

Eksperimen dan Simulasi Perubahan Tegangan terhadap Perubahan Medan Magnet

Aldila Puspitaningrum¹, Ahmad Taufiq¹, Arif Hidayat^{1,*}, Sunaryono¹, Samian²

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No. 5, Malang, 65145, Indonesia

²Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga, Jalan Sutorejo, Surabaya 60115, Indonesia.

*Email Koresponding Penulis: arif.hidayat.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Riset dibidang material sains mengalami perkembangan pesat. Salah satunya dalam pengukuran medan magnet. Metode-metode pengukuran medan magnet terus dikembangkan untuk menemukan metode yang efektif dan efisien. Salah satu metode yang digunakan adalah mengamati perubahan besaran listrik terhadap perubahan medan magnet. Perubahan besaran listrik dalam penelitian ini berupa tegangan. Namun tidak semua besaran fisis dapat dieksperimenkan. Oleh karena itu dibutuhkan adanya simulasi. Simulasi perubahan besarnya tegangan terhadap pengaruh medan magnet dapat memberikan informasi yang tidak didapat secara eksperimen. Keterbatasan eksperimen tersebut antara lain tidak mempunyai set eksperimen untuk mengetahui perubahan kecil medan magnet dan keterbatasan kekuatan medan magnet yang digunakan dalam eksperimen.

Kata Kunci: Eksperimen, simulasi, tegangan dan medan magnet.

1. Pendahuluan

Medan magnet adalah daerah yang ada di sekitar magnet dimana objek-objek magnetik lain dapat terpengaruh oleh gaya magnetismenya [1]. Medan magnet dapat dengan mudah ditemukan disekitar kita. Beberapa sumber medan magnet antara lain dari bumi [2], badai Matahari [3], perubahan cuaca [4] dan perangkat listrik sehari-hari [5].

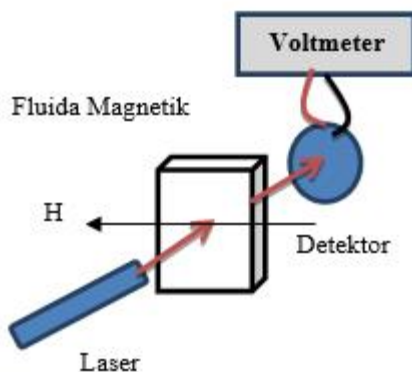
Selain memberikan dampak positif, medan magnet juga memiliki dampak negatif pada kehidupan. Beberapa penelitian menyatakan bahwa gelombang elektromagnetik bisa berpengaruh pada tubuh manusia [6–9]. Pengaruh tersebut beragam, tergantung seberapa besar frekuensi gelombang elektromagnetik. Semakin tinggi frekuensi gelombang elektromagnetik maka akan semakin besar pengaruhnya dalam mengganggu frekuensi resonansi alami otak [10].

Dampak negatif inilah yang mendorong berkembangnya metode pengukuran medan magnet antara lain metode elektromekanik [11], listrik dan optik. Metode optik sering kali dikombinasikan dengan menggunakan fluida magnetik Fe₃O₄. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan pengukuran medan magnet yang lebih akurat.

Perubahan medan magnet dapat terlihat dengan mengamati output berupa tegangan. Namun tidak dalam semua rentang medan magnet dapat terlihat perubahannya. Hal ini merupakan keterbatasan eksperimen. Oleh karena itu, selain eksperimen juga dibutuhkan adanya simulasi. Simulasi ini dapat mengatasi keterbatasan eksperimen dalam melakukan pengambilan data medan magnet dengan perubahan yang sangat kecil.

2. Metode Penelitian

Untuk mengukur medan magnet dengan mengamati tegangan, digunakan desain rancangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



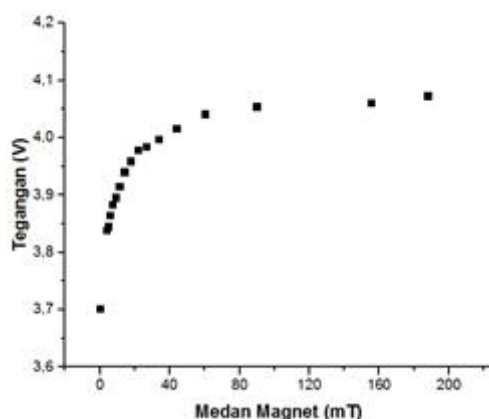
Gambar 1. Desain pengukuran medan magnet

Gambar 1 menunjukkan desain pengukuran medan magnet. Perubahan medan magnet dapat diketahui dengan mengamati besarnya tegangan pada voltmeter. Prinsip kerja dari desain tersebut adalah dengan memanfaatkan laser sebagai pembawa informasi. Laser yang ditembakkan pada fluida magnetik yang kemudian akan diteruskan pada detektor. Intensitas laser yang diteruskan pada detektor bervariasi tergantung dari besarnya medan magnet yang mempengaruhi pergerakan fluida magnetik. Keluaran detektor yang dapat diamati berupa tegangan.

