

PENGUKURAN MEDAN MAGNET DENGAN METODE INDUKSI BERBASIS MIKROKONTROLER

Fadhil Dani Pratama¹⁾, Endah Rahmawati²⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi S1-Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : fadhildanipratama69@gmail.com

²⁾Dosen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : endahrahmawati@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan sensor magnetik untuk mengukur medan magnet dengan metode induksi dan mikrokontroler. Sensor magnetik berupa kumparan yang dilengkapi dengan pengkondisi sinyal berbasis mikrokontroler. Kumparan yang telah dibuat memiliki variasi jumlah lilitan 200, 300, dan 500 serta diameter dalam kumparan 0,62cm dan 1,62cm. Sensor magnetik mengukur flux magnet yang berasal dari sumber flux yang terdiri atas kumparan dengan jumlah lilitan 1450. Pengukuran flux magnet dilakukan dengan menggunakan sensor magnetik dan sensor medan magnet pasco CI-6520A. Hasil pengukuran dari sensor medan magnet pasco CI-6520A digunakan untuk mengubah kuat arus menjadi medan magnet. Dari hasil pengujian, diperoleh karakteristik sensor antara lain fungsi transfer dari keenam sensor merupakan fungsi polinomial orde 2, sensor memberikan respon linear terhadap perubahan medan magnet sampai dengan 3gauss, semakin banyak jumlah lilitan maka sensitivitas makin baik., pengukuran menggunakan sensor magnetik 300A memiliki selisih pengukuran yang terbesar yaitu 9,83% dan ketidakpastian sebesar 2,59%, peristiwa histerisis tidak terjadi pada pengukuran menggunakan sensor magnetik dikarenakan bahan pembuatan sensor magnetik tidak mengandung bahan magnetik.

Kata kunci : flux magnet, metode induksi, sensor magnetic, kumparan

Abstract

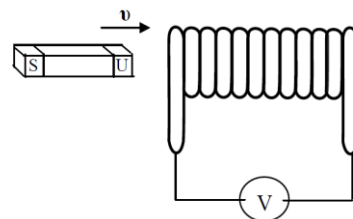
The study aim to applied magnetic sensor based on induction method and microcontroller for measuring magnetic. The magnetic sensor has made with coil variation that consist of 200, 300, and 500, and the inner diameters of coil are 0,62cm and 1,62cm. The magnetic sensor are measuring the flux magnetic from magnetic flux source which consist of coil that have 1450 turns. The measurement of magnetic field examined using magnetic sensor and PASCO CI-6520A magnetic sensor. The results of this measurement using for change the current flows to magnetic field. From this study, we have sensor characteristics that consist of transfer function are second order polynomial, the sensor give a linear response on magnetic field change at range about 3 gauss, increasing of the coil turns resulting better sensitivity, the 300A magnetic sensor has largest different measurement which are 9,83% with uncertainty about 2,89%, hysteresis phenomena are not occurred in this measurement, it caused by the magnetic sensor material are not made by magnetic material.

Keywords : magnetic flux, induction method, magnetic sensor, coil

PENDAHULUAN

Pengukuran medan magnet memiliki beberapa metode antara lain metode induksi, *SQUIDS*, *magnetoresistive*, sensor efek Hall, dan *fluxgate magnetometers resonance* (Craik, 1995). Setiap metode mempunyai karakteristik yang berbeda. Metode *SQUIDS* digunakan untuk mengukur medan magnet lemah yang nilainya berkisar 10^{-14} - 10^{-9} tesla. Metode *magnetoresistive* dan *fluxgate magnetometers resonance* mampu mengukur medan magnet dengan rentang nilai 10^{-10} - 10^{-3} tesla (Djamal, 2006; Suyatno, 2008). Sedangkan untuk mengukur medan magnet yang memiliki nilai di atas satu tesla dapat menggunakan metode induksi dan efek hall.

