

Pengukuran Medan Magnet oleh Kumputaran Kawat Berarus Menggunakan Sensor Magnetik pada *Smartphone*

Melda Taspika, Lely Nuraeni, Dadang Suhendra dan Ferry Iskandar^a

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

^a ferry@fi.itb.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Pengukuran medan magnet yang dihasilkan oleh kumputaran kawat berarus dilakukan menggunakan sensor magnet yang ada pada smartphone sebagai pengganti sensor magnetik yang harganya relatif mahal. Mapping dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui posisi sensor magnetik di dalam smartphone agar pengukuran lebih akurat. Pengukuran besar medan magnet dilakukan dengan memvariasikan jarak terhadap kumputaran yang memiliki jari-jari 8 cm dan jumlah lilitan 30, serta dialiri arus 0,3 A. Hasil eksperimen dievaluasi dengan membandingkan nilai medan magnet yang terukur dan nilai teoritis yang diperoleh secara analitik, dihasilkan nilai selisih hasil pengukuran dengan nilai teoritis di bawah 1%. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor magnetik pada smartphone bisa digunakan untuk mengukur kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kumputaran kawat berarus dalam eksperimen Fisika.

Kata-kata kunci: Kumputaran berarus, Gauss Meter, Sensor magnetik, Smartphone

PENDAHULUAN

Saat ini, *smartphone* (ponsel pintar) sudah dilengkapi oleh berbagai jenis sensor, beberapa di antaranya adalah sensor magnet, sensor percepatan, sensor tekanan, sensor suhu, dan sensor *gyroscope*. Sensor-sensor ini berfungsi untuk mendukung kinerja aplikasi yang terpasang pada *smartphone* sehingga memungkinkan *smartphone* untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang, diantaranya adalah untuk memantau kebiasaan dan kesehatan mental [1], untuk memantau anomali permukaan jalan [2], untuk melakukan pengukuran data topografi [3], dan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air [4]. Selain itu, *smartphone* juga telah digunakan dalam beberapa eksperimen fisika, seperti mengukur percepatan coriolis [5], mengukur medan magnet yang dihasilkan oleh batang magnet kecil [6], menganalisis osilasi terkopel [7], mempelajari osilasi dua dimensi [8], serta mengukur besar medan magnet oleh kawat lurus dan kawat melingkar yang dialiri arus listrik [9].

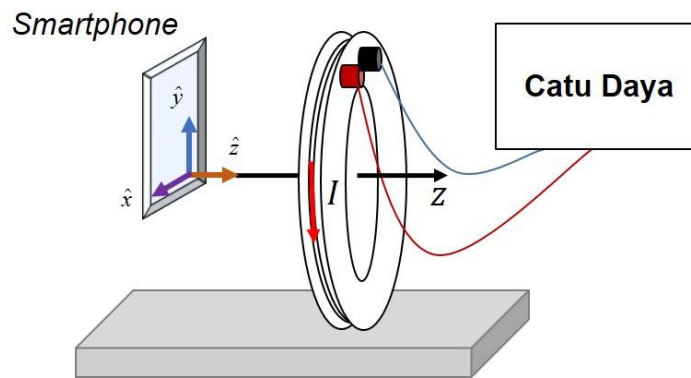
Medan magnet yang dihasilkan oleh kumputaran merupakan besaran fisis yang tidak bisa diamati dengan mata telanjang, sehingga dibutuhkan sensor magnet yang harganya relatif mahal sebagai detektor. *Smartphone* sudah dilengkapi oleh sensor magnet sehingga bisa digunakan sebagai detektor medan magnet yang dihasilkan oleh kumputaran. Oleh sebab itu kami menggunakan *smartphone* untuk memvalidasi medan magnet yang dihasilkan oleh kumputaran. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat kumputaran yang menghasilkan medan magnet dan melakukan pengukuran terhadap medan magnet yang dihasilkan dengan *smartphone* untuk memvalidasi kemampuan *smartphone* dalam mengukur medan magnet.

METODA EKSPERIMEN

Konfigurasi Alat Eksperimen dan Pengukuran

Kumparan dibuat dari papan akrilik ketebalan 1 cm dan 3 mm yang dirancang sesuai dengan dimensi kumparan yang akan dibuat. Dalam hal ini, kami membuat kumparan yang memiliki jari-jari 8 cm. Agar dimensi akrilik yang dihasilkan akurat, maka dilakukan pemotongan dengan menggunakan laser. Setelah dipotong, akrilik dirakit sedemikian rupa, kemudian dililit dengan kawat tembaga yang memiliki diameter 3 mm sebanyak 30 lilitan. Untuk mengalirkan arus, maka dipasang konektor arus pada kumparan. Selanjutnya, kumparan dihubungkan ke sumber tegangan.

