

Efektivitas Model *Discovery Learning* Berbantuan *Smartphone-Based Sensor* (Phyphox) terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Materi Medan Magnet

Ary Analisa Rahma¹, Hermin Arista², Utami Ratna Swari³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga,
Jl. Yos Sudarso No. 107, Probolinggo, Indonesia
aryanalisa@upm.ac.id

Abstract

Magnetic field material is identified as difficult for students to understand due to the level of conceptual abstraction and the complexity of the mathematical representations involved. This study aims to analyze the effectiveness of a discovery learning model assisted by a smartphone-based sensor (Phyphox) on students' conceptual understanding of magnetic field material. This study involved twenty-seven electrical engineering students using a test instrument consisting of 20 multiple-choice questions. The results of the independent sample t-test using SPSS 26 yielded a calculated t-value of 6.803, indicating a significant difference in physics concept understanding regarding magnetic field material between the two research classes. The improvement in students' conceptual understanding of magnetic field material in the experimental class was in the high category, with an average N-Gain value of 70.964. Thus, it can be concluded that discovery learning assisted by the Phyphox application is more effective in improving students' conceptual understanding of magnetic field material.

Keywords: Discovery Learning, Phyphox, Smartphone-Based Sensor, Conceptual Understanding, Magnetic Field

Abstrak

Materi medan magnet diidentifikasi sebagai materi yang sulit dipahami oleh mahasiswa karena tingkat abstraksi konseptual dan kompleksnya representasi matematika yang terlibat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas model *discovery learning* berbantuan *smartphone-based sensor* (Phyphox) terhadap pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet. Penelitian ini melibatkan dua puluh tujuh mahasiswa teknik elektro dengan menggunakan instrumen tes berupa 20 butir soal pilihan ganda. Hasil *independent sample t-test* dengan SPSS 26 diperoleh nilai $t_{hitung} = 6,803$ dengan demikian terdapat perbedaan pemahaman konsep fisika yang signifikan pada materi medan magnet pada dua kelas penelitian. Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet di kelas eksperimen dalam kategori tinggi yaitu dengan nilai rata-rata N-Gain 70,964. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet.

Kata kunci: Discovery Learning, Phyphox, Smartphone-Based Sensor, Pemahaman Konsep, Medan Magnet

Copyright (c) 2026 Ary Analisa Rahma, Hermin Arista, Utami Ratna Swari

✉ Corresponding author: Ary Analisa Rahma

Email Address: aryanalisa@upm.ac.id (Jl. Yos Sudarso No. 107, Probolinggo, Indonesia)

Received 20 Mei 2025, Accepted 29 Mei 2026, Published 15 Juni 2026

PENDAHULUAN

Kesulitan yang timbul dalam mempelajari materi medan magnet menjadi salah satu tantangan besar bagi banyak mahasiswa teknik karena tidak bisa teramati secara langsung. Karakteristik yang dimiliki oleh medan magnet relatif abstrak, ini direpresentasikan dengan visualisasi garis gaya magnet yang tidak terlihat dan proyeksi vektor pada dua atau tiga dimensi yang sering kali memicu kekeliruan saat mengaplikasikan aturan tangan kanan. Dibutuhkan kemampuan spasial yang tinggi dengan memanipulasi bentuk ruang agar mahasiswa dapat memecahkan suatu integrasi vektor. Hambatan konseptual dengan menganggap bahwa medan magnet diciptakan dari muatan listrik statis

menunjukkan adanya suatu kebingungan oleh mahasiswa pada topik listrik dan magnet (Campos et al., 2021).

Pemahaman konsep medan magnet membutuhkan pembelajaran berbasis pengalaman bukan sekedar paparan teori atau mengingat rumus. Melalui *discovery learning* mahasiswa diposisikan sebagai pembelajar aktif yang melakukan eksplorasi fenomena, mengolah data, dan memverifikasi hasil eksperimen secara mandiri. Esensi dari proses menemukan sendiri cenderung menghasilkan pemahaman konsep yang lebih mendalam. Studi oleh Sayangan et al. (2024) menunjukkan bahwa *discovery learning* memberikan kesempatan siswa mengasah keterampilan analitis dan evaluatif dengan mengonstruksi teori-teori abstrak melalui eksperimen langsung menjadi konsep fisik yang konkret. Selain itu, penelitian oleh Zega & Derlina (2025) menunjukkan bahwa melatih siswa mengonstruksi fakta empiris melalui *discovery learning* dengan menghubungkan temuan nyata dan teori ilmiah sekaligus dapat membantu memperbaiki kesalahan interpretasi awal secara mandiri.

