak secara otomatis dengan menggunakan motor *stepper*, dan peneliti terakhir melakukan optimalisasi pada sistem pemindaianya [6] [7]. Namun pada penelitian sebelum-sebelumnya membutuhkan waktu yang lama bahkan untuk memindai dalam skala yang kecil.

Pada penelitian ini diusulkan solusi berupa penentuan letak posisi koil dengan menggunakan metode titik berat medan magnet. Besarnya medan magnet yang dihasilkan koil berbanding terbalik dengan jarak dari koilnya selaras dengan metode titik berat yang akan dipakai dalam penelitian ini. Penelitian ini diharapkan dapat membuktikan apakah metode titik berat medan magnet yang dihasilkan oleh koil dapat digunakan untuk menentukan posisi koilnya itu sendiri. Sehingga kedepannya dengan metode ini lebih efektif untuk digunakan dalam menentukan posisi koil dalam skala yang kecil.

2. Perancangan Sistem

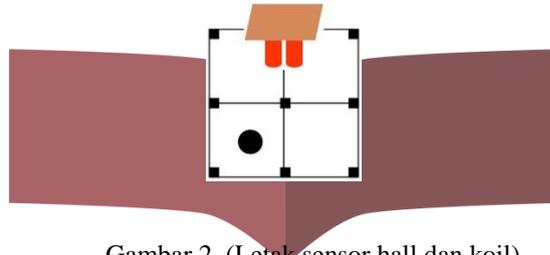
2.1. Desain sistem

Sistem mekanik pada alat ini menggunakan akrilik sebagai pondasi dan penyangganya. Bagian atas sistem menunjukkan koordinat sebenarnya, sedangkan sensor efek hall yang berada dibagian bawah sistem sebagai pendeteksi keberadaan medan magnet akibat adanya pengaruh koil yang diliri arus.



Gambar 1. (Desain mekanik sistem)

Sistem yang dirancang terdapat 2 bagian utama. Bagian pertama ialah sistem dirancang menggunakan koil untuk menginduksikan medan magnet ke objek yang akan diuji. Bagian kedua ialah sistem penentu posisi *transceiver* yang telah dipasang 9 sensor efek *hall* pada bidang 4 cm x 4 cm dan bidang 2 cm x 2 cm.



Gambar 2. (Letak sensor hall dan koil)

2.2. Perancangan koil

Sistem dirancang menggunakan koil. Koil digunakan untuk menginduksikan medan magnet kepada objek.



Gambar 3.(Perancangan koil)

Spesifikasi koil yang akan dipakai dalam penelitian kali ini adalah:

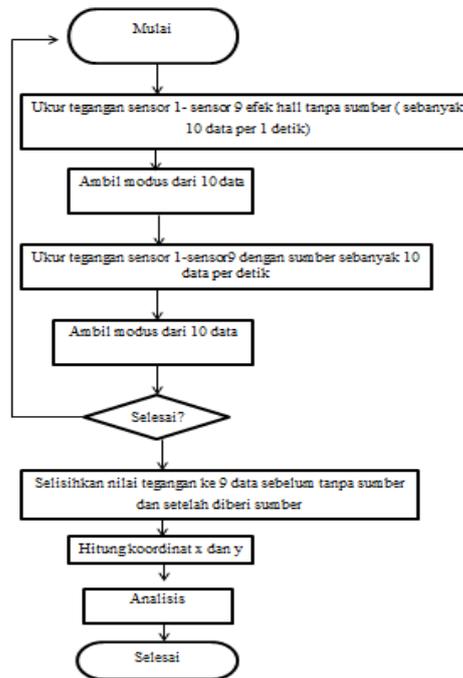
- Bahan Lilitan : Tembaga (*Germany*)
- Diameter Ferrit : 1cm
- Panjang koil : 4 cm
- Diameter Tembaga : 0,5 mm
- Banyak lilitan : 400 lilitan

Berikut ini adalah diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 4.(Diagram alir)

