

Penentuan Kuat Kutub Magnet Batang dengan Metode Simpangan Kumparan Solenoida Berarus Listrik

By M. TOIFUR

Penentuan Kuat Kutub Magnet Batang dengan Metode Simpangan Kumparan Solenoida Berarus Listrik

Irnin Agustina Dwi Astuti, Moh. Toifur⁶

Program Pascasarjana, Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jalan Pramuka 42, Sidikan, Yogyakarta 55161
am_nien@yahoo.co.id

Abstrak – Makalah ini menyajikan eksperimen penentuan kuat kutub magnet batang dengan metode simpangan kumparan solenoida berarus listrik. Kuat kutub magnet sangat penting dipelajari karena untuk mengetahui kualitas magnet permanen, sehingga mengetahui gaya magnet yang dimiliki oleh magnet permanen tersebut dan mempermudah bereksperimen dengan menggunakan magnet, maka sangat penting untuk mengkaji lebih dalam dengan cara eksperimen. Alat terdiri dari antara lain, adaptor jenis PAB 18-1, solenoida, penggaris busur, penggaris panjang dan jangka sorong. Bahan yang digunakan adalah empat macam magnet batang yaitu batang A dengan panjang 9,80 cm, batang B dengan panjang 12,13 cm, batang C dengan panjang 16,80 cm dan batang D dengan panjang 7,15 cm. Kuat kutub magnet batang dilakukan dengan menempatkan magnet batang di antara kumparan solenoid sehingga akan ada interaksi antara magnet batang dengan solenoida yang berayun. Analisis dilakukan dengan regresi linier. Kuat magnet batang ditentukan dari slope grafik. Nilai kuat kutub magnet batang A $q_m = (8,19 \pm 0,75) \times 10^{-8}$ Am, batang B $q_m = (1,16 \pm 0,07) \times 10^{-7}$ Am, batang C $q_m = (1,65 \pm 0,19) \times 10^{-7}$ Am, dan batang D $q_m = (4,41 \pm 0,33) \times 10^{-7}$ Am. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan cukup baik, yang ditunjukkan dengan kemampuan alat untuk membedakan kuat kutub magnet berbagai sampel dengan panjang yang berbeda.

Kata kunci: kuat kutub magnet, regresi linear, solenoida

Abstract – This paper presents the experimental determination of the poles of a strong magnet with a deviation of the method of electrical current carrying solenoid coil. Strong magnetic poles is very important to learn as to determine the quality of a permanent magnet, so knowing which is owned by the magnetic force of the permanent magnet and make it easier to experiment with the use of magnets, it is important to examine more in the way eksperimen. Instrument consists of among others, the adapter type PAB 18-1, solenoids, ruler bow, long ruler and calipers. The materials used are of four kinds, namely rods A bar magnet with a length of 9.80 cm, rod B with 12.13 cm length, stem length of 16.80 cm C and D with a long rod 7.15 cm. Strong magnetic poles is done by placing the rod between the magnet solenoid coil so that there will be interaction between the solenoid magnet that swings. The analysis was performed by linear regression. Strong magnet is determined from the slope of the graph. Value powerful magnet poles A $q_m = (8,19 \pm 0,75) \times 10^{-8}$ Am, solenoid magnet B $q_m = (1,16 \pm 0,07) \times 10^{-7}$ Am, solenoid magnet C $q_m = (1,65 \pm 0,19) \times 10^{-7}$ Am, and solenoid magnet D $q_m = (4,41 \pm 0,33) \times 10^{-7}$ Am. The results of this study indicate that the tool can work quite well, as indicated by the ability of a powerful tool to differentiate the various samples of the magnetic poles of different lengths.

Keywords: strong magnetic poles, linear regression, solenoid

I. PENDAHULUAN

Magnet merupakan bagian dari pokok bahasan fisika yang berperan sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam rangkaian proses energi. Di dalam magnet terdapat kawasan atau medan magnet, yaitu medan yang terdapat disekitar kutub magnet atau penghantar yang dialiri arus dielektrik.

Salah satu di antara konsep fisika yang diajarkan kepada siswa adalah konsep tentang kemagnetan. Pembelajaran yang disampaikan secara teoretis menyebabkan konsep susah dipahami oleh sebagian siswa. Sampai saat ini, pembelajaran fisika di sekolah-sekolah lebih menitikberatkan pada pembelajaran konvensional (metode ceramah) sehingga kurang mampu merangsang siswa untuk terlibat aktif dan mengeluarkan ide-ide atau kemampuan berpikir dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu perlu adanya

pembelajaran yang efektif untuk mengarahkan siswa menjadi paham tentang konsep medan magnet.

