

## Pengembangan Prototipe Alat Pengukur Medan Magnet Menggunakan Sensor Magnetik 49E

Rechan Zahrotun Nur, Nina Siti Aminah, Akfiny Hasdi Aimon\*  
Prodi Pengajaran Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Institut Teknologi Bandung, 40116, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 10 April 2024  
Direvisi: 11 Mei 2024  
Diterima: 28 Juni 2024

#### Kata kunci:

Gaussmeter  
Medan magnet  
Sensor magnetik 49E

#### Keywords:

Gaussmeter  
Magnetic field  
49E magnetic sensor

#### Penulis Korespondensi:

Akfiny Hasdi Aimon  
Email: [akfiny@itb.ac.id](mailto:akfiny@itb.ac.id)

### ABSTRAK

Medan magnet merupakan salah satu fenomena fisika yang menarik dan banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Banyak perkembangan teknologi saat ini yang merupakan aplikasi dari konsep medan magnet tersebut, seperti barang elektronik, motor listrik, kereta cepat dan lainnya. Pada penelitian ini, dilakukan pengembangan prototipe pengukuran medan magnet dengan bantuan sistem instrumentasi fisika. Prototipe ini, diharapkan dapat digunakan sebagai media eksperimen pengukuran medan magnet untuk pelajaran fisika di sekolah-sekolah. Pembuatan alat pengukuran medan magnet dapat dibuat dengan menggunakan bantuan sistem instrumentasi Fisika. Sehingga alat tersebut dapat digunakan sebagai media eksperimen pengukuran besar medan magnet pada magnet permanen dan kawat yang dialiri arus listrik. Prototipe alat dibuat dengan menggunakan sensor magnetik 49E. Prototipe ini diharapkan dapat menggantikan Gaussmeter dan/atau Teslameter yang harganya relatif mahal. Prototipe alat ukur medan magnet dikalibrasi dengan cara membandingkan besar kuat medan magnet yang terukur oleh sensor 49E dengan Gaussmeter Lutron GU-3001. Pengukuran dilakukan pada pusat objek dan sejajar dengan posisi alat ukur. Hasil pengukuran menunjukkan rerata kuat medan magnet pada Gaussmeter dan sensor 49E adalah 246.7  $\mu\text{T}$  dan 487.3  $\mu\text{T}$  untuk magnet permanen dan 51.2  $\mu\text{T}$  dan 96.9  $\mu\text{T}$  untuk kawat melingkar.

*The magnetic field is an interesting physical phenomenon and found in everyday life. Many currents technological developments are applications of the magnetic field concept, such as electronics, electric motors, fast trains, and others. In this research, a prototype for measuring magnetic fields was developed with a physics instrumentation system. This prototype can be used for experimental measurements of magnetic fields for physics lecture in the school. It was found that a magnetic field measurement tool could be made using a physics instrumentation system. So, this tool can be used as an experimental medium for measuring the magnitude of the magnetic field in permanent magnet and wires carrying electric current. The prototype was consisted a 49E magnetic sensor. It is hoped that the prototype can replace the Gaussmeter or Teslameter which are relatively expensive. The prototype magnetic field measuring instrument was calibrated by comparing the magnetic field strength measured by the 49E sensor with the Lutron GU-3001 Gaussmeter. Measurements are observed at the centre of the object and parallel to the position of the measuring instrument. The results of the measurements show that the average magnetic field strength on the Gaussmeter and 49E sensor is 246.7  $\mu\text{T}$  and 487.3  $\mu\text{T}$  for permanent magnet and 51.2  $\mu\text{T}$  and 96.9  $\mu\text{T}$  for coiled wires.*