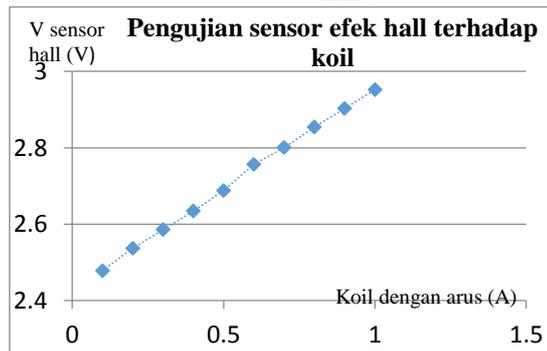
Flowchart pengolahan data dengan metode titik berat :



Gambar 5.(Flowchart Pengolahan data)

2.3. Karakterisasi medan magnet pada gaussmeter terhadap sensor efek hall

Koil yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ferit dengan diameter 0,5 mm, ferrit, panjang koil 4 cm, 400 lilitan, sesuai dengan yang digunakan peneliti sebelumnya. Berikut terlihat pada gambar 6 pengaruh sensor efek hall terhadap koil yang dialiri arus.

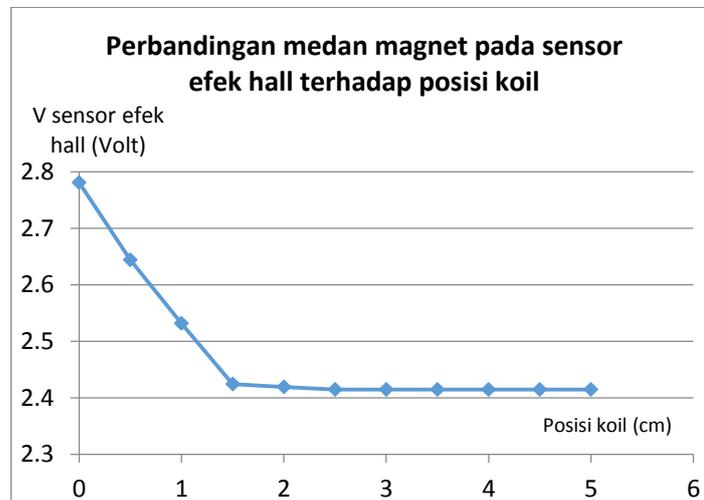


Gambar 6.(Sensor efek hall terhadap arus pada koil)

Dari pengujian tersebut terlihat bahwa sensor hall linear terhadap medan magnet yang dihasilkan oleh koil, sehingga dapat digunakan untuk menentukan metode titik berat dengan medan magnet yang dihasilkan oleh koil.

2.4. Karakterisasi medan magnet pada sensor hall terhadap posisi koil

Pengujian sensor efek hall terhadap jarak sumber medan magnet adalah untuk menentukan kondisi optimal kordinat sensor efek hall yang optimal untuk digunakan dalam menentukan koordinat sensor efek hall pada sistem.



Gambar 7. (Perbandingan medan magnet pada sensor efek hall terhadap posisi koil)

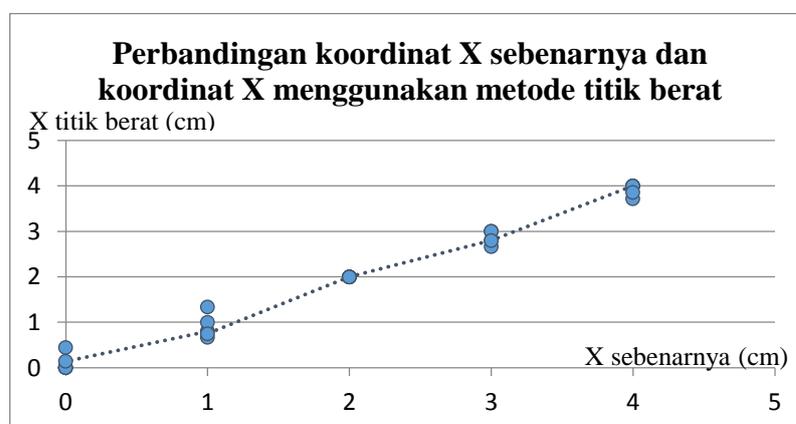
Pada gambar 7 terlihat bahwa pengujian tersebut bahwa sensor efek hall hanya dapat mendeteksi sumber medan magnet yang optimal pada jarak 1,5 cm, sehingga koordinat yang digunakan dalam pengujian kali ini hanya dalam skala yang kecil.