Dalam eksperimen fisika magnet permanen yang digunakan dalam penelitian biasanya menggunakan magnet batang, dikarenakan magnet batang mempunyai garis gaya magnet yang paling kuat dari pada magnet jenis lainnya. Contoh penelitian yang menggunakan magnet batang adalah penentuan medan magnet bumi dan penentuan percepatan gravitasi bumi. Kualitas dari magnet permanen berbeda-beda tergantung bahan dan penggunaannya, semakin sering digunakan maka kualitasnya semakin menurun.

Kutub magnet adalah ujung magnet yang mempunyai gaya paling kuat. Semakin ke tengah maka nilai kekuatannya semakin berkurang. Keabstrakan konsep kemagnetan dan kuat kutub magnet mulai saat ini sudah harus dikikis karena dengan percobaan sederhana yang

dilengkapi alat ukur yang dibutuhkan maka sudah dapat memberikan gambaran yang jelas tentang kuat kutub magnet ini. Kuat kutub magnet sangat penting dipelajari karena untuk mengetahui kualitas magnet permanen.

II. LANDASAN TEORI

A. Medan Magnet

Medan magnet adalah suatu daerah di sekitar magnet di mana masih ada pengaruh gaya magnet [1]. Seperti pada gaya listrik, kita menganggap gaya magnetik tersebut dipindahkan oleh sesuatu, yaitu medan magnetik. Muatan yang bergerak menghasilkan medan magnetik dan medan ini selanjutnya memberikan suatu gaya pada muatan bergerak lainnya. Karena muatan bergerak menghasilkan arus listrik, interaksi magnetik dapat juga dianggap sebagai interaksi di antara dua arus. Kuat dan arah medan magnetik dapat juga dinyatakan oleh garis gaya magnetik. Jumlah garis gaya per satuan penampang melintang adalah ukuran kuat medan magnetik.

B. Kutub Magnet dan Garis Gaya Magnet

Jika magnet batang ditaburi serbuk besi atau paku-paku kecil, sebagian besar serbuk besi maupun paku akan melekat pada kedua ujung magnet. Hal itu menunjukkan bahwa gaya tarik magnet paling kuat terletak pada ujung-ujungnya. Alat yang digunakan untuk menunjukkan arah utara bumi atau geografis disebut kompas. Kompas merupakan magnet jarum yang menunjuk arah utara dan ujung lainnya menunjuk arah selatan.

C. Medan Magnetik pada Solenoida

Sebuah rangkaian solenoida adalah rangkaian yang terdiri dari beberapa loop lingkaran koaksial dengan jari-jari sama besar dan semuanya mengalirkan arus yang sama [2].

Besarnya induksi magnetik di pusat kumparan solenoida yang panjangnya l dan jumlah lilitan N adalah [3]

$$B = \frac{\mu_0 N}{l} i \quad (1)$$

Sedangkan besar induksi magnetik di ujung solenoida adalah

$$B = \frac{\mu_0 N}{2l} i \quad (2)$$

D. Intensitas magnet

Kuat medan magnet (intensitas magnet) adalah bilangan perbandingan rapat fluks magnetik dan permeabilitas ruang tersebut [3].

Kuat medan magnet pada pusat solenoida

$$H = \frac{iN}{l_s} \quad (3)$$

Sedangkan pada ujung solenoida

$$H = \frac{iN}{2l_s} \quad (4)$$

dengan H = intensitas magnet

N = jumlah lilitan

l_s = panjang lilitan (m)

E. Magnet Permanen

Berbagai faktor mempengaruhi magnet permanen seperti waktu, temperatur, medan eksternal. Faktor-faktor inilah yang mempengaruhi pemilihan bahan magnet.

Momen dipol ini dapat dibayangkan seolah olah dihasilkan oleh kutub $+q_m$ dan $-q_m$ pada kedua ujung batang dipol magnet yang dihasilkan adalah

$$P_m = lq_m \quad (5)$$

Maka besarnya kuat kutub sesuai adalah

$$q_m = MA \quad (6)$$

dengan,

q_m = kuat kutub magnet (Am)

M = magnetisasi (Am^{-3})

A = luas (m^2)

Inilah bentuk persamaan gauss untuk intensitas magnet H bila ada kuat kutub. Intensitas magnet H mempunyai 2 komponen. Komponen yang ditimbulkan oleh arus i pada lilitan disebut H_0 dan komponen yang ditimbulkan kuat kutub q_m disebut H_1 , maka persamaan H menjadi $H = H_0 + H_1$. Tetapi H_0 yang ditimbulkan arus bebas i membentuk garis gaya tertutup sehingga $\oint \vec{H}_0 \cdot d\vec{A} = 0$ [4].

