

Studi Awal Penggunaan Smartphone dalam Eksperimen Magnetostatik: Pengukuran Medan Magnet 3 Sumbu Dari Kawat Berarus

Bramianto Setiawan^{1,a)}, Ricky D Septianto^{1,b)}, Dadang Suhendra^{1,c)} dan Ferry Iskandar^{1,d)}

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

^{a)} sbramianto@gmail.com

^{b)} septianto.rickydwi@gmail.com

^{c)} dadang_fi@yahoo.co.id

^{d)} ferry@fi.itb.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Smartphone merupakan telepon pintar yang banyak digunakan orang. Dalam penelitian ini akan dibahas studi awal penggunaan smartphone dalam eksperimen magnetostatik untuk pengukuran medan magnet 3 sumbu dari kawat berarus. Penggunaan smartphone pada eksperimen dapat menggantikan tesla meter yang harganya relatif mahal. Media yang digunakan adalah smartphone berbasis android yang telah terpasang aplikasi Gauss meter. Untuk mendapatkan posisi sensor magnet pada smartphone, dilakukan pemetaan pada smartphone dengan menggunakan magnet permanen. Dalam penelitian ini, eksperimen magnetostatik dilakukan dengan mengukur 3-sumbu medan magnet (B_x , B_y dan B_z) yang dihasilkan oleh kawat yang dialiri arus listrik. Menggunakan dua jenis kawat yakni, kawat lurus dan kawat melingkar. Kemampuan smartphone sebagai alat ukur diuji dengan menggunakan beberapa variabel yakni jarak antara kawat dengan smartphone, arus, dan diameter kawat melingkar. Untuk menguji hasil eksperimen, dilakukan perbandingan antara hasil eksperimen dengan teori. Menurut hasil dari penelitian, terdapat kesesuaian antara rata-rata data hasil eksperimen dan teori.

Kata-kata kunci: Gauss meter, sensor magnet, magnetostatik, 3-sumbu, smartphone

PENDAHULUAN

Smartphone merupakan telepon pintar yang banyak digunakan orang baik di rumah, tempat kerja maupun transportasi umum. Baru-baru ini, smartphone telah banyak digunakan untuk berbagai bidang aplikasi, seperti pemeriksaan kesehatan [1], pemantauan kesehatan [2], identifikasi jenis tanah [3] dan sebagainya. Pada bidang pendidikan, sensor pada smartphone dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam suatu kegiatan belajar mengajar khususnya eksperimen. Moon et al. menjelaskan bahwa dengan smartphone dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan dapat meningkatkan motivasi siswa dalam mempelajari fisika [4].

Dalam pembelajaran fisika, smartphone dapat digunakan sebagai media eksperimen untuk menjelaskan beberapa objek. Sans et. al. melakukan penelitian penggunaan smartphone dalam pembelajaran gerak osilasi menggunakan sensor cahaya. Dalam penelitiannya didapatkan kesamaan antara hasil data yang didapatkan dari penggunaan smartphone dengan hasil data dengan metode tradisional [5]. Penelitian lain dilakukan oleh Palacio et. al. yang menggunakan accelerometer sensor pada smartphone untuk eksperimen gerak osilasi, hasil yang

didapatkan menunjukkan bahwa sensor pada smartphone dapat digunakan sebagai alat laboratorium dalam mendukung pembelajaran fisika[6].

Dalam fisika terdapat beberapa objek yang membutuhkan gambaran dibalik perumusan fenomena tersebut sebagai contoh medan magnet. Arribas et. al. melakukan penelitian penggunaan sensor smartphone dalam pengukuran medan magnet dari magnet permanen. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa smartphone dapat digunakan dalam pengukuran medan magnet yang memiliki kelebihan yakni memungkinkan harga yang murah dalam eksperimen [7]. Selain dihasilkan dari magnet permanen, medan magnet juga dapat dihasilkan dari sebuah kawat yang dialiri oleh arus listrik. Dalam penelitiannya Septianto et al., smartphone digunakan sebagai media eksperimen mengukur besar medan magnet pada kawat yang dialiri arus listrik. Dalam penelitiannya didapatkan bahwa smartphone dapat digunakan sebagai media eksperimen pengukuran besar medan magnet pada kawat yang dialiri arus listrik[8].