3. Pembahasan

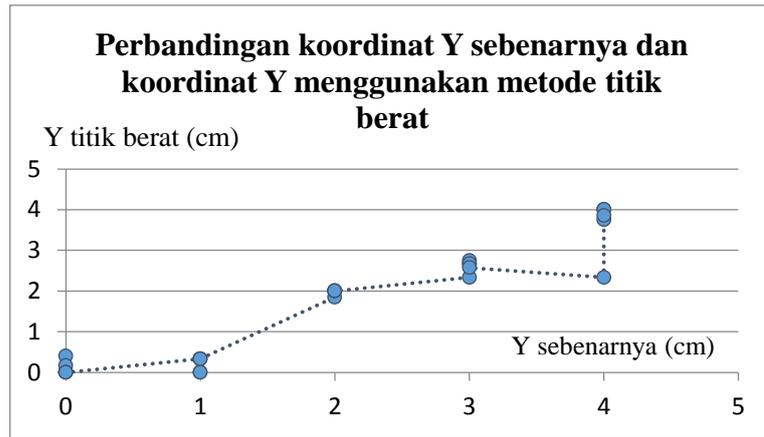
Pada penelitian ini, untuk menentukan posisi koordinat koil pada penelitian kali ini menggunakan 4 variasi yaitu koil dengan arus 0,5 A dengan pada bidang 4 cm x 4cm, koil dengan arus 1 A pada bidang 4 cm x 4 cm, koil dengan arus 0,5 A pada bidang 2 cm x 2 cm, dan koil dengan arus 2 A pada bidang 4 cm x 4 cm.

3.1. Koil dengan arus 0,5 A pada bidang 4 cm x 4 cm

Hasil pada pengujian koil yang dialiri arus sebesar 0,5 A pada bidang 4 cm x 4 cm adalah seperti pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. (Koordinat X pada koil 0,5 A bidang 4 cm x 4 cm)

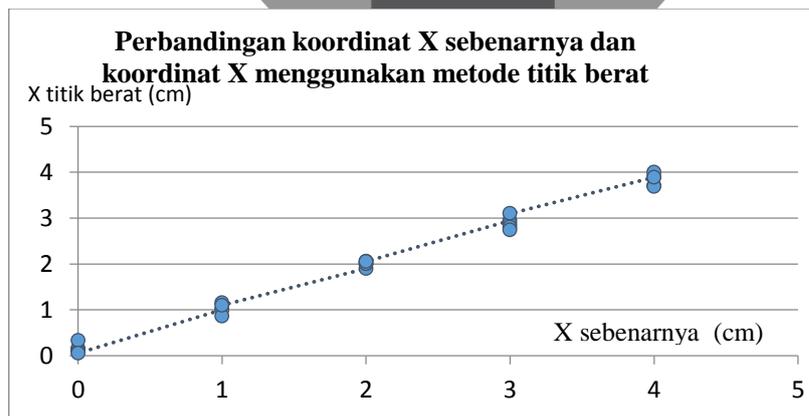


Gambar 9.(Koordinat Y pada koil 0,5 A bidang 4 cm x 4 cm)

