



Pengaruh Kuat Arus Listrik terhadap Medan Magnet di Sekitar Kawat Lurus Berarus

Adelyna Oktavia Nasution¹, M. Wira Adhitya², Nazhiful Abid³,
Sazwani Ardhia Sahira⁴, Laila Ali Putri⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Alamat : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Korespondensi penulis: wiraadhitya228@gmail.com, nazhifulabid@gmail.com,
sazwaniardhiasahira@gmail.com lailap774@gmail.com adelyna1100000198@uinsu.ac.id

Abstract. *The results of this study aim to investigate the significant impact of electric currents on the magnetic fields surrounding a straight wire conducting current. This phenomenon is a result of the relationship between electric current and magnetic fields, making it a primary focus of scientific research in the field of physics. The method used in this research is descriptive quantitative, with a thorough analysis of the magnetic effects produced by copper wire applied to iron nails. This study found that the intensity of the magnetic field is very high when the number of copper wire turns reaches 20 turns, resulting in an increase in the attracted nails to 10 nails. This shows that the addition of the number of turns affects the magnetic strength in influencing ferromagnetic objects. This research provides a clear depiction of the relationship between electric current and magnetic fields.*

Keywords: *Electric current, Magnetic field, and Straight*

Abstrak. Hasil dari studi ini adalah untuk menyelidiki dampak arus listrik yang signifikan terhadap magnet yang ada di sekitar kawat lurus untuk mengalirkan arus. Fenomena ini adalah hasil dari hubungan arus listrik dan medan magnet, sehingga telah menjadi fokus utama dalam penelitian ilmiah di area fisika. Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif, dengan analisis menyeluruh mengenai efek magnet yang dihasilkan oleh kawat tembaga yang diterapkan pada paku besi. Temuan penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak lilitan kawat tembaga, maka kekuatan magnet yang dihasilkan juga meningkat. Penelitian ini menemukan bahwa intensitas medan magnet sangat tinggi ketika jumlah lilitan kawat tembaga mencapai 20 lilitan, sehingga paku yang tertarik meningkat menjadi 10 paku. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah lilitan berpengaruh pada kekuatan magnet dalam memengaruhi benda feromagnetik. Penelitian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai keterkaitan antara arus listrik dan medan magnet.

Kata kunci: Arus listrik, Medan magnet, dan Kawat lurus

1. LATAR BELAKANG

Salah satu referensi penting dalam studi ini, terdapat jurnal yang disusun oleh Alex Harijanto, yang membahas secara rinci tentang dampak besar dari arus listrik terhadap medan magnet di sekeliling kawat lurus yang mengalirkan arus. Dalam karyanya, Harijanto menekankan bahwa semakin kuat arus yang mengalir dalam kabel lurus, semakin besar medan magnet yang terbentuk di area sekitarnya. Kesimpulan ini diperoleh melalui pendekatan teoritis dan eksperimen sederhana yang mendukung hubungan linier antara besar arus dan intensitas medan magnet. Temuan tersebut menjadi pijakan awal bagi pengembangan penelitian ini, khususnya dalam memahami karakteristik medan magnet dalam berbagai variasi arus listrik.

Hubungan antara listrik dan magnet telah menjadi subjek penelitian di bidang fisika sejak lama, terutama setelah ditemukan bahwa aliran listrik mampu menghasilkan medan magnet. Contoh yang sangat jelas dapat dilihat pada kawat yang lurus ketika diberi arus listrik. Saat arus mengalir melalui kawat, medan magnet berbentuk lingkaran akan muncul di sekelilingnya, dan kekuatan medan ini bergantung pada besarnya arus yang sedang mengalir.

Fenomena medan magnet di sekitar kawat lurus dengan arus pertama kali diungkap oleh ilmuwan asal Denmark, pada tahun 1820, Hans Christian Ørsted menemukan bahwa jarum kompas yang ditempatkan di dekat kawat lurus yang mengalirkan listrik akan menunjukkan perubahan arah, menandakan adanya pengaruh medan magnet. Penemuan ini menjadi landasan bagi pengembangan teori elektromagnetisme dan membuka kesempatan untuk penemuan lebih lanjut terkait hubungan antara listrik dan magnet.

Medan magnet yang dihasilkan oleh kawat lurus yang dilalui arus mengikuti pola tertentu yang dapat dijelaskan melalui hukum Ampère dan hukum Biot-Savart. Aturan tangan dapat menentukan arah medan magnet disekitar kawat lurus.