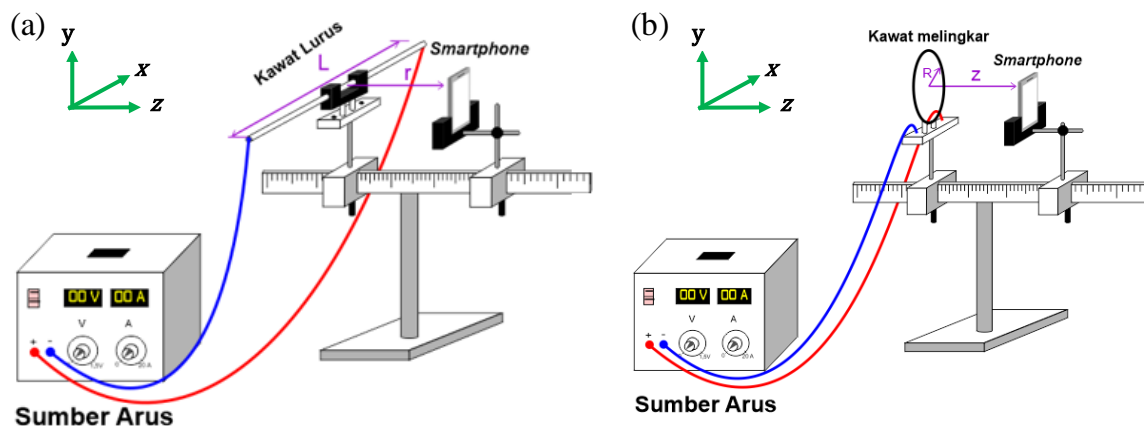
Medan magnet merupakan besaran vektor yang dapat diuraikan pada arah x, y dan z (vektor). Sejauh yang kami ketahui, tidak ada informasi yang menjelaskan tentang penggunaan smartphone dalam mengukur medan magnet dalam 3 sumbu (B_x , B_y dan B_z) pada kawat berarus untuk pembelajaran fisika. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan sebagai lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan oleh grup kami sebelumnya untuk mengetahui kemampuan sensor magnet pada smartphone dalam mengukur medan magnet dalam 3 sumbu (B_x , B_y dan B_z) pada kawat yang dialiri arus listrik.

METODE EKSPERIMEN

1. Prosedur Eksperimen dan Pengukuran

Smartphone yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut: sistem operasi android, memiliki dimensi 150 x 76 x 8.65 mm, memiliki fitur sensor magnet (Yamaha YAS537), ter-install aplikasi Gauss meter (Keuwlsoft). Posisi sensor magnet pada smartphone ditentukan dengan melakukan pemetaan medan magnet menggunakan magnet permanen (dimensi 1.98 x 0.68 cm). Koordinat medan magnet ditentukan dengan membuat kisi persegi pada permukaan smartphone dengan skala 7.6 x 5 mm. Menggunakan dua jenis kawat: kawat lurus (panjang 35 cm dan diameter 0,5 cm) dan kawat melingkar. Menggunakan sumber arus (Leybold) yang memiliki skala 0 – 20 A.

Pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat lurus dilakukan dengan menggunakan 2 parameter yakni, arus (I) yang mengalir pada kawat dan jarak (r) antara kawat dengan sensor (smartphone). Pada eksperimen yang pertama, dilakukan dengan mengubah arus (I) mulai dari 0 hingga 20 A dan jarak tetap (2 cm). Pada eksperimen yang kedua, dilakukan dengan mengubah jarak (r) antara kawat dengan sensor mulai dari 2 hingga 6 cm dan arus tetap (20 A). Pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat melingkar dilakukan dengan menggunakan 3 jenis kawat yang berbeda (diameter lingkaran 4, 8 dan 12 cm). Pada masing-masing kawat dilakukan eksperimen dengan mengubah jarak (r) antara kawat dengan sensor mulai dari 2 hingga 6 cm dan arus tetap (20 A). Untuk setiap perubahan jarak dan arus dilakukan kalibrasi pada Gauss meter untuk menghindari pengaruh dari medan magnet lain. Konfigurasi eksperimen pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat yang dialiri arus listrik ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi eksperimen pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat yang dialiri arus listrik: (a) kawat lurus dan (b) kawat melingkar.

