



Pembuatan Alat Eksperimen Induksi Magnet Pada Toroida Menggunakan *Arduino* dan *Hall Effect Sensor*

Rengga Ngesthi Pambuka¹, Dwi Teguh Rahardjo²

^{1,2} Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No. 36A, Ketingan, Surakarta

E-mail : rengga271@gmail¹, dwiteguh@staff.uns.ac.id²

Abstrak

Pembuatan alat eksperimen induksi magnet pada toroida ini bertujuan untuk membuat alat peraga induksi magnet yang siap digunakan dan untuk mengetahui hubungan jumlah lilitan maupun kuat arus dengan besar induksi Magnet pada toroida. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Alat eksperimen induksi magnet pada toroida ini terpisah menjadi 3 bagian yaitu rangkaian sumber daya, toroida, dan sensor induksi magnet. Rangkaian sumber daya terdiri dari adaptor untuk mengubah tegangan, resistor, potensio untuk mengubah besar hambatan, mini voltmeter amperemeter untuk mengetahui tegangan dan kuat arus yang mengalir pada rangkaian tersebut. Pada toroida terdapat 5 variasi jumlah lilitan yaitu 100 lilitan, 200 lilitan, 300 lilitan, 400 lilitan, dan 500 lilitan. Pada sensor induksi magnet terdapat *hall effect sensor UGN3503* dan *Arduino* yang disertai *LCD* yang digunakan untuk mengetahui besar induksi magnet. Untuk melakukan kegiatan percobaan yaitu dengan menggabungkan ketiga bagian tersebut. Variabel bebas dari percobaan tersebut adalah jumlah lilitan dan kuat arus, sedangkan variabel terikatnya adalah induksi magnet. Berdasarkan hasil penelitian, alat eksperimen induksi magnet pada toroida telah berhasil dibuat dengan *error* sebesar 6,22% pada variasi jumlah lilitan, dan *error* sebesar 9,39% pada variasi kuat arus. Induksi magnet yang dihasilkan pada toroida, berbanding lurus dengan jumlah lilitan dan kuat arus.

Kata kunci : Induksi Magnet, Toroida, *Arduino*, *Hall Effect Sensor*.

1. Pendahuluan

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang paling mendasar, karena berhubungan dengan perilaku dan struktur benda (Giancoli, 2001). Fisika merupakan mata pelajaran yang mempelajari keadaan suatu benda secara fisik, baik sifat, perubahan bentuk, maupun keadaan benda yang diamati. Fisika terdiri dari konsep-konsep yang bersifat abstrak, sehingga sulit untuk dipahami. Untuk dapat dipahami oleh siswa, konsep-konsep yang bersifat abstrak tersebut dibuat konkret atau nyata, salah satunya dengan melalui penggunaan alat praktikum.

Salah satu konsep Fisika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari adalah medan magnet. Suatu titik dikatakan terdapat medan magnet apabila ada gaya (selain gaya elektrostatik) bekerja terhadap sebuah muatan yang bergerak di titik itu. Medan magnet, mirip dengan medan listrik, yaitu merupakan medan vektor yang besar dan arahnya di sembarang titik diperincikan berdasarkan sebuah vektor B yang disebut induksi magnet. Untuk menghitung gaya magnetik di antara muatan yang bergerak, harus mencari besar dan arah vektor B di suatu titik, kemudian besar dan arah gaya pada muatan yang bergerak dalam medan juga dicari,

dengan anggapan bahwa muatan bergerak dan arus menimbulkan medan magnet. (Sears, 1962)

Hukum Ampere menyatakan, "Integral garis konduksi magnet B di sekeliling lintasan tertutup sama dengan $4\pi k'$ kali arus netto yang melewati daerah yang dibatasi lintasan tersebut" (Halliday, 1989: 300). Hukum Ampere dapat dipakai untuk menghitung rapat fluks magnetik. Salah satu penerapan Hukum Ampere yaitu pada induksi magnet toroida. Toroida adalah bangun berbentuk seperti ban yang dililiti dengan kawat sedemikian hingga tiap lilitan berbentuk lingkaran. Toroida dianggap seperti solenoida sangat panjang yang dilengkungkan sehingga ujung-ujungnya berimpit (Primaseto, 2012). Induksi magnet pada toroida belum banyak dipahami sehingga perlu dibahas dan dipelajari.