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Ilmu fisika sangat menarik untuk dipelajari karena dapat menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu yang terdiri dari konsep-konsep yang bersifat abstrak, sehingga terkesan sulit dipahami (Putri et al., 2022). Salah satu metode untuk memahami konsep tersebut yaitu dengan menggunakan alat praktikum. Terdapat banyak objek fisika yang membutuhkan gambaran dibalik terbentuknya suatu fenomena, dalam hal ini contohnya adalah medan magnet (Setiawan et al., 2016). Sehingga dalam pembelajaran mata pelajaran fisika, diperlukan pengamatan suatu fenomena, gejala atau percobaan di laboratorium hingga dilakukannya pengukuran (Safari et al., 2019) Dalam penelitian tersebut didapatkan bahwa pembuatan alat pengukuran medan magnet dapat dibuat dengan menggunakan bantuan sistem instrumentasi fisika. Sehingga alat tersebut dapat digunakan sebagai media pembelajaran berbasis eksperimen fisika di sekolah menengah, untuk mengukur kuat medan magnet pada kawat yang dialiri arus listrik. Dari pengembangan alat ukur medan magnet, terlihat bahwa kemajuan teknologi berdampak besar dalam membuat pengajaran fisika lebih relevan dan lebih terkait dengan kehidupan nyata (Ishafit et al., 2019).

Medan magnet merupakan salah satu besaran fisika yang sangat penting dan digunakan dalam banyak bidang, misalnya untuk laboratorium atau tujuan pendidikan, dalam bidang kemagnetan dan lain-lain. Untuk mengukur kuat medan magnet dari suatu objek diperlukan alat ukur yang bisa menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel, yaitu Gaussmeter atau Teslameter. Adapun alat tersebut sangat mahal, sehingga kurang terjangkau untuk mendukung kegiatan praktikum di sekolah. Oleh karena itu, maka penelitian ini dilakukan pembuatan perangkat alat ukur kuat medan magnet berbasis mikrokontroler dan komputer (Yudhistira & Wibowo, 2019). Dengan menggunakan perangkat komputer, pengukuran dapat dilakukan secara *online* dan *real time*. Sehingga hasil pengukuran kuat medan magnet dapat diketahui dan akan mempermudah melakukan pengolahan data serta penyimpanan data secara otomatis (Ishafit et al., 2019). Sebuah alat ukur berbasis digital, untuk meminimalisir kesalahan pembacaan hasil pengukuran (Waruwu et al., 2021). Kami telah merancang dan mengembangkan suatu alat ukur medan magnet berbiaya rendah berbasis Arduino (Atkin et al., 2020). Alat ini digunakan untuk mengukur medan magnet suatu sistem yang terdiri dari medan magnet permanen dan kawat melingkar.

Perkembangan teknologi alat pengukuran suatu besaran saat ini tumbuh pesat. Kemajuan pembuatan alat ukur tersebut dapat menumbuhkan suatu teknologi baru dalam bidang elektronika. Dalam pengukuran dibutuhkan instrumentasi sebagai suatu cara fisis untuk menentukan suatu besaran (kuantitas) atau variabel. Pengembangan alat peraga untuk pembelajaran fisika merupakan bagian yang tercakup dalam pengembangan pembelajaran fisika. Sehingga, keberadaan kegiatan eksperimen dapat meningkatkan kualitas kognitif peserta didik (Safari et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun suatu alat ukur medan magnet berbiaya rendah. Mengetahui dan mempelajari karakter sensitifitas sensor magnetik 49E terhadap pengukuran medan magnet kawat berarus. Serta, mempelajari hal-hal yang mempengaruhi besaran medan magnet dalam proses pengukuran. Manfaat dari penggunaan media ini diharapkan mampu menarik siswa dan dapat membantu dalam memahami materi medan magnet dengan lebih mudah (Wullan, 2017). Salah satu usaha untuk meningkatkan motivasi siswa adalah dengan menerapkan model pembelajaran berbasis masalah yang sesuai dengan konteks lingkungan siswa (Azmi et al., 2021).