Ketersediaan jumlah dan aksesibilitas alat praktikum menjadi faktor penentu pemahaman konseptual mahasiswa. Keterbatasan alat membuat mahasiswa hanya menjadi pengamat pasif yang mengakibatkan pemahaman praktis terhadap fenomena fisika menjadi kurang optimal. Perkembangan teknologi aplikasi Phyphox sebagai laboratorium fisika berbasis *smartphone* menggunakan sensor bawaan ponsel memungkinkan mahasiswa melihat visualisasi grafik dan data eksperimen secara instan (Zhao, 2026). Penelitian oleh Milner-Bolotin & Milner (2025) menunjukkan bahwa integrasi teknologi *smartphone* melalui Phyphox merupakan langkah transformatif untuk mendukung pembelajaran berbasis proyek di mana mahasiswa secara aktif merancang eksperimen autentik untuk menjawab pertanyaan pada penelitiannya sendiri. Lebih lanjut penelitian oleh Kurniawan et al. (2025) menunjukkan bahwa pengembangan dan penggunaan alat peraga berbasis Phyphox cukup efektif meningkatkan pemahaman konsep, serta unggul sebagai solusi inovatif dalam hal kepraktisan dan akurasi data dalam pembelajaran fisika.

Tahap pembuktian (*verification*) pada sintaks *discovery learning* dengan instrumen Phyphox menjadi fase penting untuk merangsang perkembangan kemampuan spasial mahasiswa melalui keterlibatan visual dan sensorik secara bersamaan. Penelitian terdahulu mengenai *discovery learning* oleh Irawan et al. (2026) menunjukkan bahwa dampak kognitif dan afektif meningkat melalui proses penyelidikan ilmiah secara langsung. Penelitian oleh Bui et al. (2025) menunjukkan dampak penerapan *discovery learning* berbasis instrumen interaktif mampu memvisualisasikan konsep abstrak sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika khususnya pada materi dengan pembahasan konseptual yang mendalam. Lebih lanjut, studi oleh Imtinan & Kuswanto (2023) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan aplikasi Phyphox sebagai instrumen pelengkap dapat meningkatkan nilai rata-rata kemampuan berpikir kreatif melalui eksplorasi konsep fisika dengan pelaksanaan eksperimen yang efisien dan penyajian data fisis secara aktual.

Studi tentang penerapan *discovery learning* pada materi abstrak dalam pembelajaran fisika, misalnya, konsep medan magnet menggunakan instrumen Phyphox masih sangat terbatas. Keterbatasan studi yang mengkaji secara spesifik belum memberikan informasi yang jelas seberapa jauh model ini dapat diterapkan secara optimal. Penggunaan Phyphox berpotensi menjadi alternatif untuk memperkuat tahapan dalam *discovery learning* terlebih pada aktivitas pengumpulan dan analisis data, selain itu juga mengeliminasi kesulitan yang muncul saat mahasiswa mempelajari konsep medan magnet. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut dengan judul “Efektivitas Model *Discovery Learning* Berbantuan *Smartphone-Based Sensor* (Phyphox) terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Materi Medan Magnet”.

METODE

Penelitian ini menggunakan *quasi-experimental*, desain penelitiannya berupa *pretest-posttest control group design* untuk menguji efektivitas *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox terhadap pemahaman konsep mahasiswa. Studi ini melibatkan dua puluh tujuh mahasiswa teknik elektro Universitas Panca Marga. Data yang digunakan pada penelitian ini dikumpulkan menggunakan instrumen tes pemahaman konsep berbentuk soal pilihan ganda sebanyak dua puluh butir soal yang disusun khusus untuk materi medan magnet serta telah dinyatakan valid dan reliabel. Uji prasyarat analisis data untuk memenuhi asumsi statistik dilakukan dengan uji normalitas dan homogenitas, lalu dilanjutkan dengan uji hipotesis *independent sample t-test* untuk mengetahui efektivitas *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox terhadap pemahaman konsep mahasiswa.