Selain eksperimen, dilakukan juga simulasi untuk mengetahui rentang perubahan medan magnet yang tidak dapat dijangkau oleh eksperimen. Simulasi yang dilakukan menggunakan program Delphi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil eksperimen dengan menggunakan desain pada Gambar 1 adalah berupa grafik hubungan antara medan magnet dan tegangan yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



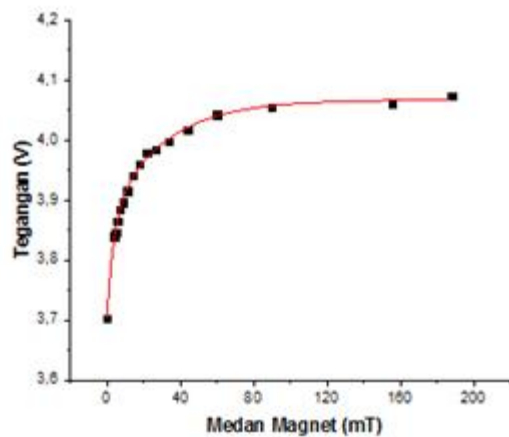
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Besarnya Perubahan Tegangan terhadap Perubahan Medan Magnet

Pengambilan data dilakukan menggunakan rentang medan magnet sebesar untuk rentang pengukuran 0 mT – 187,8 mT. Terlihat pada grafik bahwa hubungan antara medan magnet dan

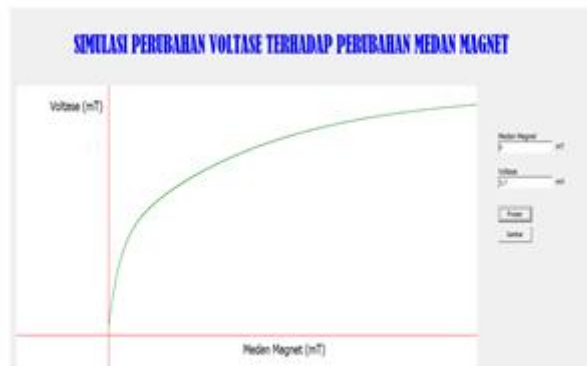
tegangan tidak linear. Untuk mempermudah melihat hubungan antara keduanya, maka dilakukan fitting. Dari hasil beberapa fitting yang telah dilakukan, fitting yang paling tepat untuk hubungan antara medan magnet dan tegangan adalah fitting dengan menggunakan persamaan eksponensial seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Fitting pada Gambar 3 mengikuti persamaan eksponensial sebagai berikut:

$$y = 4,07 - 0,16e^{\left(\frac{-x}{3,8}\right)} - 0,2e^{\left(\frac{-x}{30}\right)} \quad (1)$$



Gambar 3. *Fitting* Grafik Hubungan antara Besarnya Perubahan Tegangan terhadap Perubahan Medan Magnet



Gambar 4. Simulasi Hubungan Perubahan Tegangan terhadap Medan Magnet.

Hasil *fitting* juga menunjukkan bahwa hubungan eksponensial antara perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan medan magnet memiliki korelasi sebesar 0,996.

Besar kecilnya pembacaan tegangan keluaran mencerminkan besarnya intensitas laser yang bisa menembus ferrofluida. Saat dikenai medan magnet, partikel-partikel magnetik akan bergerak menuju sumber medan magnet sehingga ruang di tengah balok kaca relatif kosong. Hal ini menyebabkan banyaknya intensitas laser yang diteruskan ke detektor optis setelah menembus ferrofluida. Sedangkan ketika pengaruh medan berkurang, maka partikel-partikel magnetik akan mulai bergerak acak. Gerak acak inilah yang menyebabkan terisinya ruang di tengah balok sehingga intensitas laser yang diteruskan ke detektor optis berkurang. Fenomena ini juga ditunjukkan oleh penelitian Naveen Kumar pada tahun 2015 [12].