2. Pendekatan Analitik

Dalam penelitian ini, perhitungan teori dengan pendekatan analitik digunakan sebagai pembandingan data yang didapatkan dari eksperimen menggunakan smartphone. Persamaan yang digunakan untuk menentukan medan magnet disekitar kawat yang dialiri arus listrik baik kawat lurus dan melingkar didapatkan dari penurunan persamaan Biot-Savart yang ditunjukkan pada persamaan (1) [9].

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \tag{1}$$

Dimana \vec{B} adalah medan magnet, μ_0 adalah permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A), I adalah arus dan r adalah jarak antara sumber arus kawat dengan titik pengamat. Dari penurunan persamaan (1) didapatkan persamaan untuk menentukan medan magnet pada kawat lurus dengan panjang L dan jarak s dengan membagi pada masing-masing sumbu vektornya ditunjukkan pada persamaan (2.a), (2.b) dan (2.c)

$$dB_x = 0 \hat{x} \tag{2.a}$$

$$dB_y = 0 \hat{y} \tag{2.b}$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{L}{r\sqrt{r^2 + (L/2)^2}} \hat{z} \tag{2.c}$$

Pada kawat melingkar dengan diameter R , persamaan medan magnet yang pada masing-masing sumbu vektornya ditunjukkan pada persamaan (3.a), (3.b) dan (3.c).

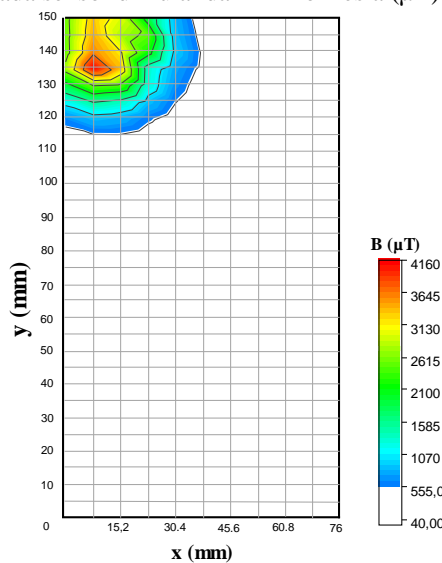
$$dB_x = 0 \hat{x} \tag{3.a}$$

$$dB_y = 0 \hat{y} \tag{3.b}$$

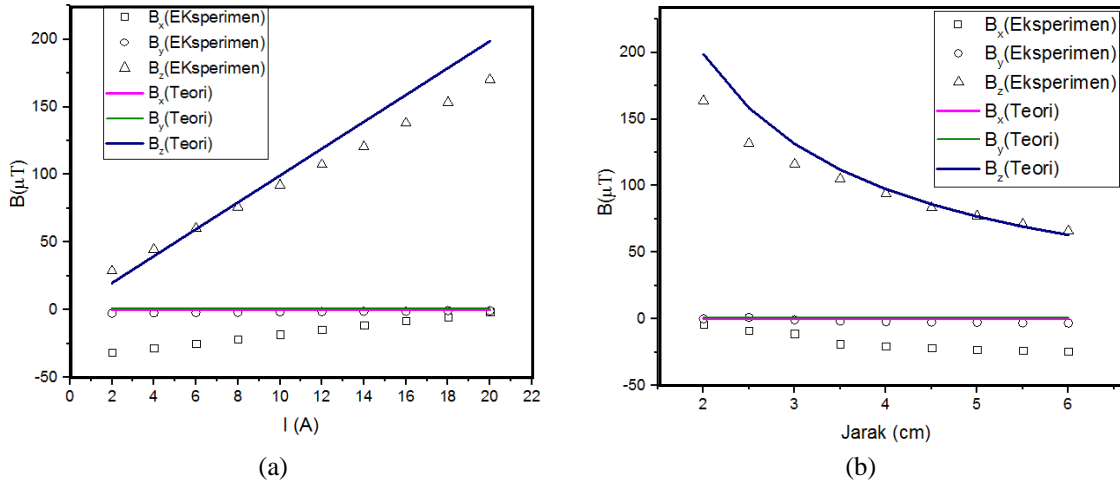
$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \hat{z} \tag{3.c}$$

