Studi Awal Penggunaan Smartphone dalam Eksperimen Pengukuran Momen Magnet dari Suatu Lilitan Kumparan Berarus Listrik

Stefanus Kurnia Wijaya[1,a)], Fauziah A.[1,b)], Dadang Sunendra[1,c)] dan Ferry Iskandar[1,d)]

[1]Laboratorium Listrik dan Magnet,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

[a)] stefanus.kurnia@students.itb.ac.id
[b)] fauziah.physics@gmail.com
[c)] dadang_fi@yahoo.co.id
[d)] ferry@fi.itb.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Kami mengembangkan eksperimen untuk mahasiswa Fisika tingkat sarjana terkait dengan pengukuran momen magnet dari suatu lilitan. Sebuah lilitan kumparan berarus yang diberi medan magnet seragam akan menghasilkan suatu gerak periodik yang kemudian diukur dengan menggunakan sensor magnet pada smartphone. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan dengan memvariasikan diameter dan jumlah lilitan pada lilitan kumparan berarus. Arus yang diberikan pada lilitan dibuat konstan. Hasil momen magnet yang didapatkan dari pengukuran gerak periodik lilitan kawat berarus ini berkisar antara 0,28-0,68 A.m^2 dan memiliki selisih error antara 1,6-7% dari hasil secara teori. Dapat disimpulkan bahwa smartphone dapat digunakan untuk menentukan momen magnet pada lilitan kawat yang diberi arus listrik dalam eksperimen Fisika.

Kata-kata kunci: Momen magnet, Sensor magnet, Smartphone.

PENDAHULUAN

Smartphone merupakan alat komunikasi berupa telepon pintar yang hampir dimiliki oleh setiap orang. Teknologi pada *smartphone* dilengkapi dengan banyak fitur yang didukung dengan berbagai sensor yang terpasang pada *smartphone*. Baru-baru ini, penggunaan *smartphone* diaplikasikan untuk bidang kesehatan, transportasi, lingkungan, dan pendidikan. Pada bidang kesehatan *smartphone* digunakan untuk penanganan penyakit *schizoprenia* [1], di bidang transportasi digunakan untuk monitor jalan dan kemacetan [2], di bidang lingkungan digunakan untuk mendeteksi kekeruhan air [3], dan di bidang pendidikan digunakan sebagai media eksperimen pada eksperimen osilasi teredam [4].

Smartphone dapat digunakan sebagai media dalam pembelajaran Fisika. Pembelajaran Fisika yang memanfaatkan *smartphone* pernah dilakukan untuk topik seperti mekanika yaitu mempelajari gerak osilasi dengan memanfaatkan sensor cahaya pada *smartphone* [5] dan eksperimen gerak osilasi dengan menggunakan sensor *accelerometer* [6]. Adapun topik lain dalam pembelajaran Fisika dengan memanfaatkan sensor magnet seperti menentukan medan magnet dengan *smartphone* yang dilakukan oleh Septianto et al., yakni mengukur medan magnet pada kawat yang dialiri arus listrik [7] dan Setiawan et al., melakukan eksperimen mengukur medan magnet dalam 3 sumbu (B_x, B_y dan B_z) pada kawat berarus [8]. Hal ini

menunjukkan bahwa sensor magnet pada *smartphone* dapat digunakan untuk menentukan medan magnet dalam eksperimen Fisika.

Suatu kawat yang dialiri listrik dalam suatu medan magnet homogen akan menghasilkan gerak osilasi. Gerakan osilasi dihasilkan dari torsi medan magnet. Selanjutnya nilai momen magnet dari kawat dapat ditentukan. Oleh karena itu kami ingin melakukan penelitian pemanfaatan *smartphone* pada eksperimen menentukan momen magnet. Pada eksperimen yang kami lakukan, terdapat hubungan antara medan magnet dan momen magnet. Beberapa eksperimen telah berhasil menggunakan *smartphone* untuk menentukan medan magnet. Maka kami memanfaatkan sensor magnet pada *smartphone* yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan nilai momen magnet tersebut. Sampai saat ini, belum ada eksperimen yang memanfaatkan sensor magnet pada *smartphone* dan digunakan untuk menentukan nilai suatu momen magnet. Sehingga, kami melakukan studi awal untuk menentukan nilai momen magnet dari lilitan kawat yang dialiri arus listrik yang diletakkan di antara kumparan *Helmholtz* dengan menggunakan sensor magnet pada *smartphone*.