Pada penelitian ini, pengukuran medan magnet dilakukan dengan metode induksi karena merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini bekerja berdasarkan konsep GGL induksi, dimanadigambarkan seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram skematik mekanisme terjadinya GGL induksi

Nilai tegangan (GGL induksi) diukur dari nilai tegangan pada voltmeter yang terhubung dengan

kumparan. Tegangan ini muncul disebabkan adanya sebuah magnet yang digerakkan keluar masuk kumparan. GGL induksi juga dapat timbul karena adanya perubahan fluks magnetik seperti yang disebutkan dalam hukum Faraday, di mana apabila suatu kumparan yang memiliki jumlah lilitan N sehingga memotong medan magnet maka akan timbul perubahan fluks magnetik atau garis gaya magnet yang berubah menurut waktu. Secara matematis, GGL induksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

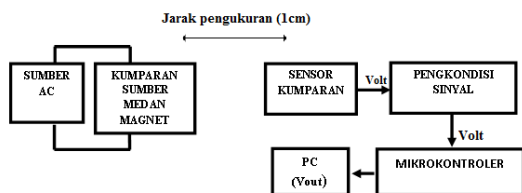
jika N adalah banyak lilitan dan A adalah luasan tampang lilitan. Dengan $B = \frac{\phi}{A}$ maka

$$V = -NA \frac{dB}{dt} \quad (2)$$

Persamaan (2) menunjukkan bahwa GGL induksi dihasilkan karena adanya perubahan medan magnet menurut waktu $\frac{dB}{dt}$ atau dapat dikatakan GGL induksi muncul karena adanya medan magnet yang berubah-ubah (Buck dan Hayt, 2006). Selain itu, GGL induksi juga dipengaruhi oleh jumlah lilitan dan luas tampang lintang kumparan. Jadi, semakin banyak lilitan dan semakin luas tampang lintang kumparan maka semakin besar nilai GGL induksi yang dihasilkan.

METODE

Prosedur penelitian untuk mengukur medan magnet menggunakan metode induksi berbasis mikrokontroler digambarkan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2 Prosedur penelitian

Medan magnet akan diukur oleh sensor kumparan dengan jarak 1cm. Pengukuran medan magnet akan dilakukan dengan variasi jumlah lilitan (N) dan diameter luas tampang lintang (d) dan Hasil pengukuran berupa tegangan. Tegangan keluaran tersebut akan melewati pengkondisi sinyal untuk menyearahkan tegangan keluaran AC menjadi DC menggunakan *peak detector* kemudian dikuatkan dengan penguat *non-inverting*. Selanjutnya, tegangan keluaran akan diolah oleh mikrokontroler dan hasil tegangan keluaran V_{out} akan ditampilkan pada PC (*Personal Computer*).

Variabel operasional yang digunakan pada penelitian ini meliputi 3 komponen yaitu variabel kontrol, variabel manipulasi dan variabel respon. Variabel kontrol merupakan sesuatu yang dibuat tetap selama penelitian

yaitu jarak pengukuran (r), sumber arus AC dan kumparan sumber medan magnet. Variabel manipulasi adalah kuat arus (i) yang dirubah selama penelitian, jumlah lilitan (N) yang terdiri atas 200,300,500; serta diameter luas tampang lintang kumparan (d) 0,62cm, 1,62cm. Selanjutnya sensor magnetik dengan jumlah lilitan 200 dan diameter 0,62cm disebut sebagai 200A sedangkan dengan diameter 1,62cm disebut 200B dan berlaku untuk sensor lainnya. Variabel respon merupakan besaran fisis yang berubah karena pengaruh dari kuat arus (i).

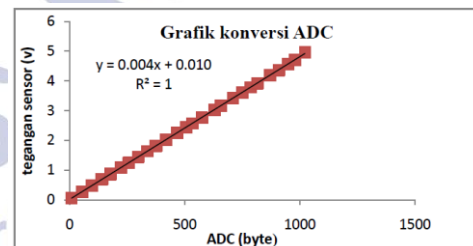
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sensor magnetik terdiri atas tiga bagian utama. Bagian yang pertama merupakan sensor magnetik berupa kumparan. Bagian kedua berupa sistem instrumentasi yang terdiri atas rangkaian detektor puncak dan penguat *non-inverting*. Bagian ketiga adalah sistem pengolahan data yaitu mikrokontroler. Gambar 3 merupakan salah satu contoh sensor magnetik dengan jumlah lilitan 200 dan diameter 0,62 cm.