HASIL DAN DISKUSI

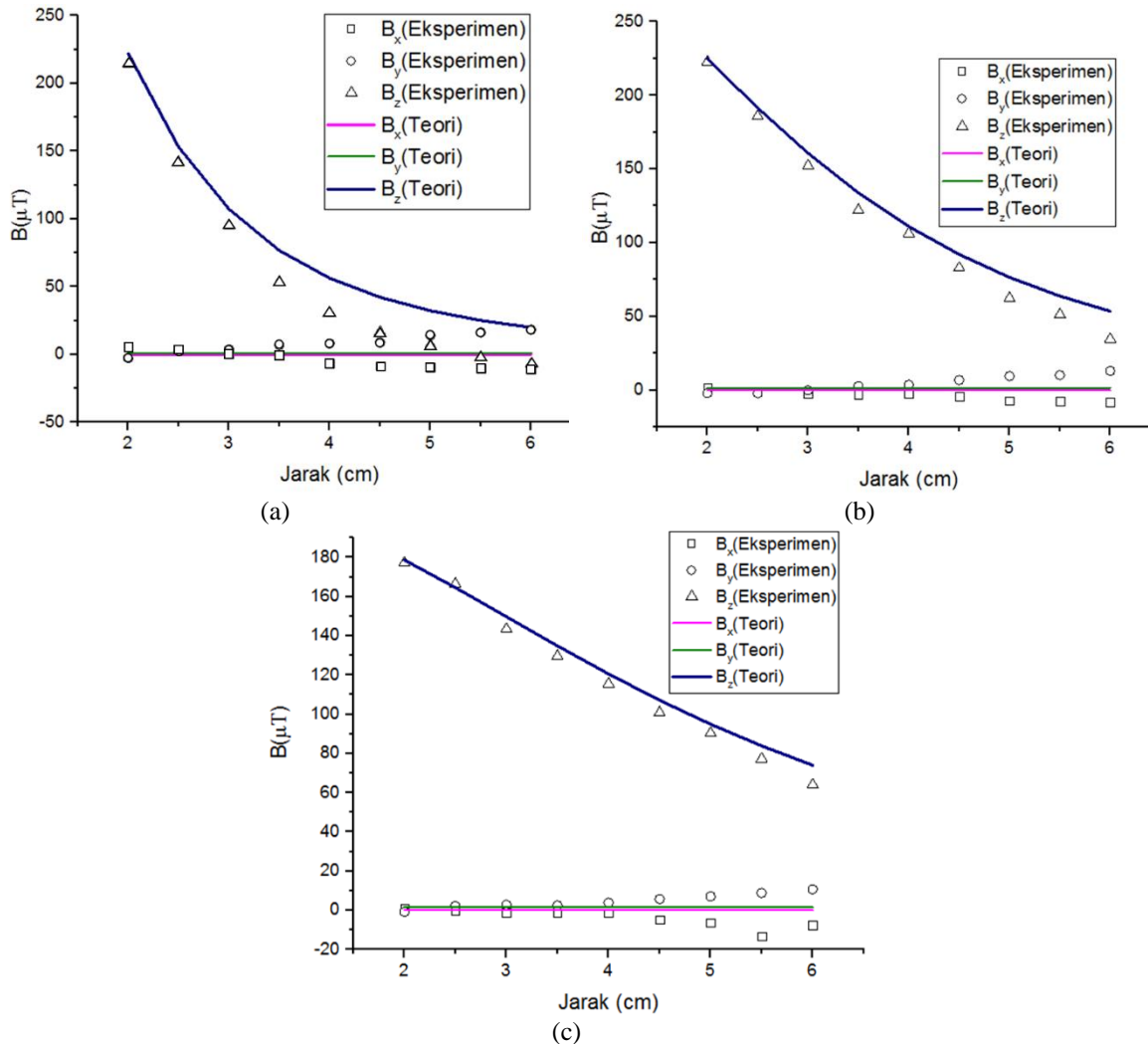
Posisi sensor magnet pada smartphone ditentukan untuk mendapatkan data yang akurat. Gambar 2 merupakan hasil dari pemetaan medan magnet dari sensor magnet pada smartphone dengan menggunakan magnet permanen untuk menentukan posisi dari sensor magnet. Hasil pemetaan didapatkan bahwa sensor magnet terletak pada sisi kiri-atas dari smartphone (titik merah pada gambar 4) pada koordinat (7.6 , 135) mm. Skala pengukuran yang terdapat pada sensor dimulai dari mikro-Tesla (μ T) hingga mili-Tesla (mT).