HASIL DAN DISKUSI

Sejumlah temuan didapatkan dari penelitian yang menguji efektivitas *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox terhadap pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet. Perbedaan analisis skor rata-rata *pretest* dan *posttest* pada mahasiswa yang diajarkan menggunakan *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox (kelas eksperimen), dan mahasiswa yang diajarkan menggunakan *problem based learning* (kelas kontrol) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemahaman Konsep

Deskripsi	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
Ukuran sampel	14	13
Rata-rata <i>pretest</i>	41,43	42,69
Rata-rata <i>posttest</i>	82,86	61,54
Standar deviasi <i>pretest</i>	8,644	10,919
Standar deviasi <i>posttest</i>	6,112	9,871

Pemahaman konsep mahasiswa pada tahap awal tidak berbeda secara signifikan antara kedua kelas, terlihat bahwa nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen adalah 41,43 dan kelas kontrol 42,69. Skor awal ini mengonfirmasi bahwa mahasiswa dari kedua kelas berangkat dari standar kemampuan yang sama. Setelah diberikan perlakuan, nilai rata-rata *posttest* pada kedua kelas meningkat menjadi 82,86

untuk kelas eksperimen dan 61,54 untuk kelas kontrol. Data di atas menunjukkan pola pertumbuhan skor pemahaman konsep pada kelas eksperimen mengalami pergeseran gap yang cukup lebar dibandingkan dengan kelas kontrol, penurunan standar deviasi pada kedua kelas mengindikasikan bahwa sebaran data telah menjadi lebih homogen.

Tabel 2 merangkum hasil uji normalitas, homogenitas, dan *independent sample t-test* yang telah diolah dengan menggunakan SPSS 26. Penyajian data ini menunjukkan pola distribusi nilai pemahaman konsep mahasiswa bahwa telah memenuhi uji prasyarat statistik parametrik dan hasil uji *independent sample t-test* dapat digunakan untuk menarik kesimpulan akhir penelitian.

Tabel 2. Hasil Uji Prasyarat dan Uji Hipotesis

Tahap Uji	Kelas	Uji Normalitas (Sig.)	Uji Homogenitas (Sig.)	t_{hitung}	Uji-t (Sig. 2-tailed)
Pretest	Eksperimen	0,207	0,350	-	-
	Kontrol	0,106			
Posttest	Eksperimen	0,241	0,078	6,803	0,000
	Kontrol	0,285			

Uji normalitas pada Tabel 2 dilakukan menggunakan *shapiro-wilk* SPSS 26, terlihat bahwa nilai sig. *pretest* > 0,05 yaitu pada kelas eksperimen 0,207 dan kelas kontrol 0,106. Lebih lanjut terlihat nilai sig. *posttest* > 0,05 yaitu pada kelas eksperimen 0,241 dan kelas kontrol 0,285, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet untuk kedua kelas terdistribusi normal. Selanjutnya pada uji homogenitas dilakukan dengan *levene's test* SPSS 26, terlihat bahwa nilai *pretest* dengan sig. 0,350 > 0,05 serta nilai *posttest* dengan sig. 0,078 > 0,05 maka dapat disimpulkan varians kedua kelas adalah homogen. Pengujian lanjutan dengan *independent sample t-test* didapatkan $t_{hitung} = 6,803 > t_{tabel} = 2,060$ dan nilai sig.2-tailed 0,000 < 0,05 dengan demikian terdapat perbedaan pemahaman konsep fisika yang signifikan pada materi medan magnet pada dua kelas penelitian.

Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet setelah *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox diterapkan dihitung dengan N-Gain menurut kriteria Hake yang disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji N-Gain Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

N-Gain	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Nilai terendah	61,54	11,11
Nilai tertinggi	90,91	50,00
Nilai rata-rata	70,964	32,453
Kategori	Tinggi	Sedang

Berdasarkan tabel di atas, efektivitas peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet di kelas eksperimen dalam kategori tinggi yaitu dengan nilai rata-rata N-Gain 70,964 sementara pada kelas kontrol hanya tercatat sebesar 32,453 dan termasuk dalam kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa dibandingkan dengan model PBL pada materi medan

magnet.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa pada kelas yang diberi pembelajaran dengan *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox lebih tinggi dibandingkan mahasiswa yang diberi pembelajaran dengan model PBL untuk materi medan magnet. Fenomena ini menunjukkan bahwa keterlibatan mahasiswa dalam mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, mengolah data untuk melihat pola, hingga melakukan verifikasi dalam menemukan konsep yang berkaitan dengan medan magnet membentuk suatu pemahaman yang mendalam karena dilakukan secara mandiri. Sejalan dengan penelitian Widyastuti et al. (2024) pada saat pembelajaran dosen tetap memegang kendali sebagai fasilitator, mahasiswa melakukan verifikasi secara mandiri namun jika terdapat suatu miskonsepsi tugas dosen adalah memberikan konfirmasi akhir dan memastikan setiap mahasiswa memiliki pemahaman konsep yang benar dan seragam tentang materi medan magnet.

Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet merupakan andil dari karakteristik sintaks yang dimiliki oleh *discovery learning* selama proses pembelajaran. Pada tahap *data collection* mahasiswa memperoleh data secara langsung dari pengukuran medan magnet dengan aplikasi Phyphox, kemudian data dianalisis untuk diamati hubungan antarvariabelnya pada tahap *data processing*. Selanjutnya, pada tahap *verification* mahasiswa membandingkan hasil olah data pengamatan dengan konsep teoritis dari buku atau jurnal. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Lubis & Dalimunthe (2025) yang menyatakan bahwa penerapan *discovery learning* membawa perubahan positif dalam pembelajaran fisika, siswa yang sebelumnya kurang antusias untuk mengikuti kegiatan pembelajaran mulai menunjukkan minat yang lebih pada saat eksplorasi dan penemuan mandiri. Proses pembuktian secara mandiri memungkinkan siswa untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika, selain itu juga diperkuat oleh kemampuan untuk mengaplikasikan konsep yang telah dibangun pada permasalahan dengan kompleksitas yang lebih tinggi.

Penggunaan aplikasi Phyphox sebagai penunjang pembelajaran fisika dengan *discovery learning* juga berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet. Data pengukuran medan magnet tidak lagi divisualisasikan dengan peralatan mahal seperti osiloskop, namun melalui penggunaan sensor magnetometer pada *smartphone* mahasiswa dapat mendeteksi osilasi secara *real-time* dan menampilkan grafik yang dihasilkan dengan jelas (Westermann et al., 2022). Temuan ini sejalan dengan penelitian Sukariasih et al. (2019) yang menyatakan bahwa magnetometer pada *smartphone* berfungsi sebagai instrumen yang memiliki kemampuan sangat baik untuk mengukur komponen medan magnet secara akurat khususnya pada eksperimen magnetostatik. Selain itu, penelitian oleh Putri et al. (2023) menekankan bahwa penggunaan Phyphox merupakan faktor kunci yang meningkatkan persepsi positif mahasiswa dalam melakukan eksperimen sains yang mandiri, menarik, dan menciptakan laboratorium berbiaya rendah.