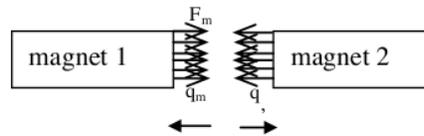
Bila kuat kutub berupa titik garis gaya magnet (untuk medan vektor H) haruslah radial dan homogen. Dengan hukum gauss persamaannya menjadi

$$\vec{H}_1 = \frac{q_m}{4\pi r^2} \hat{r} \quad (7)$$

Akibatnya pada ruang sekitar kutub akan timbul medan induksi magnet dengan persamaan

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}_1 = \mu_0 \frac{q_m}{4\pi r^2} \hat{r} \quad (8)$$

F. Interaksi Gaya antara Dua Magnet



Gambar 1. Gaya antara dua magnet.

Bila ada magnet di sekitarnya dengan kuat kutub q_m' yang terlihat pada Gambar 1, maka gaya yang bekerja pada q_m adalah

$$\vec{F}_m = q_m \vec{B} = \mu_0 \frac{q_m q_m'}{4\pi r^2} \hat{r} \quad (9)$$

Gambar 2 menunjukkan kumparan solenoida yang berorientasi aksial berinteraksi dengan magnet batang. Jika ada kumparan yang dialiri arus listrik akan menimbulkan medan magnet. Antara kumparan dengan magnet batang akan saling berinteraksi dan besarnya gaya magnet dari kumparan akan bertambah jika kedua arah medan searah dan berkurang jika kedua arah medan berlawanan. Resultan gaya yang bekerja pada sistem

$$F_R = F_m - W \sin \theta \quad (10)$$

Jika resultan sama dengan nol ($F_R=0$), maka

$$F_m = W \sin \theta \quad (11)$$

Untuk $\theta \approx$ kecil,

$$\sin \theta = \theta \quad (12)$$

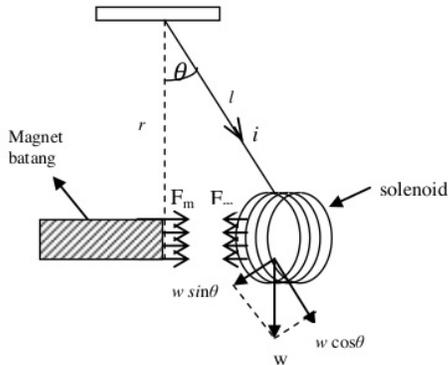
dan F_m sesuai dengan persamaan (9), maka persamaan (11) menjadi

$$mg\theta = \mu_0 \frac{q_m q'_m}{4\pi r^2} \quad (13)$$

Dengan q_m merupakan kuat kutub magnet permanen (magnet batang) dan q'_m merupakan kuat kutub

solenoida. Karena $\theta = \frac{r}{l}$ maka persamaan (13) menjadi

$$r^3 = \frac{\mu_0 q_m l N A i}{8\pi m g l_s} \quad (14)$$



Gambar 2. Skema hubungan gaya magnet pada solenoida terhadap magnet batang.

dengan:

r^3 = jarak simpangan pangkat tiga (m^3)

q_m = kuat kutub magnet batang (Am)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa (Wb/Am)

l = panjang kawat (m)

N = jumlah lilitan solenoida

A = luas permukaan solenoida (m^2)

i = arus listrik (A)

m = massa solenoida (kg)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

l_s = panjang solenoida (m)

III. METODE PENELITIAN

Alat terdiri dari antara lain, adaptor jenis PAB 18-1, solenoida, penggaris busur, penggaris panjang serta jangka sorong. Bahan yang digunakan adalah empat macam magnet batang yaitu batang A dengan panjang 9,80 cm, batang B dengan panjang 12,13 cm, batang C dengan panjang 16,80 cm dan batang D dengan panjang 7,15 cm.

Prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut :

- Menyusun alat-alat menjadi rangkaian sistem perangkat penelitian seperti pada Gambar 3.
- Menghidupkan adaptor.
- Mengatur arus listrik yang mengalir yaitu pada 0,2 A; 0,4 A; 0,6 A; 0,8 A; dan 1,0 A.
- Mengamati penyimpangan yang terjadi antara magnet dengan solenoida kemudian diukur jarak simpangan pangkat tiga (m^3).
- Mengulangi langkah a-d untuk magnet batang yang lain.



Gambar 3. Alat Eksperimen.