Pemahaman mengenai arus medan magnet di sekitar kawat lurus sangat penting di berbagai aspek teknologi, termasuk juga pembuatan motor listrik, transformator, dan perangkat elektromagnetik lainnya. Penelitian lebih lanjut tentang medan magnet ini juga bermanfaat untuk sistem komunikasi serta pengembangan perangkat elektromagnetik yang lebih efisien. Oleh karena itu, sangat penting untuk mempelajari lebih dalam fenomena medan magnet yang dihasilkan oleh kawat lurus yang mengalir arus ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara eksperimental bagaimana kuat arus medan magnet memengaruhi kawat lurus. Dengan melakukan pengukuran sistematis dan membandingkan hasilnya dengan teori, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran empiris yang lebih jelas dan dapat digunakan dalam pembelajaran sains berbasis laboratorium.

2. KAJIAN TEORITIS

1. Medan Magnet

Kawasan yang ada di sekitar magnet atau aliran listrik yang dapat memengaruhi objek magnetik atau partikel bermuatan dikenal sebagai medan magnet.. Pergerakan muatan listrik, termasuk arus yang mengalir dalam kabel, adalah penyebab terbentuknya medan magnet (Wulandari, 2020).

Ciri-Ciri Medan Magnet

- Arah medan ini berjalan dari kutub utara ke kutub selatan.

- Dapat digambarkan dengan garis-garis gaya magnet.
- Kekuatan medan magnet dapat dipengaruhi oleh besarnya arus listrik dan juga jarak dari sumbernya.

2. Arus Listrik

Arus listrik yaitu aliran dari muatan listrik yang bergerak melalui sebuah penghantar karena adanya perbedaan potensial. Kuat arus biasanya dapat diukur dalam satuan yang bernama “Ampere” dan merupakan faktor penting untuk menentukan seberapa besar medan magnet yang terbentuk.

Jenis-jenis Arus Listrik:

a) Arus Listrik Searah

Jenis arus listrik yang biasa mengalir dalam satu arah dan memiliki besar yang tetap disebut arus Listrik searah. Tegangan didalam rangkaian arus tertutup selalu memiliki arah yang sama, sehingga aliran juga bergerak dalam arah yang sama, yang menunjukkan bahwa muatan tersebut bergerak ke arah tertentu.

b) Arus Listrik Bolak-Balik

Arus listrik bolak-balik adalah arus yang secara teratur mengalami perubahan arah maupun besar. Suatu rangkaian arus, bisa membuat arah tegangan berubah dengan ritme tertentu, sehingga baik arah maupun besar arus pun selalu mengalami perubahan. Hal ini menunjukkan elektron bebas bergerak maju dan bergerak mundur.

c) Arus Listrik Bergelombang

Arus ini terdiri dari Sebagian arus searah dan bolak-balik. Suatu arus yang besarnya selalu berubah, tetapi arahnya tetap konstan. Maka, ini terdiri atas arus searah dan sebagian lagi arus bolak-balik.

3. Elektomagnetisme

Elektromagnetisme merupakan bidang yang mengkaji hubungan antara listrik dan magnet, yang diperkenalkan lewat eksperimen oleh Hans Christian Oersted pada abad ke-19. Arus Listrik dapat memengaruhi jarum kompas, yang menunjukkan bahwa sekitar kawat dengan arus listrik terdapat medan magnet. (Kurniawan, 2021).

4. Hukum Biot - Savart

Menurut Syamsul (2024), Hukum Biot-Savart menjelaskan tentang besar dan arah medan magnet yang ditimbulkan oleh elemen kawat yang dilalui arus listrik. Hukum ini menjadi dasar perhitungan teoretis dalam menentukan besarnya medan magnet pada titik tertentu.

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin \theta}{r^2}$$

- **Pengaruh Jarak (r):** Medan magnet berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari kawat.
- **Aplikasi Praktis:** Diterapkan dalam perancangan sistem kelistrikan dan eksperimen laboratorium.
- **Konstanta Permeabilitas (μ_0):** Merupakan konstanta yang menunjukkan kemampuan medium dalam menghantarkan medan magnet.

3. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

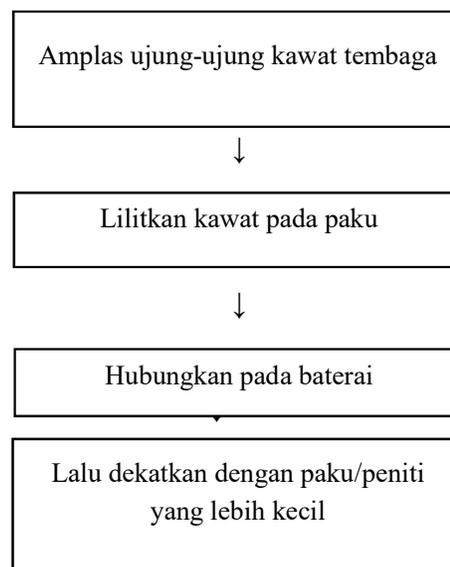
Metode yang digunakan dalam riset ini merupakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Proses pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif guna memperoleh gambaran yang akurat mengenai kondisi yang sebenarnya, serta untuk merespons pertanyaan yang berkaitan dengan kondisi subjek dalam studi ini (Rukajat, 2020).