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, penerapan model *discovery learning* berbantuan *smartphone-based sensor* (Phyphox) mampu membantu mahasiswa untuk membangun pemahaman konsep medan magnet dan mengembangkan keterampilan kognitif secara aktif melalui identifikasi

masalah, pengolahan data, mencocokkan hasil olah data, dan menarik kesimpulan akhir. Integrasi *discovery learning* dengan teknologi sensor memberikan peluang kepada mahasiswa untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna dengan memanfaatkan Phyphox sebagai instrumen yang dapat menyederhanakan visualisasi konsep yang abstrak dan melatih keterampilan interpretasi grafik. Oleh karena itu, untuk menghadirkan pengalaman belajar berbasis pembuktian *discovery learning* berbantuan aplikasi Phyphox memungkinkan untuk diterapkan dan membantu mahasiswa mengonstruksi pemahaman kontekstual yang mendalam khususnya pada pengembangan pemahaman konsep untuk materi-materi yang sifatnya abstrak seperti medan magnet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa model *discovery learning* berbantuan *smartphone-based sensor* (Phyphox) efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi medan magnet. Mahasiswa yang memperoleh pembelajaran tersebut memiliki nilai rata-rata pemahaman konsep yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa pada kelas kontrol. Selain itu, penerapan *discovery learning* dengan integrasi sensor pada *smartphone* mendukung proses konstruksi pengetahuan mahasiswa pada materi medan magnet dan pengembangan keterampilan teknis dalam pengoperasian navigasi dan menu pada aplikasi Phyphox.

REFERENSI

- Bui, F. S., Naen, A. B., Maing, C. M. M., & Freitas, M. L. F. (2025). Optimalisasi Pemahaman Konsep dan Aktivitas Belajar Fisika Melalui Discovery Learning Berbasis Simulasi PhET pada Materi Hukum Newton. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 3(1), 47–57.
- Campos, E., Hernandez, E., Barniol, P., & Zavala, G. (2021). Phenomenographic analysis and comparison of students' conceptual understanding of electric and magnetic fields and the principle of superposition. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 020117.
- Imtinan, N., & Kuswanto, H. (2023). The Use of Phyphox Application in Physics Experiments. *JIPF*, 8(1), 183–191.
- Irawan, S., Kelana, A. H., Daullu, M. A., Inggame, M. M., & Pujowati, M. (2026). Pengaruh Model Discovery Learning Berbasis Metode Eksperimen terhadap Hasil Belajar IPA pada Materi Tekanan Zat Cair. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 6(1), 251–261.
- Kurniawan, A., Marwoto, P., & Nugroho, S. E. (2025). Development and Validation of Free Fall Motion Experiment Kit Based on Arduino UNO and Phyphox Application. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(1), 62–74.
- Lubis, Y. K., & Dalimunthe, T. R. (2025). Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis pada Siswa terhadap Konsep Fisika Keseimbangan Benda Tegar Menggunakan Model Discovery Learning. *Gravity Journal*, 4(1), 78–88.

- Milner-Bolotin, M., & Milner, V. (2025). Increasing student science, technology, engineering and mathematics engagement through phyphox activities: Three practical examples. *Future in Educational Research*, 3(1), 111–126.
- Putri, L. R., Febrianti, K. V., Adji, A. A., & Arsi, F. (2023). UNDERGRADUATE ENGINEERING STUDENTS' ATTITUDE TOWARDS THE USE OF PHYPHOX IN PHYSICS EXPERIMENT. *IJIET (International Journal of Indonesian Education and Teaching)*, 7(2), 319–332.
- Sayangan, Y. V., Una, L. M. W., & Beku, V. Y. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran IPAS. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 757–766.
- Sukariasih, L., Erniwati, E., Sahara, L., Hariroh, L., & Fayanto, S. (2019). Studies the use of smartphone sensor for physics learning. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 8, 862–870.
- Westermann, N., Staacks, S., Heinke, H., & Möhrke, P. (2022). Measuring the magnetic field of a low frequency LC-circuit with phyphox. *Physics Education*, 57(6), 065024.
- Widyastuti, I., Winarno, N., Emiliannur, E., & Wahyuningsih, Y. (2024). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Menggunakan Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET pada Topik Usaha, Energi dan Pesawat Sederhana. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 4(1), 65–85.
- Zega, K. S., & Derlina, D. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika pada Materi Gelombang Cahaya (Studi Kasus: Siswa SMA Kelas XI SMA Negeri 1 Pancur Batu). *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 800–811.
- Zhao, Y. (2026). Smartphone-based undergraduate physics labs: A comprehensive review of innovation, accessibility, and pedagogical impact. *European Journal of Physics*, 47(1), 013001.