Dalam eksperimen ini, *smartphone* yang digunakan adalah Xiaomi Redmi 4A, dimensi 139,5 x 70,4 x 8,5 mm, dan memiliki sistem operasi Android. Pada *smartphone* sudah terpasang aplikasi *Gauss Meter* (Keuwlsoft). Sumber arus (LW Power Supply) memiliki rentang arus 0-10 A. Terlebih dahulu ditentukan posisi sensor magnet pada *smartphone* dengan melakukan *mapping* (pemetaan) terhadap medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Caranya adalah dengan membuat koordinat kartesian dua dimensi pada *smartphone* dan membaginya dalam sejumlah sel. Ukuran masing-masing sel adalah 7,75 x 7,04 mm. Kemudian dilakukan pengukuran besar medan magnet pada setiap sel. Setelah posisi sensor magnet pada *smartphone* diketahui, maka dilakukan pengukuran terhadap besar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan dengan memvariasikan jarak titik pengukuran terhadap pusat kumparan dengan konfigurasi pengukuran seperti pada Gambar 1. Untuk masing-masing titik dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh besar medan magnet yang terukur.



Gambar 1. Konfigurasi pengukuran medan magnet oleh kumparan

Pendekatan Analitik

Perhitungan secara teoritis menggunakan pendekatan analitik. Hasil pengukuran dengan *smartphone* dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis. Persamaan yang digunakan untuk menghitung medan magnet di sekitar kumparan diturunkan dari hukum Biot-Savart sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (1)

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{z}}{z^2} \quad (1)$$

dimana B adalah medan magnet, μ_0 adalah permeabilitas vakum ($4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A), I dan z adalah kuat arus dan jarak posisi pengukuran dari kumparan. Dari persamaan (1) dapat diturunkan persamaan untuk menghitung medan magnet oleh satu kumparan yang ditunjukkan pada persamaan (2)

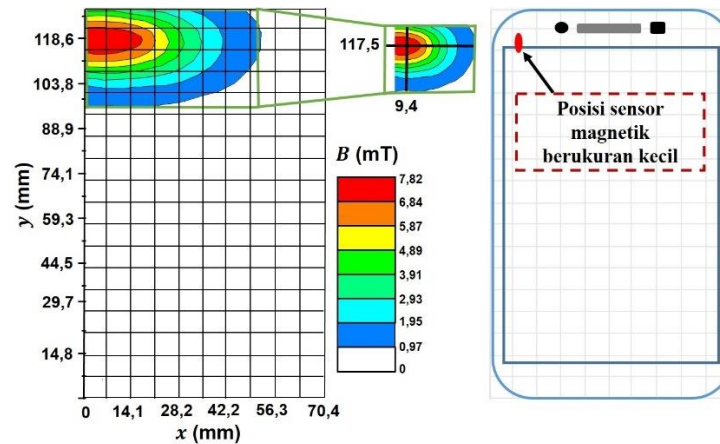
$$B = \frac{\mu_0 I R^2 N}{2(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad (2)$$

dimana R adalah jari-jari kumparan dan N adalah jumlah lilitan pada kumparan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

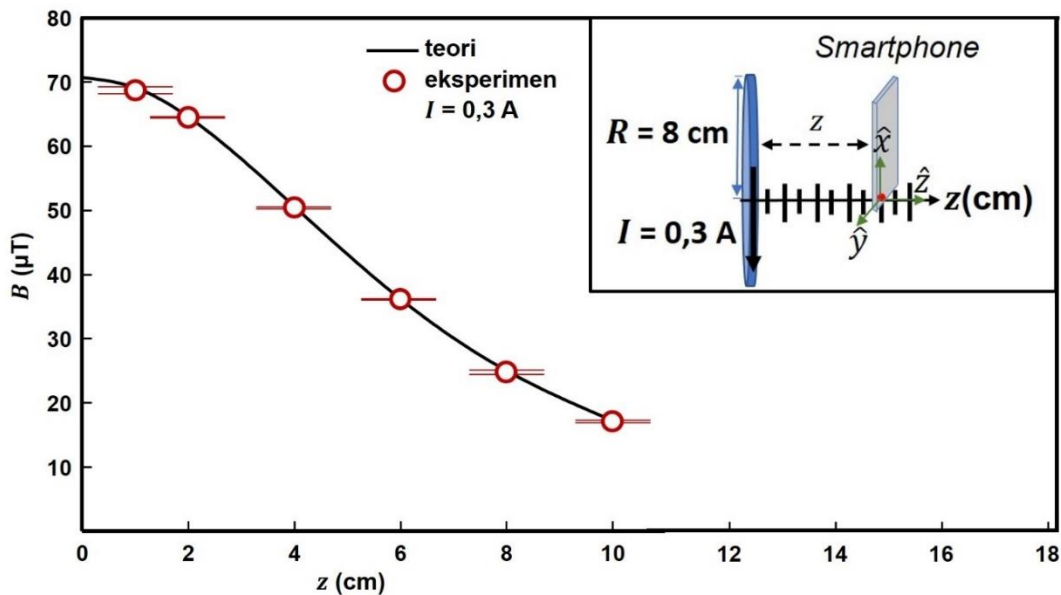
Hasil pemetaan medan magnet pada *smartphone* menggunakan magnet permanen ditunjukkan pada Gambar 2. Dari hasil pemetaan diketahui sensor magnet berada di sisi kiri bagian atas *smartphone* pada koordinat (9,4;

117,5) mm. Sensor magnet berukuran kecil dan mampu mengukur dengan baik besar medan magnet dalam rentang mikro-Tesla (μT) hingga mili-Tesla (mT).