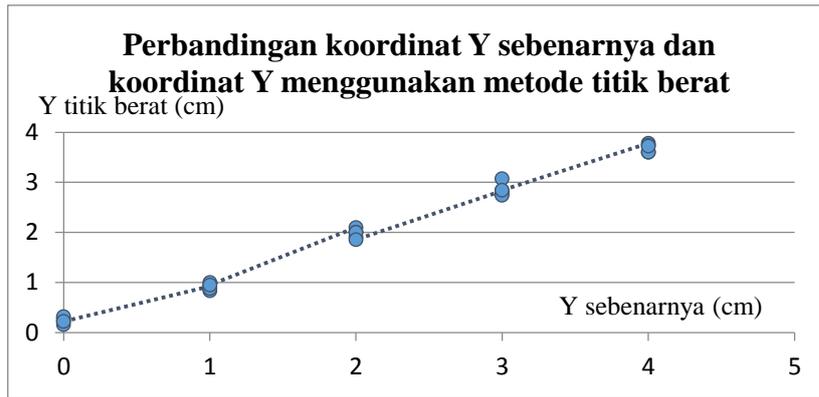
Berdasarkan pengujian menggunakan koil dengan arus 0,5 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm. Hasilnya, pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,08 dan error maksimumnya adalah 0,44. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,23 dan error maksimumnya 1. Terlihat pula pada gambar hasil di beberapa titik koordinat belum mendekati nilai aslinya. Hal tersebut dikarenakan medan magnet sumber tidak cukup besar untuk bisa terbaca di titik koordinat yang telah terpasang sensor efek hall. Untuk menghasilkan medan magnet yang lebih besar maka harus diliri arus yang lebih besar, agar medan magnet tersebut dapat dibaca oleh sensor efek hall yang telah diletakkan di beberapa titik koordinat.

3.2. Koil dengan arus 1 A pada bidang 4 cm x 4 cm

Berdasarkan pengujian pertama, maka dilakukan pengujian yang kedua dengan menambahkan arus, bertujuan agar besarnya medan magnet dapat dibaca oleh sensor efek hall yang telah dipasang di beberapa titik koordinat. Pada pengujian kali ini koil dengan arus 1 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm. Bidang 4 cm x 4 cm telah dipasang 9 efek hall di sembilan koordinat. Hasil pada pengujian tersebut terlihat pada gambar 10 dan 11.



Gambar 10. (Koordinat X pada koil 1 A bidang 4 cm x 4 cm)

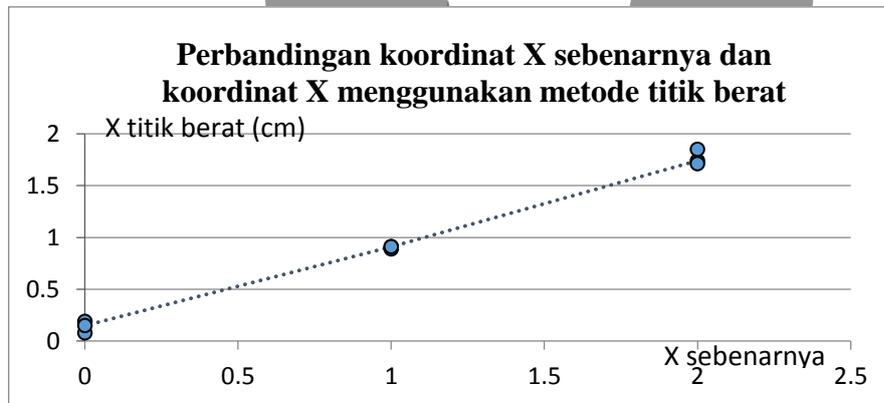


Gambar 11.(Koordinat Y pada koil 1 A bidang 4 cm x 4 cm)

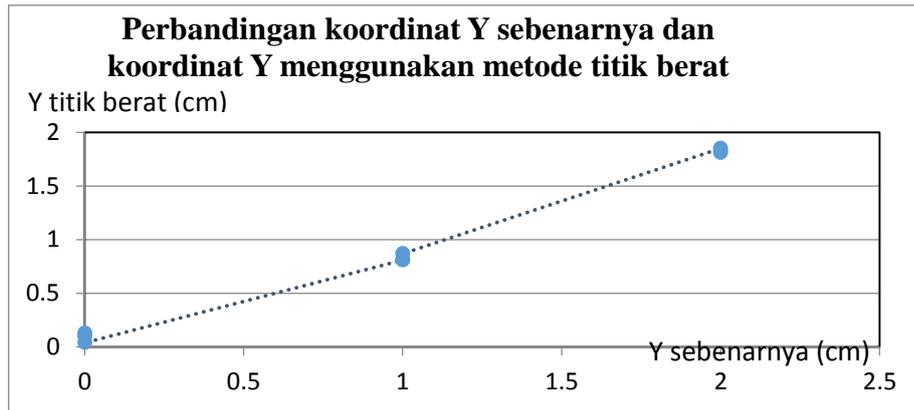
Berdasarkan pengujian menggunakan koil dengan arus 1 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm hasilnya, pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,07 dan error maksimumnya adalah 0,33. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,1 dan error maksimumnya 0,32. Terlihat hasil di beberapa titik koordinat mendekati nilai aslinya. Hal tersebut karena medan magnet yang dihasilkan koil dapat terbaca titik efek hall untuk selanjutnya dihitung menggunakan metode titik berat dalam menentukan koordinatnya