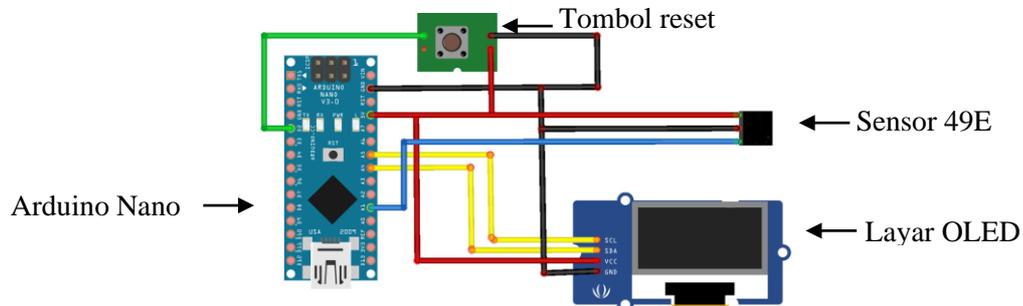
Nilai besaran medan magnet dapat diukur dengan banyak cara, salah satunya dengan sensor efek *Hall* (Yudhistira & Wibowo, 2019). Sensor magnetik tipe 49E merupakan sensor yang bekerja dengan sistem *hall effect*. Salah satu pokok bahasan yang menarik pada ilmu fisika. Sebuah transduser yang tegangan keluarannya bervariasi, akibat dipengaruhi oleh medan magnet. Ketika sensor berada di dekat medan magnet, akan muncul perbedaan tegangan tergantung pada kekuatan medan magnet di sekitarnya (Beyaz & Parlak, 2021). Sensor 49E terbuat dari bahan semikonduktor, umumnya adalah silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik (Widharma, 2020).

## II. METODE

### 2.1 Sistematika Rangkaian

Prototipe sensor magnet terdiri dari beberapa komponen elektronika, seperti sensor 49E, mikrokontroler Arduino Nano, tombol, dan layar OLED. Rangkaian akan bekerja bila Arduino diberikan tegangan masukan. Tegangan tersebut bersumber dari baterai, sehingga prototipe mudah

dibawa dan disesuaikan dengan tempat pengukuran. Dalam skema rangkaian pada Gambar 1, digunakan tombol untuk kalibrasi alat dari medan magnet sekitar. Tombol ini akan menolkan nilai yang tertera pada layar OLED (*Natural Light Emitting Diode*). Karena saat pertama kali prototipe dinyalakan, sensor akan membaca fluks medan magnet sekitar. Fitur ini juga didukung oleh penyesuaian karakteristik sensor di dalam pemrograman arduino.

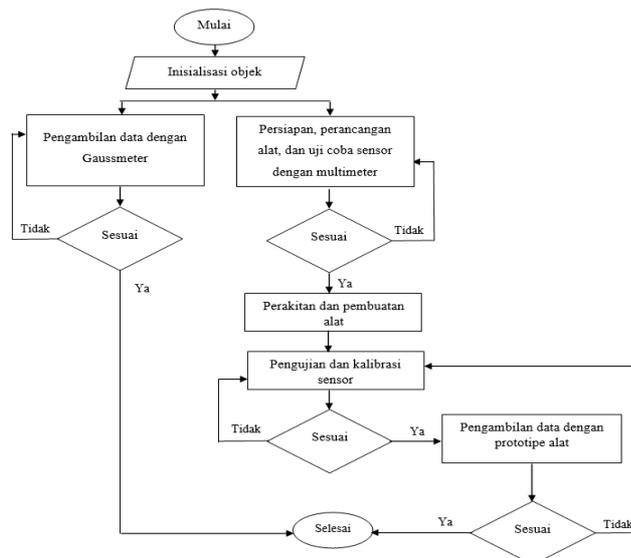


Gambar 1 Skema rangkaian prototipe sensor 49E

## 2.2 Pengujian dan Analisis Data

Tahap pengukuran, diawali dengan penentuan dan pembuatan atau inisialiasiasi objek penelitian, yaitu magnet cincin permanen tidak teridentifikasi dan kawat melingkar yang terbuat dari kawat email tembaga. Setelah objek penelitian ditentukan, selanjutnya mendesain dudukan objek. Dudukan tersebut dibuat dari bahan akrilik, yang harapannya menimalisir proses pengukuran dari pengaruh benda logam di sekitar ruang penelitian.