Gambar 3 Bagian-bagian sensor magnetik

Data yang terbaca pada mikrokontroler berupa data ADC sehingga perlu dikonversi untuk mendapatkan nilai tegangan. Proses konversi ini dilakukan dengan mencari fungsi transfer, di mana ditunjukkan oleh grafik berikut:



Gambar 4 grafik konversi ADC

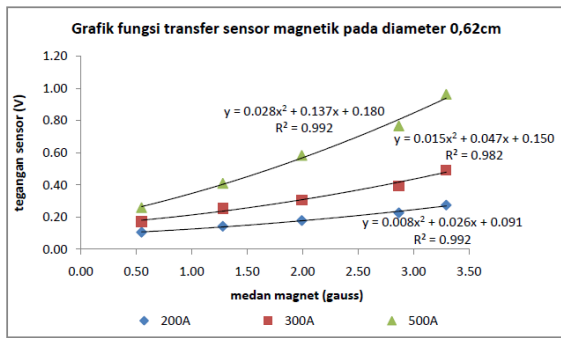
Dari grafik tersebut diperoleh nilai gradien 0,004. Nilai ini digunakan sebagai fungsi transfer untuk mengubah nilai ADC (byte) menjadi nilai tegangan (Volt) sehingga pada hasil pengukuran data yang ditampilkan dalam bentuk tegangan (volt).

Berdasarkan data hasil pembacaan mikrokontroler, dapat dianalisis karakteristik sensor magnetik sebagai berikut :

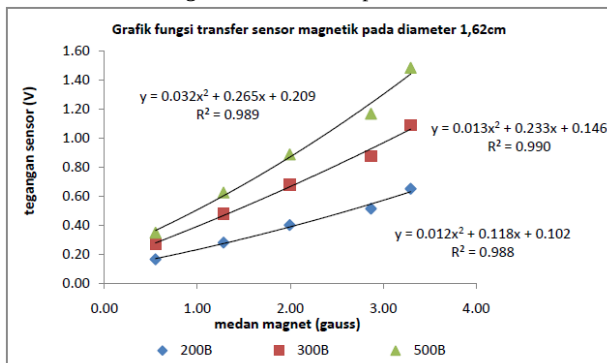
1. Fungsi transfer

Fungsi transfer, adalah fungsi yang menunjukkan hubungan perubahan output terhadap input. Fungsi ini dapat berupa persamaan linier, polinomial, maupun eksponensial. Pada

sensor magnetik fungsi transfer berupa persamaan polinomial orde 2.



Gambar 4 Fungsi transfer sensor pada diameter 0,62cm

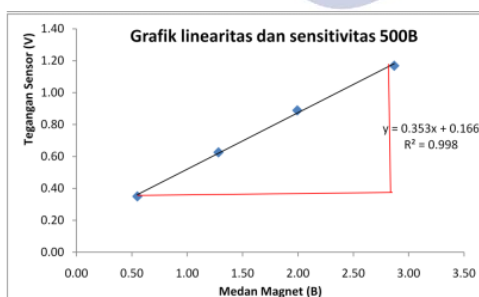


Gambar 5 Fungsi transfer sensor pada diameter 1,62cm

2. Repeatability dan Uncertainty

Pengukuran flux magnet menggunakan sensor magnetik dilakukan dengan sepuluh kali pengulangan untuk mendapatkan pengukuran yang presisi. Repeatability menunjukkan nilai yang relatif sama. Pengukuran menggunakan sensor magnetik 300A memiliki selisih pengukuran yang terbesar yaitu 9,83% pada kuat arus 0,02mA.

3. Linearitas dan Sensitivitas



Gambar 6 Grafik linearitas dan sensitivitas

Linearitas sensor terjadi pada rentang pengukuran 0,5 gauss sampai dengan 3gauss seperti yang terlihat pada grafik 4.5. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah pengukuran yang paling baik bagi sensor magnetik dengan metode induksi. Dari daerah linearitas sensor magnetik dapat diketahui sensitivitas sensor magnetik dengan cara pendekatan menggunakan persamaan linear.

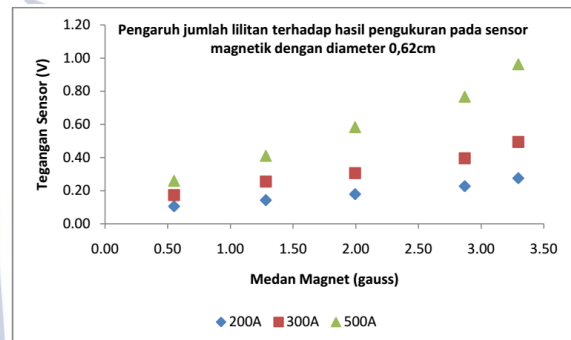
$$y = 0,353x + 0,166 \quad (3)$$

Dengan memasukkan nilai $x=1$ ke dalam masing-masing persamaan linier maka diperoleh nilai y sebagai sensitivitas sensor sebesar 519 mV/G.