3.3. Koil dengan arus 0,5 A pada bidang 2 cm x 2 cm

Berdasarkan pengujian pertama, arus 0,5 A tidak cukup besar untuk bidang 4 cm x 4 cm, maka dilakukanlah pengujian ketiga dengan arus 0,5 A pada bidang 2 cm x 2 cm, hasil nilai koordinat menggunakan metode titik berat terlihat pada gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 12. (Koordinat X pada koil 0,5 A bidang 2 cm x 2 cm)

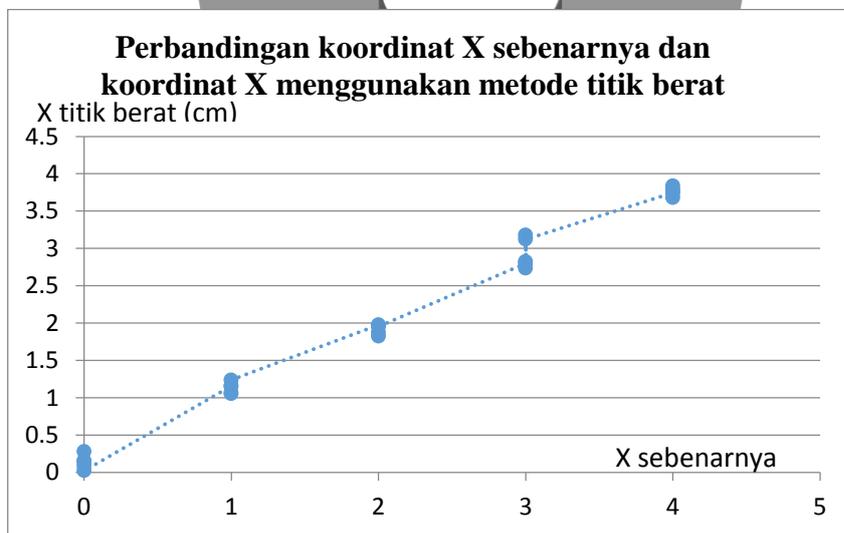


Gambar 13. (Koordinat Y pada koil 1 A bidang 2 cm x 2 cm)

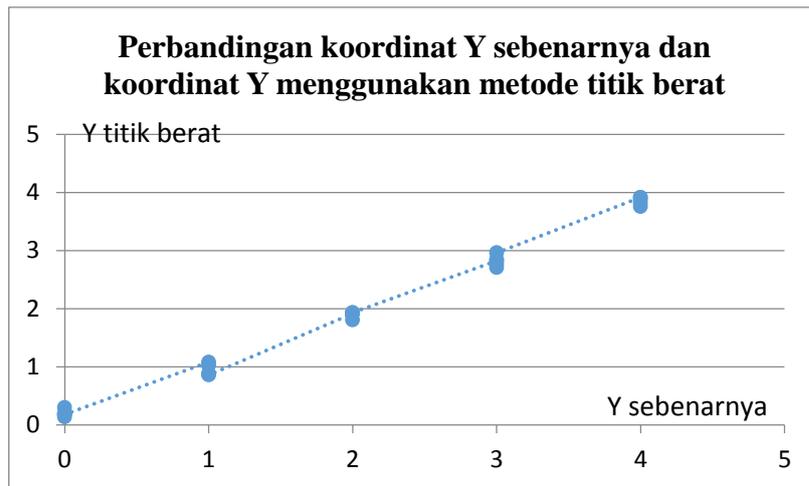
Berdasarkan pengujian menggunakan koil dengan arus 1 A diletakan pada bidang 2 cm x 2 cm, hasilnya adalah pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,12 dan error maksimumnya adalah 0,19. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,12 dan error maksimumnya 0,19. Terlihat hasil di beberapa titik koordinat nilai aslinya. Hal tersebut karena medan magnet yang dihasilkan koil dapat terbaca titik efek hall untuk selanjutnya dihitung menggunakan metode titik berat dalam menentukan koordinatnya.