Kegiatan pengukuran kuat medan magnet pada magnet permanen dan kawat melingkar berarus, diawali dengan alat ukur Gaussmeter terstandarisasi. Gaussmeter Lutron GU-3001 merupakan sebuah alat digital untuk mengukur medan magnet yang dihasilkan oleh aliran listrik tegangan tinggi. Alat ini berdimensi  $(17.3 \times 6.8 \times 4.2)$  m dengan ketelitian  $\pm (2\% + 2 \text{ mG})$ . Alat tersebut digunakan sebagai alat ukur acuan pengukuran. Proses pengukuran dilakukan dengan menempatkan pusat lingkaran objek berada sejajar dengan alat ukur medan magnet, dipisahkan oleh jarak dengan rentang 2 cm hingga 13 cm. Prosedur pengukuran pada prototipe diawali dengan menguji coba sensor dengan multimeter, ketika sensor dikenai pengaruh objek penelitian. Kemudian, sensor bisa dirakit dengan komponen elektronika lainnya. Skema pembuatan, pengujian, dan kalibrasi prototipe dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alir pengukuran kuat medan magnet

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Pengukuran Kuat Medan Magnet oleh Magnet Permanen

Tabel 1 menunjukkan hasil yang diperoleh dari pengukuran dengan Gaussmeter dan Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran dengan prototipe sensor. Pengukuran dilakukan pada magnet permanen

tidak teridentifikasi. Magnet berbentuk cincin berdiameter luar 10 cm, diameter dalam 5 cm, dan ketebalan 1.5 cm. Tujuan dari pengukuran ini adalah mengetahui nilai kuat medan magnet yang dihasilkan oleh masing-masing alat ukur yang dilakukan sebanyak tiga kali.

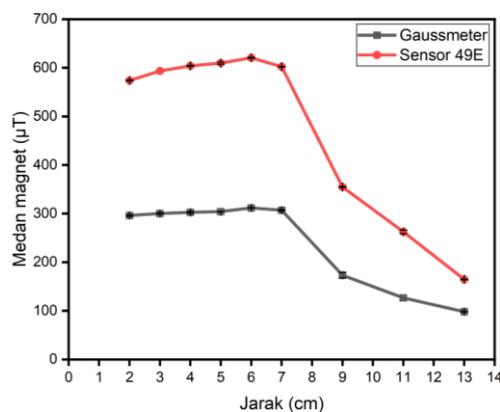
**Tabel 1** Pengukuran kuat medan magnet dengan Gaussmeter

Jarak (cm)	Pengukuran ke-			Rerata (μT)	Standar Deviasi
	1 (μT)	2 (μT)	3 (μT)		
2	297.8	294.8	296.3	296.3	1.5
3	299.2	301.3	300.3	300.3	1.1
4	301.1	304.3	302.7	302.7	1.6
5	304.3	304.1	304.2	304.2	0.1
6	312	311.5	311.8	311.8	0.3
7	308.2	305.8	307	307	1.2
9	179.2	167.6	173.4	173.4	5.8
11	126.8	126.8	126.8	126.8	0
13	98.6	97.9	98.3	98.3	0.4

**Tabel 2** Pengukuran kuat medan magnet dengan sensor 49E

Jarak (cm)	Pengukuran ke-			Rerata (μT)	Standar Deviasi
	1 (μT)	2 (μT)	3 (μT)		
2	570.5	575.4	575.4	573.8	0.9
3	593.3	593.5	593.5	593.4	0
4	600.6	605.6	605.6	603.9	1
5	602.5	613.2	613.2	609.6	2.1
6	617.8	621.8	621.8	620.5	0.8
7	601.3	602.6	602.6	602.2	0.3
9	351.7	356.3	356.3	354.8	0.9
11	250.6	268.8	268.8	262.7	3.5
13	167.8	163.3	163.3	164.8	0.9

Hasil kedua alat ukur tersebut, diperoleh besar rerata hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 3. Terdapat dua grafik pada Gambar 3, menunjukkan kedekatan sebaran kuat medan magnet pada satu objek yang sama, yaitu magnet permanen tidak teridentifikasi. Hasil pengukuran kuat medan magnet menunjukkan bentuk *trendline* yang sama pada kedua alat ukur.



**Gambar 3** Hubungan rerata medan magnet terhadap jarak pada magnet permanen

### 3.2 Pengukuran Kuat Medan Magnet oleh Kawat Melingkar

Kawat melingkar yang digunakan pada pengukuran ini adalah kawat jenis tembaga, berdiameter 0.75 mm. Kawat tembaga dibentuk melingkar sebanyak 9 lilitan, sehingga diameter kawat melingkar menjadi 0.09 m. Dalam proses pengukuran digunakan *power supply* (catu daya) DC untuk memberikan arus konstan sebesar 1.7 A pada kawat melingkar. Pengukuran dilakukan dengan menghitung perubahan fluks magnet di sekitar kawat melingkar terhadap perubahan jarak. Berikut ini merupakan hasil

pengukuran pada kawat melingkar, Tabel 3 pengukuran dengan Gaussmeter dan Tabel 4 dengan prototipe sensor.