Gambar 2. Hasil pemetaan medan magnet menggunakan magnet permanen

Gambar 3 adalah hasil pengukuran medan magnet oleh satu kumparan yang dialiri arus konstan (0,3 A). Besar medan magnet terukur semakin kecil dengan bertambahnya jarak pengukuran dari pusat kumparan. Hasil pengukuran besar medan magnet yang diperoleh sesuai dengan nilai perhitungan analitik dengan besar kesalahan relatif yang diperoleh di bawah 1% seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa sensor magnet pada *smartphone* cukup akurat dalam mendeteksi medan magnet. Selain itu, sensor magnet pada *smartphone* juga cukup stabil untuk setiap perpindahan posisi pengukuran. Ini dibuktikan dengan tidak terjadi penyimpangan nilai hasil pengukuran yang cukup besar dari teori saat *smartphone* digeser menjauhi pusat kumparan.



Gambar 3. Medan magnet oleh satu kumparan yang memiliki jari-jari 8 cm

Tabel 1. Perbandingan besar medan magnet terukur dan hasil perhitungan analitik

z (cm)	B_{teori} (μT)	$B_{eksperimen}$ (μT)	Error (%)
1	69,03	68,67	0,53
2	64,51	64,47	0,07
4	50,55	50,37	0,36
6	36,17	36,10	0,19
8	24,98	24,77	0,85
10	17,22	17,10	0,69

KESIMPULAN

Kami telah berhasil membuat kumparan untuk menghasilkan medan magnet yang divalidasi dengan sensor magnet pada *smartphone*. Sensor magnet pada *smartphone* memiliki kemampuan yang baik dalam mengukur medan magnet oleh kumparan. Nilai medan magnet yang diperoleh dari hasil eksperimen sesuai dengan hasil perhitungan analitik dengan besar kesalahan relatif di bawah 1%. Dari hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa *smartphone* bisa digunakan sebagai pengganti sensor magnet dalam eksperimen magnetostatik, khususnya untuk mengukur medan magnet oleh kumparan yang dialiri arus listrik.

REFERENSI

1. Ben-Zeev D, Scherer E.A., Wang R, Xie H, dan Campbell A.T., 2015, Next-Generation Psychiatric Assessment : Using Smartphone Sensor to Monitor Behavior and Mental Health, *American Psychological Association*, **38**, 218-226
2. Seraj F, Zwaag B.J.V.D, Dilo A., Luarasi T., dan Havinga V., 2016, RoADS : A Road Pavement Monitoring System for Anomaly Detection Using Smart Phones, *Springer International Publishing Switzerland 2016*, 128-146
3. Micheletti, N., Chandler, J.H., dan Lane, S.N., 2015, Structure From Motion (SFM) Photogrammetry, IN: Clarke, L.E. and Niell, J.M. (Eds.) *Geomorphological Techniques (Online Edition)*, London: British Society for Geomorphology. ISSN: 2047-0371, Chap. 2, Sec. 2.2.
4. Hussain I., Ahamad K., dan Nath P., 2013, Water Turbidity Sensing Using A Smartphone, *Royal Society of Chemistry*, **00**, 1-3
5. Shakur A. dan Kraft J., 2016, Measurement of Coriolis Acceleration With A Smartphone, *Phys. Teach.*, **54**, 288-290
6. Arribas E, Escobar I., Suarez C.P., Najera A dan Beléndez A., 2015, Measurement of The Magnetic Field of Small Magnets With A Smartphone: A Very Economical Laboratory Practice For Introductory Physics Courses, *Eur. J. Phys*, **36**, 1-11
7. Castro-Palacio J.C., Velázquez-Abad L., Giménez F., dan Monsoriu J.A., 2013, A Quantitative Analysis of Coupled Oscillations Using Mobile Accelerometer Sensors, *Eur. J. Phys*, **34**, 737-44
8. Tuset-Sanchis L., Castro-Palacio J.C., Gomez-Tejedor J.A., Manjon F.J., dan Monsoriu J.A., 2015, The Study of Two-dimensional Oscillations Using A Smartphone Acceleration Sensor, *Physics Education*, **50**, 580-586
9. Septianto R. D., Suhendra D., dan Iskandar F., 2017, Utilitation of The Magnetic Sensor In A Smartphone For Facile Magnetostatics Exsperimen : Magnetic Field doe to Electrical Current in Straight and Loop Wires, *Physsics Education*, **52**, 1-7