Hall effect sensor yang pada dasarnya digunakan untuk detektor medan magnet telah banyak dimanfaatkan untuk alat peraga yang biasanya dipadukan dengan microcontroller, salah satunya *Arduino*. Ro'uf (2011) dalam jurnalnya, melakukan penelitian tentang penggunaan *Hall effect sensor* untuk mengukur kemiringan. Pada penelitiannya, dapat diketahui bahwa sensor magnetik memiliki banyak kelebihan, diantaranya memiliki linieritas dan kestabilan yang tinggi, sensitivitas terhadap arah



yang juga tinggi, tidak merusak, reliable, sederhana, dan biaya operasi yang murah, sehingga ada kecenderungan untuk menggunakan *hall effect sensor* tersebut.

Hall effect sensor terdiri dari sebuah lapisan silikon dan dua buah elektroda pada masing-masing pada sisi silikon. Lapisan silikon berfungsi untuk mengalirkan arus listrik, sedangkan elektroda berfungsi untuk menghasilkan perbedaan tegangan pada outputnya ketika lapisan silikon dialiri arus listrik. Ketika tidak ada medan magnet yang mempengaruhi, maka arus yang mengalir pada silikon tersebut akan tepat ditengah-tengah silikon. Elektrode sebelah kiri dan elektrode sebelah kanan memiliki tegangan yang sama sehingga menghasilkan beda tegangan 0 volt pada outputnya. Ketika terdapat medan magnet mempengaruhi *hall effect sensor* maka arus yang mengalir akan berbelok mendekati/menjauhi sisi yang dipengaruhi oleh medan magnet, sehingga terdapat beda potensial diantara kedua elektroda dari *hall effect sensor*, dimana beda potensial tersebut sebanding dengan kuat medan magnet yang diterima oleh *hall effect sensor*. Beda potensial tersebut terjadi ketika arus yang melalui lapisan silikon tersebut mendekati sisi silikon sebelah kiri sehingga terjadi ketidakseimbangan tegangan output. Semakin besar kekuatan medan magnet yang mempengaruhi sensor akan menyebabkan pembelokan arus di dalam lapisan silikon akan semakin besar dan semakin besar pula ketidakseimbangan tegangan antara kedua sisi lapisan silikon pada sensor. Semakin besar ketidakseimbangan tegangan akan menghasilkan beda tegangan yang semakin besar pada output sensor. Tegangan output tersebut kemudian diolah menggunakan mikrokontroler sehingga besar medan magnet yang terukur (B) dapat dibaca langsung pada layar LCD. Salah satu mikrokontroler adalah *Arduino* (Jacobus, 2014).

Arduino adalah salah satu produk berlabel *arduino* yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *board Arduino* ke komputer atau laptop yang sudah terinstal *Software Arduino IDE* dengan menggunakan kabel USB dan AC adaptor sebagai suplay atau baterai untuk menjalankannya. Menurut Guntoro (2013), kelebihan *Arduino* diantaranya adalah tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan

menangani upload program dari komputer, *Arduino* sudah memiliki sarana komunikasi *USB*, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. bahasa pemrograman relatif mudah karena software *Arduino* dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap, dan *Arduino* memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada board *Arduino*. Misalnya *shield GPS*, *Ethernet*, *SD Card*, dll.