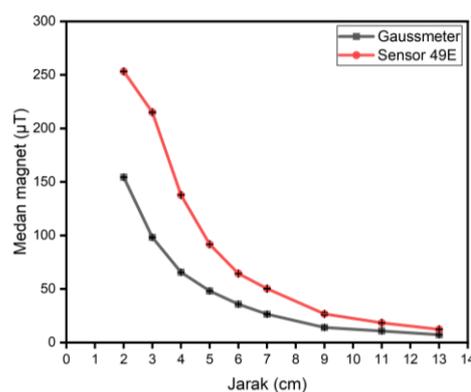
**Tabel 3** Pengukuran kuat medan magnet dengan Gaussmeter

Jarak (cm)	Pengukuran ke-			Rerata ( $\mu\text{T}$ )	Standar Deviasi
	1 ( $\mu\text{T}$ )	2 ( $\mu\text{T}$ )	3 ( $\mu\text{T}$ )		
2	154.7	154.1	154.4	154.4	0.3
3	97.7	98.7	98.2	98.2	0.5
4	65.4	6.8	65.6	65.6	0.2
5	48.5	47.9	48.2	48.2	0.3
6	36	35.6	38	35.8	0.2
7	26	26.9	26.5	26.5	0.5
9	15	13.1	14.1	14.1	1.0
11	11	10.7	10.8	10.8	0.2
13	7.6	6.9	7.3	7.3	0.4

**Tabel 4** Pengukuran kuat medan magnet dengan sensor 49E

Jarak (cm)	Pengukuran ke-			Rerata ( $\mu\text{T}$ )	Standar Deviasi
	1 ( $\mu\text{T}$ )	2 ( $\mu\text{T}$ )	3 ( $\mu\text{T}$ )		
2	253.7	252.7	253.2	253.2	0.3
3	213.9	216.1	215	215.0	0.6
4	137.3	138.2	137.8	137.8	0.2
5	92.2	91.5	91.6	91.8	0.1
6	64.8	64.1	64.4	64.4	0.2
7	49.4	51.1	50.3	50.3	0.5
9	28.6	24.8	26.7	26.7	1.1
11	18.7	18.1	18.4	18.4	0.2
13	12.9	11.7	12.3	12.3	0.3

Hasil pengukuran kedua alat ukur pada objek kawat melingkar, diperoleh besar rerata hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 4. Terdapat dua grafik pada Gambar 4, menunjukkan kedekatan sebaran kuat medan magnet pada satu objek yang sama, yaitu magnet permanen tidak teridentifikasi. Hasil pengukuran kuat medan magnet menunjukkan bentuk fenomena yang sama pada kedua alat ukur.



**Gambar 4** Hubungan rerata medan magnet terhadap jarak pada kawat melingkar

### 3.3 Analisis Keseluruhan

Grafik pada Gambar 3 dan 4, menunjukkan bahwa besar medan magnet dari magnet permanen dan kawat melingkar berarus, terdeteksi lebih besar terbaca oleh sensor daripada Gaussmeter. Terdapat kesesuaian bentuk garis pada grafik rerata medan magnet di kedua gambar. Hal tersebut menunjukkan pengukuran yang cukup valid dan sensitif.

Pada grafik hubungan rerata medan magnet terhadap jarak pada magnet permanen (Gambar 3), menunjukkan sensitivitas hingga jarak 7 cm. Hal tersebut menandakan bahwa medan magnet di sekitar

magnet permanen memiliki nilai yang cenderung konstan dan sedikit kenaikan pada jarak 2 hingga 7 cm. Selain itu, pada grafik tersebut juga terbaca pelemahan sinyal medan magnet pada jarak 7 hingga 14 cm. Fenomena ini dipengaruhi oleh kerapatan fluks medan magnet yang kuat dan konsisten di sekitar magnet permanen. Gambar 4 merupakan grafik hubungan rerata medan magnet terhadap jarak pada kawat melingkar. Fluks kerapatan magnet mulai melemah secara eksponensial. Hal ini ditunjukkan dengan sinyal medan magnet yang mengalami pelemahan secara bersamaan, seiring dengan semakin bertambahnya jarak alat ukur terhadap objek pengukuran.