Peralatan dan Material

Peralatan dan material antara lain yaitu:

- a) Paku
- b) Baterai
- c) Kawat tembaga
- d) Pisau

Prosedur Kerja



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Percobaan 1 (Lilitan Sedikit)



Gambar 1.1 Hasil Percobaan 1

Rumus Kuat Medan Magnet Soolenoida (Hukum Ampere)

$$B = \mu_0 \cdot L N \cdot I$$

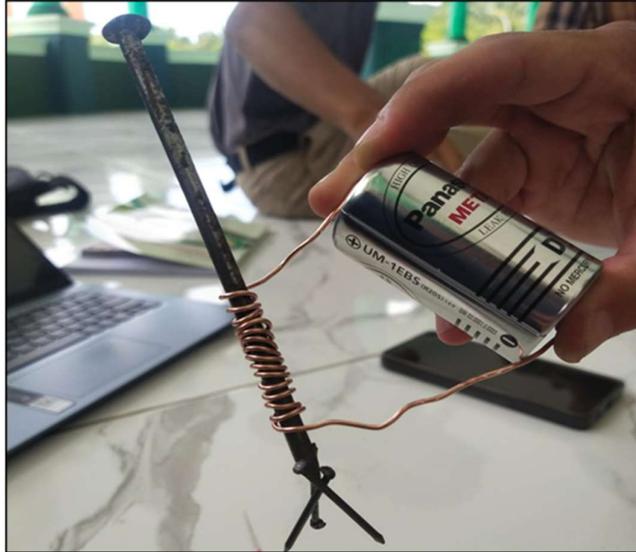
Keterangan:

- B = kuat medan magnet (Tesla)
- μ_0 = permeabilitas vakum $4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$
- N = jumlah lilitan kawat
- I = kuat arus listrik (Ampere)
- L = panjang inti paku (m)

Pada percobaan 1, N kecil $\rightarrow B$ kecil \rightarrow daya tarik magnet lemah

Berdasarkan dari gambar 1.1 di atas, kemungkinan kuat medan magnetnya berkurang seiring bertambahnya lilitan. Lilitan kawat tembaga mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan medan magnet. Hanya ada sepuluh baris pada gambar di atas, di mana satu paku kecil dapat dipengaruhi oleh sebuah paku besi.

2. Percobaan Daya Tarik Magnetik Elektromagnet (gaya terhadap benda logam)



Gambar 1.2 Hasil Percobaan 2

Rumus :

$$F = B^2 \cdot A^2 \cdot \mu_0 = \frac{B^2 \cdot A}{2 \cdot \mu_0} \quad F = 2 \cdot \mu_0 B^2 \cdot A$$

Keterangan:

- F = gaya tarik magnetik (Newton)
- A = luas penampang inti (m^2)
- B = kuat medan magnet (dihitung dari rumus 1)

Karena B meningkat (akibat N meningkat), maka: $\rightarrow F$ juga meningkat
 \rightarrow Daya tarik terhadap paku lain bertambah kuat

Dapat dilihat pada gambar 1.2, dapat diamati bahwa semakin banyak lilitan, maka arus listrik yang menciptakan medan magnet juga akan semakin meningkat. Lilitan kawat tembaga pada gambar di atas berjumlah 15 lilitan, sehingga besi paku dapat meningkatkan daya tarik magnetnya dan dapat menarik tiga paku kecil.

3. Percobaan 3 (Lilitan Banyak)



Gambar 1.3 Hasil percobaan 3

Rumus-rumus tambahan yang mendukung:

a. Induksi Magnetik di Dalam Inti Feromagnetik

$$B = \mu \cdot H \quad H = \frac{N \cdot I}{L} \quad H = LN \cdot I$$

Keterangan:

- H = intensitas medan magnet
- μ = permeabilitas bahan inti (lebih besar dari μ_0 karena inti besi)
- B sangat besar karena $\mu \gg \mu_0$ pada paku besi

b. Hubungan Energi Magnetik

$$U = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \quad U = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

Keterangan:

- U = energi tersimpan dalam medan magnet (Joule)
- L = induktansi kumparan (Henry)

Dapat dilihat Dari ilustrasi 1. 3 di atas, dapat dilihat bahwa gulungan kawat tembaga sangat erat kaitannya dengan kekuatan medan magnet, yang mana ia memperkuat arus magnet di sekeliling paku besi. Terdapat 20 lilitan pada paku pada ilustrasi di atas, yang menghasilkan arus magnet yang lebih besar yang dapat menarik 10 paku.