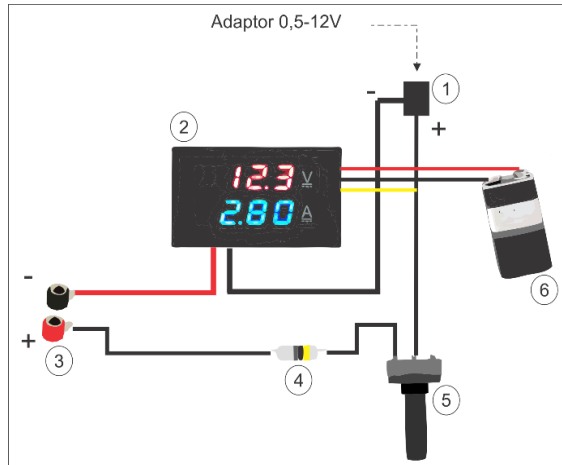
Sampai sekarang, di Sekolah Menengah Atas masih jarang dan bahkan tidak memiliki alat yang dapat mengukur besar induksi magnet pada toroida, padahal materi induksi magnet merupakan salah satu materi yang memerlukan gambaran visual dalam pembelajarannya tentang apa saja faktor yang mempengaruhi besar induksi magnet pada toroida. Alat peraga toroida pada umumnya masih sebatas bentuk sebuah toroida dan belum dapat mengukur besar Induksi magnet yang dihasilkan toroida tersebut. Pengukuran besar induksi magnet pada toroida dapat dilakukan dengan bantuan alat peraga induksi magnet pada toroida dengan tambahan *hall effect sensor* dan *Arduino*. Di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sebelas Maret tidak terdapat alat peraga induksi magnet pada toroida. Oleh karena itu, peneliti berkeinginan untuk membuat alat peraga induksi magnet pada toroida dengan *arduino* dan *hall effect sensor* agar dapat digunakan untuk praktikum mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UNS.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bengkel Fisika Program Studi Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2018.

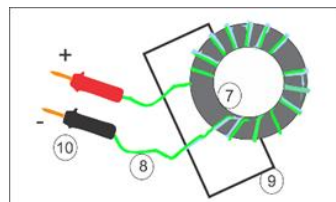
Metode penelitian yang digunakan pada adalah metode eksperimen. Tahap awal adalah perencanaan, yaitu persiapan desain alat dengan mengumpulkan data-data desain. Tahap kedua adalah pembuatan alat induksi magnet pada toroida menggunakan *Arduino* dan *hall effect sensor* menggunakan alat dan bahan sesuai desain. Tahap ketiga adalah pengumpulan data hasil percobaan dengan alat induksi magnet pada toroida yang telah dibuat dan pengumpulan data hasil percobaan dengan Gaussmeter. Data yang diperoleh dari alat yang dibuat, dibandingkan dengan data yang diperoleh menggunakan Gaussmeter. Tahap terakhir adalah analisa data terhadap hasil percobaan dan kemudian membuat laporan hasil penelitian.

Desain Alat eksperimen induksi magnet pada toroida dengan menggunakan *arduino* dan *hall effect sensor* adalah sebagai berikut.



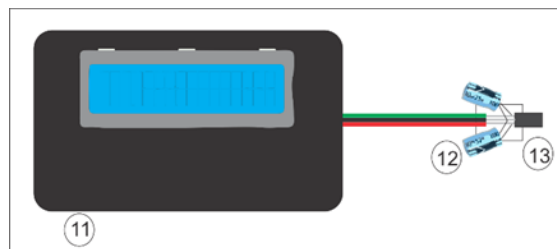
Gambar 1. Rangkaian Sumber Daya.

1. DC Socket
2. Mini voltmeter amperemeter
3. Banana socket
4. Resistor 5 ohm
5. Potensio 10Kohm
6. Baterai 9V



7. Inti toroida,
8. Kawat email
9. Papan akrilik
10. Banana Jack.

Gambar 2. Toroida



Gambar 3. Rangkaian Sensor Induksi Magnet:

11. Arduino Uno dan LCD
12. Kapasitor
13. Hall effect sensor UGN350

Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif dan kualitatif.

Untuk mengetahui hubungan jumlah lilitan maupun kuat arus dengan besar induksi magnet pada toroida menggunakan grafik yang dibuat menggunakan data didapatkan melalui percobaan. Grafik tersebut juga dapat digunakan untuk mencari besar error pada alat yang telah dibuat dibandingkan dengan Gaussmeter dengan menggunakan persamaan,

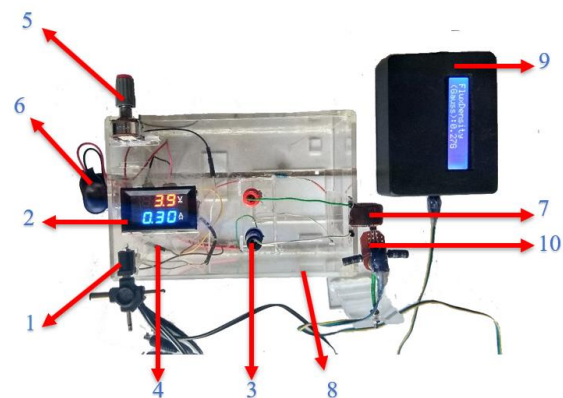
$$error = \frac{|m_1 - m_2|}{m_2} \quad (1)$$

dengan m_1 dan m_2 merupakan gradien grafik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Gambar 4 merupakan alat eksperimen induksi magnet pada toroida yang telah berhasil dibuat.