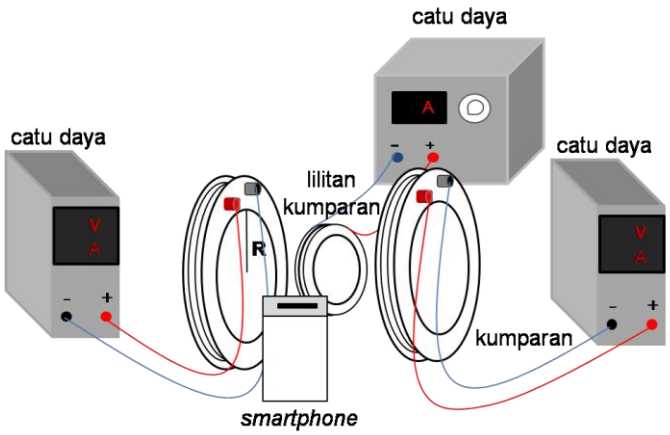
METODE EKSPERIMEN

Konfigurasi Alat Eksperimen dan Pengukuran

Rangkaian eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas kawat melingkar berarus yang memiliki diameter 8 cm, lilitan kumparan yang memiliki diameter masing-masing 6, 7, dan 9 cm dengan lilitan dibuat konstan, dan lilitan kumparan yang memiliki jumlah lilitan masing-masing 50, 60, dan 70 lilitan dengan diameter konstan. Komponen tersebut dirangkai seperti pada gambar 1. Kumparan kawat dihubungkan ke catu daya dengan arus sebesar 0,1-1 A. Kemudian lilitan kumparan dihubungkan juga ke catu daya.

Smartphone yang digunakan adalah Xiaomi Redmi 4 A (dimensi 139,5 x 70,4 x 8,5 mm) dengan sistem operasi Android. Sensor magnet untuk menentukan periode getaran yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada aplikasi *Phypox* yang terpasang pada *smartphone*. Pada *smartphone* dilakukan *mapping* (pemetaan) untuk memperoleh posisi sensor magnet. Metode *mapping* dilakukan dengan membuat koordinat kartesian pada *smartphone* lalu membaginya menjadi beberapa sel. Ukuran sel telah ditentukan sebesar 7 x 1 mm. Pada setiap sel dilakukan pengukuran medan magnet untuk mengetahui posisi sensor magnet pada *smartphone*. Setelah posisi sensor magnet diketahui, *smartphone* diletakkan dibagian luar dengan posisi sejajar dengan lilitan kumparan.

Momen magnet ditentukan berdasarkan lilitan kumparan N, arus I yang mengalir pada kumparan kawat melingkar, dan luas kumparan A kawat melingkar. Pertama-tama, pengambilan data dilakukan dengan menentukan nilai medan magnet kumparan kawat *Helmholtz*. Kemudian menentukan nilai periode rata-rata menggunakan sensor magnet pada *smartphone* untuk rentang arus 1-3 A dengan kenaikan tiap 0,25 A dengan pengulangan 5 kali. Kemudian data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara medan magnet B terhadap $1/T^2$ hingga diperoleh nilai momen magnet.



Gambar 1. Konfigurasi eksperimen menentukan momen magnet pada lilitan kawat yang dialiri arus listrik.

Pendekatan Analitik

Pada penelitian ini, data yang diperoleh dengan membandingkan hasil teori dengan data hasil pengukuran secara eksperimen. Persamaan yang digunakan untuk menghitung periode putaran kumparan kawat ditunjukkan pada persamaan (1),

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{mB_h\theta}{I} = -\omega^2\theta \tag{1}$$

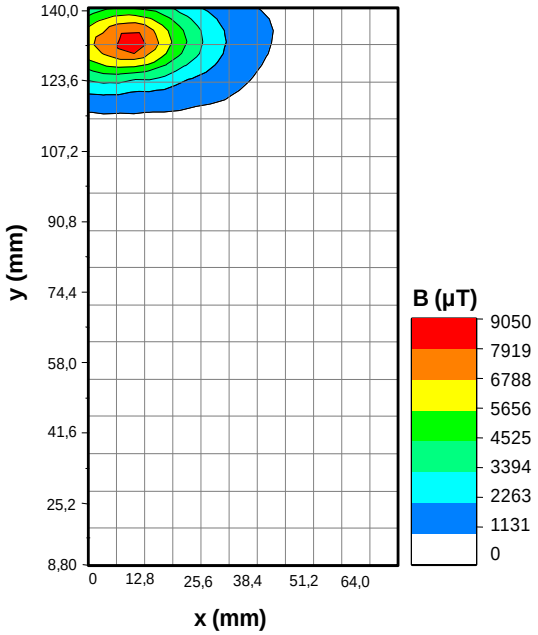
Untuk perhitungan secara teori digunakan persamaan (2) sebagai berikut,