Dari pengukuran ini diperoleh besar galat pengukuran Gaussmeter dengan sensor pada objek pengukuran magnet permanen sebesar 97.5% dan pada kawat melingkar sebesar 88.7%. Sensor 49E memiliki komponen *amplifier*. Sehingga, nilai keluaran sensor menjadi lebih besar. Perbesaran tersebut dikarenakan adanya penguatan pada rangkaian sensor. Hasil perbandingan rerata *gain* antara Gaussmeter dan sensor 49E sebesar 2:1, untuk kedua objek pengukuran.

#### IV. KESIMPULAN

Telah dirancang prototipe alat ukur medan magnet menggunakan sensor magnetik 49E dengan biaya yang rendah. Hasil dari pengukuran ketiga alat tersebut menunjukan rerata kuat medan magnet pada Gaussmeter dan sensor 49E adalah 246.7  $\mu$ T dan 487.3  $\mu$ T untuk magnet permanen dan 51.2  $\mu$ T dan 96.9  $\mu$ T untuk kawat melingkar. Hasil penelitian menunjukan bahwa terdapat kesesuaian bentuk grafik dari rerata hasil pengukuran untuk kedua alat ukur. Diperlukan validasi dengan menggunakan bahan material magnetik terkalibrasi dengan metode serupa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atkin, K., Ouariach, A., El Hadi, M., El Moussaouy, A., Hachmi, A., Magrez, H., & Bria, D. (2020). Development of an educational low-cost teslameter by using Arduino and Smartphone application. *Physics Education*, 55(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab78dd>
- Azmi, N., Asrizal, A., & Mufit, F. (2021). Meta Analisis: Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Motivasi Belajar Dan Keterampilan Proses Sains Fisika Siswa Sma. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 7(2), 291. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5940>
- Beyaz, A., & Parlak, D. (2021). Efficacy Detection of Low-Cost Hall Effect Sensor for a LabVIEW-Based Agricultural Gaussmeter. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 710–721. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.932155>
- Ishafit, I., Indratno, T. K., & Prabowo, Y. D. (2019). Physics Education Arduino and LabVIEW-based remote data acquisition system for magnetic field of coils experiments. 0–7.
- Putri, H. V., Radiyono, Y., & Setiawan, I. B. (2022). Pengembangan Alat Percobaan Induksi Magnetik Pada Kawat Melingkar Berarus dengan Hall Effect Sensor UGN3503. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 12(1), 44. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v12i1.61193>
- Safari, I., Putr, I. A., Purbosari, R., Huljannah, R. A., Sugihartono, I., & Marpaung, M. A. (2019). Rancang Bangun Eksperimen Sederhana Kuat Medan Magnet Menggunakan Sensor Kecepatan Arduino. VIII, SNF2019-PE-247–254. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.31>
- Setiawan, B., Septianto, R. D., Suhendra, D., & Iskandar, F. (2016). Studi Awal Penggunaan Smartphone dalam Eksperimen Magnetostatik: Pengukuran Medan Magnet 3 Sumbu dari Kawat Berarus, *Prosiding Seminar Kontribusi Fisika*, 52–56.
- Waruwu, L. Y., Rahmi, A., & Anaperta, M. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur Medan Magnet Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Efek Hall. *Semesta Teknika*, 24(2), 129–139. <https://doi.org/10.18196/st.v24i2.12938>
- Widharma, I. G. (2020). Sensor Magnet Pada Sistem Instrumentasi. *Research Gate*.
- Wullan, N. S. (2017). Pengaruh Alat Peraga Medan Magnet (APMM) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Medan Magnet. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Yudhistira, Y., & Wibowo, P. (2019). Pengukuran Medan Magnetik Helmholtz Coil Melalui Konversi Tegangan Efek Hall. *Prosiding Semnastek*, 0(0), 1–6.