Gambar 4. Alat Eksperimen Induksi Magnet pada Toroida

Bagian-bagian dari Alat tersebut diantaranya:

1. DC Socket
2. Mini Voltmeter Amperemeter
3. Jack Banana
4. Resistor
5. Potensio
6. Baterai 9V
7. Toroida
8. Box Akrilik
9. Arduino Uno + LCD
10. Hall Effect Sensor

Data yang didapatkan ada 2 jenis yaitu data hubungan jumlah lilitan dengan Induksi Magnet dan data hubungan kuat arus dengan Induksi magnet diolah dan dibuat grafik.

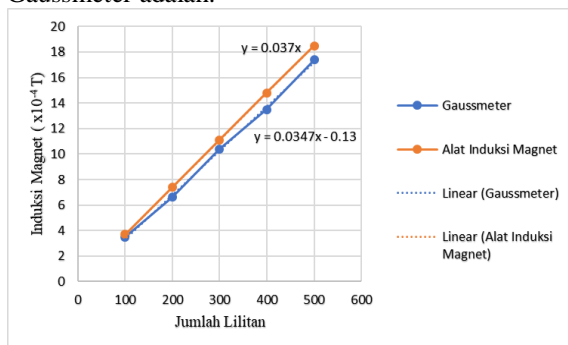
3.1.1. Data Hubungan Jumlah Lilitan dengan Induksi Magnet

Data hubungan jumlah lilitan dengan induksi magnet diambil menggunakan Alat eksperimen induksi magnet pada toroida yang telah dibuat, dan dibandingkan dengan Gaussmeter, mengubah satuan induksi magnet dari Gauss ke Tesla ($1\text{Gauss} = 10^{-4}\text{ Tesla} = 10^{-4}\text{ Wb/m}^2$), didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Jumlah Lilitan dan Induksi Magnet Menggunakan Alat Eksperimen Induksi Magnet

N	B _A (Tesla)	B _G (Tesla)
100	$3,7 \times 10^{-4}$	$3,5 \times 10^{-4}$
200	$7,2 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-4}$
300	$11,1 \times 10^{-4}$	$10,4 \times 10^{-4}$
400	$14,8 \times 10^{-4}$	$13,5 \times 10^{-4}$
500	$18,5 \times 10^{-4}$	$17,4 \times 10^{-4}$

Grafik yang didapatkan dari data jumlah Lilitan dan induksi magnet yang diambil menggunakan alat induksi magnet yang telah dibuat dan juga Gaussmeter adalah:



Gambar 5. Grafik Hubungan Jumlah Lilitan dengan Induksi Magnet

Alat eksperimen yang telah dibuat menghasilkan grafik dengan gradien (m_A) sebesar 0,037 dan Gaussmeter menghasilkan grafik dengan gradien (m_G) sebesar 0,0347. Dari gradien tersebut dapat dihitung besar errornya, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{error} &= \frac{|m_A - m_G|}{m_A} \times 100\% \\
 &= \frac{|0,0370 - 0,0347|}{0,0370} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0023}{0,0370} \times 100\% \\
 \text{error} &= 6,22\%
 \end{aligned}$$

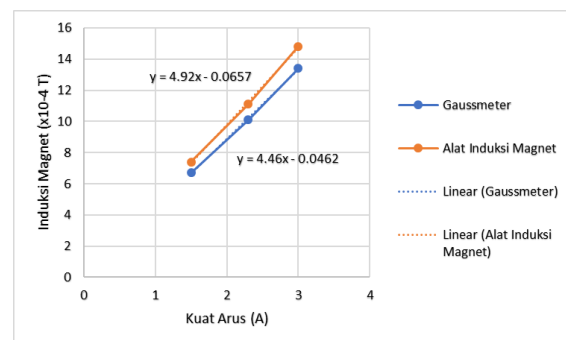
3.1.2. Data Hubungan Kuat Arus dengan Induksi Magnet