$$m = NIA \tag{2}$$

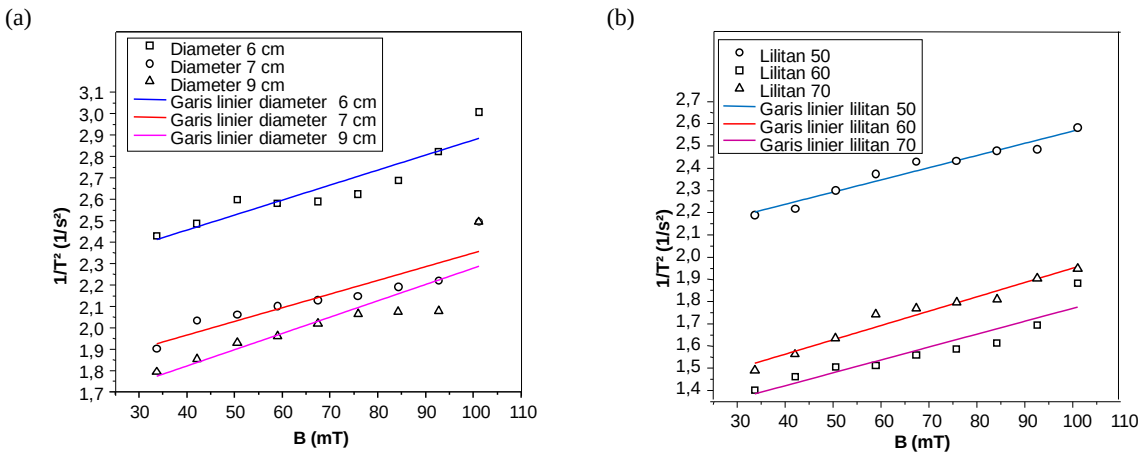
dimana A adalah luas lilitan kumparan dan N adalah jumlah lilitan pada kumparan.

HASIL DAN DISKUSI

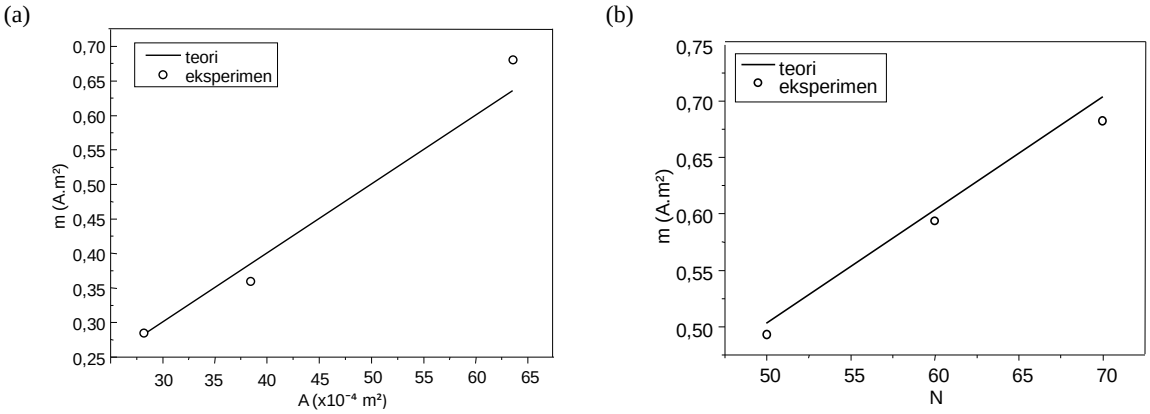
Salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan posisi sensor magnet pada *smartphone* yaitu dengan *mapping* (pemetaan). Hasil pemetaan ditunjukkan seperti pada gambar 2. Posisi sensor magnet terletak pada titik merah di ujung sebelah kiri pada *smartphone* dengan kordinat (9,09;130,5) mm.



Gambar 2. Hasil pemetaan sensor magnet.



Gambar 3. Hasil pengukuran medan magnet pada: (a) variasi diameter (b) variasi jumlah lilitan kawat.



Gambar 4. Grafik hubungan momen magnet terhadap: (a) luas permukaan (*A*) dan (b) jumlah lilitan (*N*).