Gambar 2. Hasil pemetaan sensor magnet menggunakan magnet permanen



Gambar 3. Hasil pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat lurus: (a) pengaruh besar arus terhadap medan magnet dan (b) pengaruh jarak terhadap medan magnet.



Gambar 4. Hasil pengukuran pengaruh perubahan jarak terhadap medan magnet 3 sumbu pada kawat melingkar: diameter (a) 4 cm, (b) 8 cm dan (c) 12 cm.

Hasil dari pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat lurus ditunjuk pada gambar 3. Gambar 3.a. menunjukkan pengaruh perubahan besar arus yang diberikan terhadap medan magnet 3 sumbu pada kawat lurus. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa terdapat kesesuaian antara rata-rata data hasil eksperimen dengan teori pada rentang arus 4 hingga 10 A. Tingkat kesalahan dalam pengukuran bertambah ketika arus yang diberikan pada kawat semakin besar. Kesalahan tersebut disebabkan karena penambahan arus pada kawat mengakibatkan fluks magnet bertambah sehingga pergeseran kecil sensor mengakibatkan kesalahan. Gambar 3.b. menunjukkan hasil eksperimen pengaruh perubahan jarak terhadap medan magnet 3 sumbu pada kawat lurus. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa terdapat kesesuaian antara rata-rata data hasil eksperimen dengan teori pada rentang jarak 3.5 hingga 6 cm. Berbeda dengan pengukuran sebelumnya, pada pengukuran ini semakin bertambahnya jarak antara sensor dengan kawat maka kesalahan dalam pengukuran semakin kecil. Hal ini diakibatkan berkurangnya gradien medan magnet.

Hasil pengukuran pengaruh perubahan jarak terhadap medan magnet 3 sumbu pada kawat melingkar ditunjukkan pada gambar 4. Gambar 4.a. menunjukkan hasil pengukuran pada kawat melingkar dengan diameter 4 cm. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa terdapat kesesuaian antara rata-rata data eksperimen dengan teori pada rentang jarak 2 hingga 3 cm. Diluar jarak tersebut terjadi penyimpangan antara rata-rata hasil eksperimen dengan teori. Fenomena ini disebabkan profil medan magnet yang berada disekitar kawat melingkar. Berbeda dengan hasil pengukuran medan magnet 3 sumbu pada kawat melingkar dengan diameter 8 dan 12 cm. Pada gambar 4.b. dan 4.c. menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antara hasil rata-rata data eksperimen dengan teori.

KESIMPULAN

Telah dilakukan studi awal mengenai penggunaan smartphone dalam eksperimen magnetostatik dengan menggunakan kawat yang dialiri arus listrik. Posisi dan dimensi sensor pada smartphone ditentukan terlebih dahulu sehingga mendapatkan data yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian rata-rata hasil eksperimen dengan teori pada rentang tertentu. Pada kasus kawat melingkar, kawat dengan diameter besar memiliki tingkat kesesuaian yang lebih tinggi. Jadi dapat disimpulkan sensor magnet dapat digunakan sebagai alat laboratorium yang ekonomis untuk eksperimen fisika khususnya untuk mahasiswa tingkat sarjana. Studi lanjut diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

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] Oncescu V, Mancuso M and Erickson D, *Cholesterol testing on a smartphone*, Lab Chip **14** (2014) 759-63
- [3] Han P, Dong D, Zhao X, Jiao Z dan Lang Y, *A smartphone-based soil color sensor: for soil type classification*, Journal of Computer and Electronic in Agriculture **123** (2016) 232-41
- [4] Moon S C and Hong S, *Effect of using a smartphone sensor in a physics class on motivation for science learning*, New Phys.: Sae Mulli **65** (2015) 66-70
- [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] Arribas E, Escobar I, Suarez C P, Najera A and Beléndez A, *Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: A very economical laboratory practice for introductory physics courses*, Eur. J. Phys **36** (2015) 1-11
- [8] 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 (2016) **52**
- [9] Griffiths D J and College R 1999 *Introduction to electrodynamics* vol 3 (New Jersey, USA: Prentice-Hall)