Data hubungan kuat arus dengan induksi magnet diambil menggunakan alat eksperimen induksi magnet pada toroida yang telah dibuat, dan dibandingkan dengan Gaussmeter, mengubah satuan induksi magnet dari Gauss ke Tesla ($1\text{Gauss} = 10^{-4}\text{ Tesla} = 10^{-4}\text{ Wb/m}^2$), didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 2. Data Kuat Arus dan Induksi Magnet Menggunakan Alat Eksperimen Induksi Magnet

I (A)	B _A (Tesla)	B _G (Tesla)
0,15	7,4	$6,7 \times 10^{-4}$
0,23	11,1	$10,1 \times 10^{-4}$
0,30	14,8	$13,4 \times 10^{-4}$

Grafik yang didapatkan dari data kuat arus dan induksi magnet yang diambil menggunakan alat induksi magnet yang telah dibuat dan juga Gaussmeter adalah:



Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Arus dengan Induksi Magnet

Alat eksperimen yang telah dibuat menghasilkan grafik dengan gradien (m_A) sebesar 4,92 dan Gaussmeter menghasilkan grafik dengan gradien (m_G) sebesar 4,46. Dari gradien tersebut dapat dihitung besar errornya, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{error} &= \frac{|m_A - m_G|}{m_A} \times 100\% \\
 &= \frac{|4,92 - 4,46|}{4,92} \times 100\% \\
 &= \frac{0,46}{4,92} \times 100\% \\
 \text{error} &= 9,39\%
 \end{aligned}$$



3.2. Pembahasan

Setelah data berhasil didapatkan melalui serangkaian proses eksperimen menggunakan alat eksperimen induksi magnet pada toroida yang telah dibuat sesuai dengan desain pada proses perencanaan, kemudian dibandingkan dengan data yang diperoleh menggunakan Gaussmeter. Langkah yang perlu diambil selanjutnya adalah analisa data hasil percobaan tersebut.

Alat eksperimen induksi magnet pada toroida ini dirancang untuk mengetahui pengaruh jumlah lilitan maupun kuat arus terhadap besar induksi magnet toroida. Alat ini terpisah menjadi 3 bagian yaitu rangkaian sumber daya, toroida, dan sensor induksi magnet. Rangkaian sumber daya terdiri dari adaptor yang dihubungkan ke DC Socket untuk mengubah tegangan, resistor, potensiometer untuk mengubah besar hambatan, mini voltmeter amperemeter untuk mengetahui tegangan dan kuat arus yang mengalir pada rangkaian tersebut. Pada toroida terdapat 5 variasi jumlah lilitan yaitu 100 lilitan, 200 lilitan, 300 lilitan, 400 lilitan, dan 500 lilitan. Pada rangkaian sensor induksi magnet, *Hall effect sensor* yang digunakan adalah UGN3503U dan juga terdapat *Arduino* yang disertai *LCD* yang digunakan untuk mengetahui dan menampilkan besar induksi magnet. Untuk melakukan kegiatan percobaan yaitu dengan menggabungkan ketiga bagian tersebut. Variabel bebas dari percobaan tersebut adalah jumlah lilitan dan kuat arus, sedangkan variabel terikatnya adalah induksi magnet.

Teknis penelitian ini terbagi menjadi dua kegiatan yaitu:

Kegiatan pertama yaitu mencari hubungan jumlah lilitan dengan besar induksi magnet pada toroida. Alat dan bahan yang digunakan adalah satu set alat percobaan, yaitu rangkaian sumber daya, sensor induksi magnet, dan 5 jenis toroida yang berbeda lilitan (100 lilitan, 200 lilitan, 300 lilitan, 400 lilitan, dan 500 lilitan). Langkah pertama menancapkan Adaptor *Arduino* pada Stopkontak. Lalu memperhatikan layar LCD, jika menunjukkan angka 0 maka alat sudah siap digunakan. Menghubungkan toroida 100 lilitan dengan rangkaian sumber daya toroida. Kemudian menempelkan sensor induksi magnet pada toroida tepat di samping toroida (jarak r dari pusat). Setelah itu menghubungkan Adaptor pada DC socket (pastikan tegangan Adaptor menunjukkan 0 Volt dan besar hambatan pada potensiometer maksimum / putar kiri). Kemudian mengubah tegangan adaptor lalu memutar potensiometer ke kanan secara perlahan untuk mendapatkan kuat arus 0,3 A. Melihat besar induksi magnet yang ditampilkan pada LCD dan

menuliskannya pada tabel. Mengulangi percobaan tersebut dengan besar lilitan yang berbeda, yaitu 200 lilitan, 300 lilitan, 400 lilitan, dan 500 lilitan. Kemudian membuat grafik hubungan jumlah lilitan dengan besar induksi magnet.