Hubungan antara antara medan magnet dan $1/T^2$ pada lilitan kawat berarus ditunjukkan seperti pada gambar 3. Gambar 3.a. menunjukkan besar medan magnet yang diperoleh untuk variasi diameter dan gambar 3.b. menunjukkan nilai medan magnet untuk variasi jumlah lilitan kawat. Nilai medan magnet ditentukan berdasarkan persamaan medan magnet untuk kumparan Helmoltz. Adapun nilai *T* (periode) diperoleh dari aplikasi *Phypox* yang digunakan. Dari grafik hubungan antara medan magnet dan $1/T^2$ akan diperoleh suatu kemiringan atau gradien yang digunakan untuk menentukan nilai momen magnet. Nilai momen magnet ditentukan berdasarkan hubungan antara nilai gradien dengan momen magnet.

Perbandingan nilai momen magnet secara eksperimen dan teori ditunjukkan pada gambar 4. Gambar 4.a. menunjukkan pengaruh luas permukaan terhadap momen magnet. Berdasarkan hasil tersebut terdapat kesesuaian antara hasil eksperimen dan teori untuk diameter tertentu. Dari hasil pengukuran diperoleh bahwa semakin besar diameter suatu lilitan kawat semakin besar nilai kesalahannya. Panjang benda mempengaruhi sudut simpangan gerakan osilasi suatu benda. Kesalahan yang diperoleh dalam pengukuran disebabkan karena sudut simpangan osilasi lilitan kawat cukup besar. Sudut yang terlalu besar menyebabkan osilasi pada lilitan menjadi tidak stabil. Pada gambar 4.b. menunjukkan pengaruh momen magnet terhadap jumlah lilitan kawat. Dari hasil yang didapatkan terdapat kesesuaian antara hasil secara eksperimen dan teori. Namun untuk jumlah lilitan yang semakin bertambah terjadi penyimpangan antara eksperimen dan teori. Bertambahnya lilitan pada kawat akan mempengaruhi gerakan osilasi lilitan. Hal ini disebabkan karena bertambahnya massa suatu benda maka pusat massa benda akan mengalami pergeseran yang mengakibatkan sudut simpangannya berubah.

KESIMPULAN

Kami telah melakukan eksperimen untuk menentukan momen magnet pada lilitan kawat yang berarus listrik dengan menggunakan *smartphone*. Untuk memperoleh hasil yang akurat maka perlu dilakukan pemetaan untuk menentukan dengan tepat posisi sensor magnet pada *smartphone*. Hasil yang didapatkan menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda antara pengukuran secara eksperimen dengan teori untuk diameter tertentu. Jumlah lilitan yang divariasikan memberikan hasil yang cukup baik antara eksperimen dan teori. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor magnet pada *smartphone* dapat digunakan sebagai media eksperimen dalam pembelajaran Fisika khususnya eksperimen listrik magnet untuk mahasiswa tingkat sarjana. Agar hasil yang diperoleh lebih baik maka perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai eksperimen ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Bandung (ITB) yang telah memberikan fasilitas peralatan eksperimen dalam penelitian ini.

REFERENSI

1. Ben-Zeev D, Brenner C J, Begale M, Duffecy J, Mohr D C and Mueser K T, *Feasibility, acceptability, and preliminary efficacy of a smartphone intervention for schizophrenia*, Schizophrenia Bulletin **40** (2014) 1244-53
2. Mohan P, Padmanabhan V N, Ramjee R, *Nericell: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones,* Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (2008) 323-336
3. Hussain I., Ahamad K., dan Nath P., *Water Turbidity Sensing Using A Smartphone*, Royal Society of Chemistry **00** (2013) 1-3
4. Ballester E, Castro-Palacio J C, Velazquez-Abad L, Gimenez M H, Monsoriu J A and Ruiz L M S, *Smart Physics with Smartphone Sensors*, Proceedings-Frontiers in Education Conference (2014)
5. Sans J A, Manjón F J, Pereira A L J, Gomez-Tejedor J A and Monsoriu J A, *Oscillations studied with the smartphone ambient light sensor*, Eur. J. Phys **34** (2013) 1249-54
6. Castro-Palacio J C, Velázquez-Abad L, Giménez F and Monsoriu J A 2013 A quantitative analysis of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors *Eur. J. Phys* **34** 737-44
7. Septianto R D, Dadang S and Ferry I, *Utilization of the Magnetic Sensor in a Smartphone for Facile Magnetostatics Experiment: Magnetic Field due to Electrical Current in Straight and Loop Wires*, Physics Education **52** (2016)
8. Setiawan B, Septianto R D, Dadang S and Ferry I, *Measurement of 3-axis Magnetic Fields Induced by Current Wires using a Smartphone in Magnetostatics Experiments*, Physics Education **52(1)** (2017)
9. Griffiths D J and College R 1999 *Introduction to electrodynamics* vol 3 (New Jersey, USR: Prentice-Hall)