Keterbatasan eksperimen menyebabkan tidak teramatinya medan magnet disetiap titik. Oleh karena itu dilakukan simulasi perubahan antara tegangan terhadap perubahan medan magnet menggunakan program Delphi. Hasil dari simulasi yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan tampilan simulasi hubungan perubahan tegangan terhadap medan magnet menggunakan program Delphi. Dengan menggunakan simulasi tersebut, dapat diketahui perubahan besarnya tegangan akibat perubahan medan magnet yang tidak dapat dijangkau dalam eksperimen.

4. Kesimpulan

Eksperimen pengukuran medan magnet telah berhasil dilakukan. Hasil dari eksperimen berupa grafik hubungan antara perubahan tegangan terhadap medan magnet yang telah di-fitting menggunakan persamaan eksponensial. Simulasi hubungan tegangan terhadap medan magnet juga telah berhasil dilakukan untuk mempermudah mengamati titik-titik medan magnet yang tidak terjangkau dalam eksperimen.

Daftar Rujukan

- [1] R.A. Serway, J.W. Jewett, *Physics for scientists and engineers*, 6th ed, Thomson-Brooks/Cole, Belmont, CA, 2004.
- [2] J.I. Zuluaga, P.A. Cuartas, The role of rotation in the evolution of dynamo-generated magnetic fields in Super Earths, *Icarus*. 217 (2012) 88–102. doi:10.1016/j.icarus.2011.10.014.
- [3] M.C. Kelley, Chapter 4 - Electric Fields Generated by Solar Wind Interaction with the Magnetosphere, in: M.C. Kelley (Ed.), *Earth's Electr. Field*, Elsevier, Boston, 2014: pp. 87–107. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123978868000041>.
- [4] N. Su, S.-Y. Yang, X.-D. Wang, L. Bi, C.-F. Yang, Magnetic parameters indicate the intensity of chemical weathering developed on igneous rocks in China, *CATENA*. 133 (2015) 328–341. doi:10.1016/j.catena.2015.06.003.
- [5] Z. Celinski, I.R. Harward, N.R. Anderson, R.E. Camley, Chapter 10 - Planar Magnetic Devices for Signal Processing in the Microwave and Millimeter Wave Frequency Range, in: Z.C. and R.L.S. Robert E. Camley (Ed.), *Handb. Surf. Sci.*, North-Holland, 2016: pp. 421–457. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444626349000102>.
- [6] M. Yamabhai, S. Chumseng, K. Yoohat, W. Srila, Diverse biological effects of electromagnetic-treated water, *Homeopathy*. 103 (2014) 186–192. doi:10.1016/j.homp.2013.11.004.
- [7] A. Mboussi Nkomidio, P. Wofo, Effects of imperfection of ionic channels and exposure to electromagnetic fields on the generation and propagation of front waves in nervous fibre, *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.* 15 (2010) 2350–2360. doi:10.1016/j.cnsns.2009.09.040.
- [8] P. Keangin, K. Vafai, P. Rattanadecho, Electromagnetic field effects on biological materials, *Int. J. Heat Mass Transf.* 65 (2013) 389–399. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.06.039.
- [9] G. Scarella, O. Clatz, S. Lanteri, G. Beaume, S. Oudot, J.-P. Pons, S. Piperno, P. Joly, J. Wiart, Realistic numerical modelling of human head tissue exposure to electromagnetic waves from cellular phones, *Electromagn. Model. Électromagnétique*. 7 (2006) 501–508. doi:10.1016/j.crhy.2006.03.002.
- [10] M. Gérard, O. Noamen, G. Evelyne, V. Eric, C. Gilles, H. Marc, Hydraulic continuity and biological effects of low strength very low frequency electromagnetic waves: Case of microbial biofilm growth in water treatment, *Water Res.* 83 (2015) 184–194. doi:10.1016/j.watres.2015.06.041.
- [11] A.B. Temnykh, R.V.E. Lovelace, Electro-mechanical resonant magnetic field sensor, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. Accel. Spectrometers Detect. Assoc. Equip.* 484 (2002) 95–101. doi:10.1016/S0168-9002(01)02066-6.
- [12] N.K. Elumalai, A. Uddin, Open circuit voltage of organic solar cells: an in-depth review, *Energy Env. Sci.* 9 (2016) 391–410. doi:10.1039/C5EE02871J.