Kegiatan kedua yaitu mencari hubungan kuat arus dengan besar induksi magnet pada toroida. Alat dan bahan yang digunakan adalah satu set alat percobaan, yaitu rangkaian sumber daya, sensor induksi magnet, dan toroida 400 lilitan. Langkah pertama menancapkan Adaptor *Arduino* pada Stopkontak. Lalu memperhatikan layar LCD, jika menunjukkan angka 0 maka alat sudah siap digunakan. Menghubungkan toroida 400 lilitan dengan rangkaian sumber daya toroida. Kemudian menempelkan sensor induksi magnet pada toroida tepat di samping toroida (jarak r dari pusat). Menghubungkan Adaptor pada DC socket (pastikan tegangan Adaptor menunjukkan 0 Volt dan besar hambatan pada potensiometer maksimum / putar kiri). Setelah itu mengubah tegangan adaptor lalu memutar potensiometer ke kanan secara perlahan untuk mendapatkan kuat arus 0,15 A. Melihat besar induksi magnet yang ditampilkan pada LCD dan menuliskannya pada tabel. Kemudian mengulangi percobaan tersebut dengan kuat arus yang berbeda, yaitu 0,23 A dan 0,3 A. Setelah itu membuat grafik hubungan kuat arus dengan besar induksi magnet.

Hasil kegiatan pertama dengan kegiatan kedua ditulis pada tabel dan dibuat grafik untuk dicari gradiennya. Setelah itu hasil dari kegiatan tersebut dibandingkan dengan pengukuran induksi magnet menggunakan Gaussmeter.

Pada kegiatan pertama yaitu mencari hubungan jumlah lilitan dengan besar induksi magnet pada toroida, hasil yang didapatkan dari alat eksperimen yang telah dibuat maupun dari Gaussmeter hampir sama, yaitu terdapat kenaikan besar induksi magnet seiring dengan bertambahnya jumlah lilitan yang digunakan. Hasil tersebut juga dapat dilihat melalui grafik yang diperoleh. Sehingga membuktikan bahwa induksi magnet pada toroida berbanding lurus dengan jumlah lilitan kawat, sesuai dengan persamaan induksi magnet pada toroida,

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\pi(a+b)} \quad (2)$$

dengan B adalah besar induksi magnet, N adalah jumlah lilitan, I adalah kuat arus, a adalah jari-jari dalam toroida, dan b adalah jari-jari luar toroida (Sears, 1962). Tetapi terdapat perbedaan nilai dari hasil percobaan menggunakan alat induksi magnet yang telah dibuat dengan hasil dari Gaussmeter. Berdasarkan grafik yang dihasilkan, alat eksperimen yang telah dibuat menghasilkan grafik dengan



gradien (m_A) sebesar 0,037 dan Gaussmeter menghasilkan grafik dengan gradien (m_G) sebesar 0,0347. Dari gradien tersebut dapat dihitung besar errornya menggunakan persamaan (1). Besar *error* yang didapatkan yaitu 6,22%, maka hasil tersebut masih dapat dipercaya karena *error*nya tidak melebihi 10%.

Pada kegiatan kedua yaitu mencari hubungan kuat arus dengan besar induksi magnet pada toroida, hasil yang didapatkan dari alat eksperimen yang telah dibuat maupun dari Gaussmeter hampir sama, yaitu terdapat kenaikan besar induksi magnet seiring dengan bertambahnya kuat arus yang dialirkan pada toroida. Hasil tersebut juga dapat dilihat melalui grafik yang diperoleh. Sehingga membuktikan bahwa induksi magnet pada toroida berbanding lurus dengan kuat arus, sesuai dengan persamaan (2). Tetapi terdapat perbedaan nilai dari hasil percobaan menggunakan alat induksi magnet yang telah dibuat dengan hasil dari gaussmeter.