3.4. Koil dengan arus 2,5 A pada bidang 4 cm x 4 cm

Berdasarkan pengujian 1 dan pengujian 3, terlihat bahwa penambahan arus dapat meningkatkan akurasi pada hasil metode titik berat. Maka dilakukanlah pengujian yang keempat yaitu arus 2,5 A pada bidang 4 cm x 4 cm. Hasil pada pengujian koil dialiri arus 2,5 A pada bidang 4 cm x 4 cm terlihat pada gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 14. (Koordinat X pada koil 2,5 A bidang 4 cm x 4 cm)

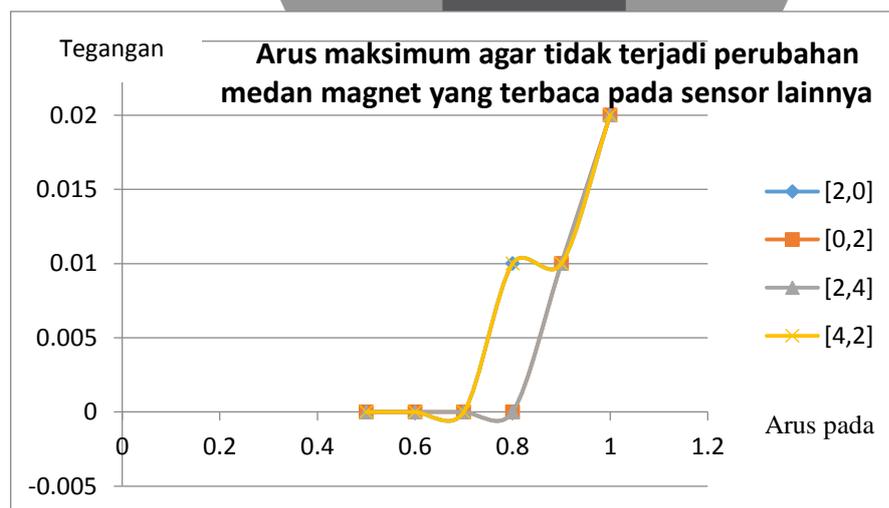


Gambar 15. (Koordinat Y pada koil 2,5 A bidang 4 cm x 4 cm)

Berdasarkan pengujian menggunakan koil dengan arus 2,5 A diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm hasilnya, pada koordinat-x rata-rata errornya adalah 0,09 dan error maksimumnya adalah 0,28. Sedangkan untuk koordinat-y rata-rata errornya adalah 0,09 dan error maksimumnya 0,3. Hasil pengujian menggunakan arus 2,5 A tidak jauh berbeda dengan hasil dengan menggunakan koil dengan arus 1 A. Penggunaan arus 1 A lebih diutamakan sebab koil dengan diameter 0,5 mm akan cepat panas jika dialiri arus 2,5 A.

3.5. Arus maksimum agar tidak terjadi perubahan medan magnet yang terbaca pada sensor lainnya

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan penulis, medan magnet yang terbaca pada sensor lain dapat menyebabkan error pada metode titik berat. Untuk itu dengan dilakukanlah pengujian koil yang dialiri arus antara 0,5 A – 1 A yang diletakan pada koordinat (2,2), dan dilakukan pengukuran pada sensor efek hall yang terletak di koordinat (2,0), (2,2),(2,4), dan (4,2). Hasil pengukuran terlihat pada gambar 16.