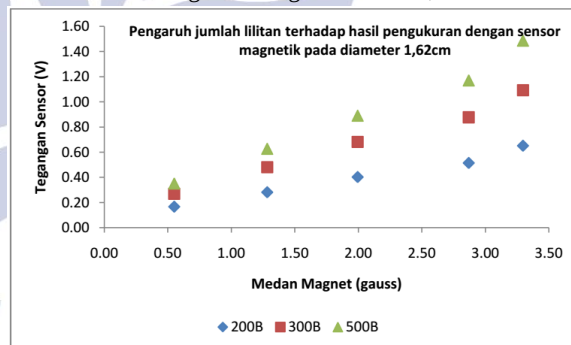
4. Histerisis

Dalam penelitian ini sensor magnetik tidak menunjukkan adanya peristiwa histerisis karena sensor magnetik tidak mengandung bahan yang termasuk pada golongan diamagnetik, paramagnetik dan feromagnetik. Peristiwa histerisis dapat diabaikan pada pengukuran flux magnet menggunakan sensor magnetik. Hal ini yang menjadi kelebihan dari sensor magnetik.

Hasil pengukuran flux magnet dengan variasi jumlah lilitan dan diameter luas tampang lintang kumparan ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 7 Grafik pengukuran medan magnet menggunakan sensor magnetik dengan diameter 0,62 cm



Gambar 8 Grafik pengukuran medan magnet menggunakan sensor magnetik dengan diameter 1,62 cm

Dari grafik diatas teramati nilai GGL induksi yang dihasilkan oleh setiap sensor magnetik dengan jumlah lilitan 200, 300 dan 500 memiliki perbedaan pada kuat arus yang sama (lihat lampiran D). Perbedaan nilai GGL induksi (v) pada arus yang sama disebabkan oleh jumlah lilitan N dan nilai diameter luas tampang lintang kumparan (A) karena nilai medan magnet (B) merupakan nilai yang sama. Sensor magnetik dengan diameter 0,62cm dan 1,62cm yang memiliki nilai GGL induksi (v) yang paling besar adalah sensor magnetik dengan jumlah lilitan 500. Hal ini sesuai dengan teori faraday dimana, semakin banyak jumlah lilitan maka semakin besar pula nilai GGL induksi(v) yang dihasilkan.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian, diperoleh karakteristik sensor antara lain fungsi transfer dari keenam sensor merupakan fungsi polinomial orde 2, sensor memberikan respon linear terhadap perubahan medan magnet sampai dengan 3gauss, semakin banyak jumlah lilitan maka sensitivitas makin baik., pengukuran menggunakan sensor magnetik 300A memiliki selisih pengukuran yang terbesar yaitu 9,83% dan ketidakpastian sebesar 2,59%, peristiwa histerisis tidak terjadi pada pengukuran menggunakan sensor magnetik dikarenakan bahan pembuatan sensor magnetik tidak mengandung bahan magnetik

Saran

Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan mengukur sumber flux yang berbeda menggunakan sensor magnetik metode induksi seperti pada *lecture notes magnetic materials in nanoelectronics* (M.urbanik, 2012). Selain itu, sensor magnetik dapat dibuat dengan ukuran yang lebih kecil agar lebih efisien dalam penggunaannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak dan sumber data yang telah berkontribusi banyak dalam penelitian ini, terutama kepada PASCO yang telah menyediakan alat sebagai inspirasi dan acuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Craik, D., 1995. *Magnetism Principles and Applications*. John Wiley & Sons.Chichester, England.
- Djamal, M., & Setiadi, N. R. (2006). Pengukuran Medan Magnet Lemah Menggunakan Sensor Magnetik Fluxgate dengan Satu Koil Pick-Up, 38(2), 99–115.
- Lisnasari, Y. (2010). *RANCANG BANGUN SENSOR MAGNETIK BERDASARKAN METODE INDUKSI SEBAGAI TESLAMETER*.Skripsi Jurusan FisikaUniversitas Negeri Surakarta.
- Urbanik, M. (2006). Basic magnetic measurement methods Magnetic measurements in nanoelectronics. In *Basic Magnetic Measurements Methods*.