Metode yang digunakan pada penelitian penentuan kuat kutub magnet dengan menggunakan ayunan solenoida yaitu dengan menggunakan persamaan linear atau garis lurus model $y = ax + b$ [5]. Dari persamaan (14) maka diperoleh persamaan regresi linear $y = ax + b$, dengan memisalkan $r^3 = y$ dan $i = x$. Sehingga

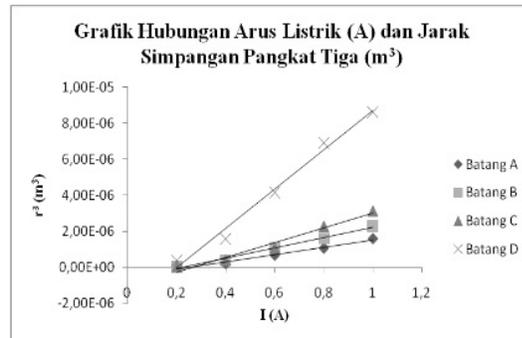
$$a = \frac{\mu_0 q_m l N A}{8\pi m g l_s} \quad (15)$$

Maka persamaan untuk mencari kuat kutub magnet adalah

$$q_m = \frac{8\pi m g l_s}{\mu_0 l N A} \quad (16)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4 disajikan grafik hubungan arus listrik dan jarak simpangan pangkat tiga untuk membandingkan dari masing-masing magnet batang. Nilai kuat kutub dari masing-masing magnet batang dapat dilihat dalam Tabel 1.



Gambar 4. Grafik hubungan arus listrik (A) dan jarak simpangan pangkat tiga (m^3) pada berbagai magnet batang.

Tabel 1. Nilai a , S_a , q_m , dan S_{q_m}

No	Jenis magnet batang	$(a \pm S_a) \text{ m}^3/\text{A}$	$(q_m \pm S_{q_m}) \text{ Am}$
1.	Batang A	$(2,02 \pm 0,17) \times 10^{-6}$	$(8,19 \pm 0,75) \times 10^{-8}$
2.	Batang B	$(2,88 \pm 0,15) \times 10^{-6}$	$(1,16 \pm 0,07) \times 10^{-7}$
3.	Batang C	$(4,07 \pm 0,47) \times 10^{-6}$	$(1,65 \pm 0,19) \times 10^{-7}$
4.	Batang D	$(10,9 \pm 0,74) \times 10^{-6}$	$(4,41 \pm 0,33) \times 10^{-7}$

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penentuan kuat kutub magnet batang dengan metode simpangan kumparan solenoida berarus listrik dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja dengan cukup baik, yang ditunjukkan dengan kemampuan alat untuk membedakan kuat kutub magnet berbagai sampel dengan panjang yang berbeda. Nilai kuat kutub magnet batang yang terbesar terdapat pada batang D dengan $q_m = (4,41 \pm 0,33) \times 10^{-7} \text{ Am}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak di Laboratorium Fisika Dasar UAD dan Magister Pendidikan Fisika UAD yang mendukung penulis dalam melakukan penelitian.

PUSTAKA

- [1] P. A. Tipler, *Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 2001.
- [2] M. Alonso, dan E. J. Finn, *Dasar-Dasar Fisika Universitas Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga, 1994.
- [3] Suharto, dkk, *Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
- [4] J. R. Reitz, dkk, *Dasar Teori Listrik Magnet terjemahan Suwarno Wirjosimin*. Bandung : ITB, 1993.
- [5] Sutrisno dan T. I. Gie, , *Fisika Dasar Listrik Magnet dan Termofisika Listrik*. Bandung : ITB, 1983.

TANYA JAWAB

Elis L., UAD

? Hubungan antara kutub magnet dengan magnet permanen itu bagaimana?

Irnin Agustina D. A. (UAD)

@ Semakin besar kuat kutub magnet maka gaya tarik menariknya semakin kuat.

Thoha Firdaus, UAD

? Mengapa menggunakan batang aliko hanya satu variasi, sedangkan batang magnet yang lain tidak menggunakan batang magnet yang sama?

Elis L., UAD

@ Kesulitan dalam pencarian bahan magnet .

Penentuan Kuat Kutub Magnet Batang dengan Metode Simpangan Kumputan Solenoida Berarus Listrik

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.mybookstore.com.my Internet	10 words — < 1%
2	www.giapjournals.com Internet	9 words — < 1%
3	repository.iainpurwokerto.ac.id Internet	9 words — < 1%
4	tulispk.blogspot.com Internet	9 words — < 1%
5	classyfm.co.id Internet	9 words — < 1%
6	blog.uad.ac.id Internet	9 words — < 1%
7	www.mialmustajab.sch.id Internet	8 words — < 1%
8	lilisindahrahmawati.blogspot.com Internet	8 words — < 1%
9	www.neliti.com Internet	8 words — < 1%
10	hmdgeosainsui.net Internet	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES

ON

EXCLUDE MATCHES

OFF

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY

ON