Gambar 16. (Arus maksimum pada pengaruhnya terhadap tegangan sensor efek hall)

Berdasarkan gambar 16. Arus maksimum agar sensor yang lain tidak terjadi perubahan medan magnet yang dapat menyebabkan error pada perhitungan ialah koil yang dialiri arus 0,7 A.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dirancang sebuah koil dengan diameter 0,5 mm, bahan inti koil menggunakan ferrit, panjang koil 4 cm, 400 lilitan. Koil tersebut diletakan pada bidang 4 cm x 4 cm dan bidang 2 cm x 2 cm yang telah terpasang 9 sensor efek *hall*. Pada pengujian pada bidang 4 cm x 4 cm telah ditunjukkan bahwa koil tersebut jika dialiri arus listrik 0,5 A tidak cukup baik untuk digunakan dalam metode titik berat. Kemudian setelah dilakukan pengujian dengan arus 1 A metode titik berat cukup baik untuk digunakan dalam menentukan posisi. Namun, arus 0,5 A cukup baik untuk menentukan titik berat pada bidang 2 cm x 2 cm. Untuk mencari arus yang paling efektif untuk digunakan dalam menentukan posisi koil dalam metode titik berat adalah dengan melakukan pengujian arus 0,5 A – 1 A. Dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa arus 0,7 A arus yang optimum untuk digunakan dalam menentukan posisi dengan menggunakan metode titik berat pada bidang 4 cm x 4 cm.

Daftar Pustaka:

- [1] M. Y. Y. K. T. K. and T. K. , "Detection of back-side pit on ferrous plate bay magnetic flux leakage method with analyzing magnetik fiel vector," *NDT and E international*, vol. 43, 2010.
- [2] K. Tsukada, "Detection of Inner Corrosion of Steel Construction," vol. 52, pp. 1-4, 2016.
- [3] G. Beta, L. Ferrigno and M. Laracca, "GMR-Based ECT Instrument for Detection and Characterization of Crack on a Planar," vol. 61, February 2016.
- [4] N. A. Nadzri, M. M. Saari and A. M. Halil, "Development of Eddy Current Testing System forWelding Inspection," *IEEE Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC 2018)*, August 2018.
- [5] A. S. Putra, D. Darmawan and R. F. Iskandar, Perancangan dan Realisasi Alat Penggerak Koil Untuk Automasi Induced-Current Electrical Impedance Tomography, Bandung: Teknik Fisika Universitas Telkom, 2015.
- [6] A. A. Pranasa, D. Darmawan and A. Suhendi, Perancangan dan Realisasi Sistem Pemindaian Pada Metode Eddy Current Testing Untuk mendeteksi Anomali pada Bahan Ferromagnetik, Bandung: Teknik Fisika Universitas Telkom, 2016.
- [7] A. Saputro, D. Darmawan and A. Suhendi, Optimalisasi Parameter Koil Pada Sistem Pemindai Berbasis Eddy Current Testing Untuk Mendeteksi Anomali Pada Bahan Non-Ferromagnetik, Bandung: Teknik Fisika Universitas Telkom, 2018.
- [8] Modul Praktikum Fisika II, Bandung: Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom, 2017.
- [9] A. Ro'uf and Z. Saufi, "Karakterisasi Sensor Efek Hall UGN3503 Untuk Mengukur," vol. 1, 2011.
- [10] G. E. L, The Earth's Magnetic Field, Iceland: Universitas Of Iceland, 2012.
- [11] D. Halliday, R. Resnick and J. Walker, Fundamental of Physics, Wiley, 2007.
- [12] D. Halliday and R. Resnick, Fisika Jilid 2, 3 ed., P. P. Silaban, Ed., Jakarta: Erlangga, 1996.
- [13] S. E. U. Malik and M. Ginting, "ANALISA PENGARUH INTI KOIL TERHADAP MEDAN MAGNETIK DAN MUATAN".

- [14] Buntarto, Dasar-Dasar Kelistrikan Otomotif, Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2015.
- [15] Widjanarko, "Teknik Listrik dan Elektronika Otomotif," Semarang, 2013.
- [16] D. C. Giancoli, PHYSICS, sixth ed., 2004.