Berdasarkan grafik yang dihasilkan, alat eksperimen yang telah dibuat menghasilkan grafik dengan gradien (m_A) sebesar 4,92 dan Gaussmeter menghasilkan grafik dengan gradien (m_G) sebesar 4,46. Dari gradien tersebut dapat dihitung besar errornya menggunakan persamaan (1). Besar *error* yang didapatkan yaitu 9,39%, maka hasil tersebut masih dapat dipercaya karena *error*nya tidak melebihi 10%.

Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan, data yang diperoleh dituliskan dalam tabel dan dibuat grafik. Dari tabel dan grafik hasil percobaan tersebut dapat membuktikan bahwa induksi magnet yang dihasilkan pada toroida, berbanding lurus dengan jumlah lilitan dan kuat arus.

Pada penelitian ini masih terdapat kekurangan-kekurangan yang ditemukan oleh peneliti, yaitu *hall effect sensor* harus cukup dekat bahkan harus menempel dengan inti toroida agar induksi magnet dapat terbaca. Potensio juga mudah terbakar, sehingga harus hati-hati dalam memilih tegangan yang dialirkan pada toroida. Jika arus yang digunakan semakin kecil, besar induksi magnet sulit untuk dideteksi, tetapi jika arus yang digunakan semakin besar, potencio akan mudah terbakar. Oleh sebab itu, pada percobaan, arus telah ditentukan sedemikian rupa, agar hasil yang dilakukan memiliki kesalahan yang minimum. Selain itu, jari-jari toroida terlalu kecil, sehingga jumlah lilitan juga terbatas. Begitu juga dengan Adaptor yang digunakan. Adaptor tersebut belum memiliki kualitas yang terbaik karena tegangan maupun kuat arus terkadang tidak selalu konstan.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Alat eksperimen induksi magnet pada toroida telah berhasil dibuat dengan *error* sebesar 6,22% pada variasi jumlah lilitan, dan *error* sebesar 9,39% pada variasi kuat arus. Induksi magnet yang dihasilkan pada toroida, berbanding lurus dengan jumlah lilitan dan kuat arus.

Saran

Inti toroida dapat diganti dengan yang lebih besar ukurannya agar jumlah lilitan juga lebih banyak. Semakin banyak jumlah lilitan maka besar induksi magnet pada toroida juga semakin besar, dan kuat arus yang dapat digunakan juga semakin besar sehingga semakin bervariasi. Selain itu, jika induksi magnet pada toroida juga semakin besar (mendekati 1 Tesla), maka hasil yang didapatkan juga semakin akurat. Pembuatan alat induksi magnet pada toroida dapat menggunakan bahan – bahan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Giancoli, Douglas C. 2014. Fisika. Edisi Kelima Jilid 2. (Terjemahan oleh: Yuhilza Hanum). Jakarta: Erlangga
- Guntoro, Helmi dkk. 2013. Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, ELECTRANS, vol. 12 no. 1, pp. 39-48.
- Halliday, David dkk. 2014. Fisika Dasar. Edisi Ketujuh Jilid 2. (Terjemahan oleh: Pantur Silaban, Erwin Sucipto). Jakarta: Erlangga.
- Jacobus, Liefson, dan Dewi Kristina Gulo. 2014. Rancang Bangun Teslameter Dengan Metode Induksi, JTI UKRIM, vol. 6, no. 2, pp. 42-47.
- Primaseta, Emil Faridhan dkk. 2012. Studi Perancangan Degaussing System untuk Melindungi Kpal Perang Tipe OPV 90m dari Medan Magnet, JURNAL TEKNIK ITS, vol. 1, no. 1, pp. 265-270
- Rouf, A. 2011. Karakterisasi Sensor Efek Hall UGN3503, IJEIS, vol. 1, no. 1, pp. 25-30
- Sears, Francis Weston dan Mark Zemansky. 2008. Fisika untuk Universitas : Listrik Magnet. Jilid 2. Bandung: Binacipta.
- Setiawan, Haviz. 2011. *Sensor Efek Medan Hall UGN3503*, <http://ilmubawang.blogspot.com/2011/04/sensor-efekmedan-hall-ugn3503.html>, 2 Mei 2011.