Tabel.1

Jumlah Lilitan	Jumlah Baterai	Jumlah Paku yang tertarik	Analisis
10	1 (1,5 Volt)	1	Medan magnet cukup lemah karena jumlah lilitan sedikit. arus Listrik Hanya menciptakan sedikit garis gaya magnet yang tidak cukup kuat untuk menarik banyak paku.
15	1 (1,5 Volt)	3	Bertambahnya lilitan meningkatkan intensitas medanmagnet, menyebabkan lebih banyak paku bisa tertarik.
20	1 (1,5 Volt)	10	Medan magnet cukup kuat karena lilitan banyak. Banyaknya garis gaya <i>magnetic</i> membuat elektro magnetic bisa menarik banyak paku.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari gambar 1.1 di atas, kemungkinan kuat medan magnetnya rendah karena hanya 10 lilitan kawat tembaga terhadap paku. Lilitan kawat tembaga sangat berpengaruh terhadap kekuatan medan magnet. Sehingga arus medan magnet hanya mampu menarik satu paku kecil karena sedikitnya lilitan kawat.

Kemudian hasil Dari ilustrasi 1. 2 di atas, tampak bahwa dengan bertambahnya jumlah lilitan, arus listrik yang menciptakan medan magnet akan menjadi semakin besar. Ketika lilitan kawat tembaga mencapai 15, daya tarik magnet pada paku besi akan meningkat sehingga mampu menarik tiga paku kecil.

Sementara itu, pada gambar 1. 3 yang ditunjukkan, dapat dilihat bahwa semakin banyak lilitan kawat tembaga, maka kekuatan arus listrik pada paku juga meningkat. Di mana arus magnet menjadi lebih kuat di sekitar paku besi, sehingga medan magnet yang dihasilkan dapat menarik hingga 10 paku akibat kekuatan medan magnet yang tinggi.

Dari semua hasil percobaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak lilitan kawat tembaga yang ditempatkan pada paku maka, semakin besar medan magnet yang dihasilkan. Hal ini bisa disebabkan oleh banyaknya lilitan yang mampu meningkatkan arus magnet di sekitar paku besi saat arus listrik keluar dari baterai melalui kawat tembaga.

Arus tersebut menghasilkan medan magnet mengelilingi kawat. Karena kawat dililitkan pada inti besi, medan magnet terkonsentrasi dan diperkuat oleh inti tersebut, membuat ujung paku menjadi kutub magnet.

6. DAFTAR REFERENSI

- Barua, A., & Al Faruque, M. A. (2022). *PreMSat: Strategi Pencegahan Serangan Saturasi Magnetik pada Sensor Hall*. *IACR Transactions on Cryptographic Hardware and Embedded Systems*, 2022(4), 438 - 462. <https://doi.org/10.46586/tches.v2022.i4.438-462>
- Barua, A., & Faruque, M. A. Al. (2022). *HALC: Sistem Pertahanan Sensor Internal terhadap Serangan Pemalsuan Magnetik pada Sensor Hall*. *ACM International Conference Proceeding Series*, 185 - 199. <https://doi.org/10.1145/3545948.3545964>
- Febri Rismaningsih, S. P. S. M. S., Malik, Y., Sujarwanto, E., Muaz, S., Sumario, S., Saka, B. G. M., Yati, F., Anggraeni, E. F., Setiawan, J., & Sukiastini, I. G. A. N. K. (2022). *Fisika Magnet untuk Teknik*. Media Sains Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=sbJ3EAAAQBAJ>
- Kurniawan, D. (2021). *Pengantar Elektromagnetisme untuk Mahasiswa Fisika*. Media Ilmu Press.
- Mansyah, S., & Myori, D. E. (2022). Rancang bangun sistem alarm pintu otomatis berbasis sensor magnet menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi dan Riset*, 3(2), 407–415.
- Putri, H. V., Radiyono, Y., & Setiawan, I. B. (2022). Desain alat eksperimen untuk mengkaji induksi magnetik pada kawat melingkar dengan sensor Hall tipe UGN3503. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 12(1), 44–50.
- Rahmawati, N. (2022). *Dasar-Dasar Arus dan Medan dalam Listrik Magnet*. Lentera Sains Indonesia.
- Rukajat, A. (2018). *Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach*. Deepublish.
- Schade, N. B., Schuster, D. I., & Nagel, S. R. (2019). Fenomena efek Hall geometrik nonlinier tanpa medan magnet. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(49), 24475–24479.
- Syamsul, R. (2024). *Hukum-Hukum Fisika dalam Praktikum Modern*. Cahaya Akademika.
- Wulandari, S. (2020). *Konsep dan Aplikasi Listrik Magnet dalam Fisika Modern*. Penerbit Arasy Media.
- Yuliana, R. (2023). *Eksperimen Fisika untuk Mahasiswa dan Guru*. EduTech Press.