

Peningkatan Representasi Vektor dan Induksi Magnet Siswa XII SMA Kanisius berbasis PjBL

Heru Pambudi Yuwono⁽¹⁾, I Made Astra⁽²⁾, Firmanul Catur Wibowo⁽³⁾

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia
Email: pamyuwono1984@gmail.com

Abstrak: Materi induksi medan magnet sering dianggap sulit karena bersifat abstrak dan menuntut kemampuan menggambarkan arah medan serta memahami perubahan fluks magnet. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kemampuan representasi vektor dan pemahaman konsep induksi medan magnet melalui penerapan Project-Based Learning (PjBL) secara bertahap pada siswa kelas XII SMA Kanisius Jakarta. Penelitian menggunakan Penelitian Tindakan Kelas dengan tiga siklus. Setiap siklus terdiri atas pretest–posttest, observasi pelaksanaan pembelajaran, dan penilaian produk proyek. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang berarti pada kedua aspek. Ketuntasan belajar meningkat dari 69,24% pada pra-siklus menjadi 96,75% setelah Siklus III, dengan nilai N-Gain 0,92 (kategori tinggi). Peningkatan terjadi setelah siswa mendapatkan bimbingan representasi vektor, pembagian peran yang jelas dalam kelompok, serta pendampingan guru dalam menghubungkan hasil eksperimen dengan penjelasan konsep. Temuan ini menunjukkan bahwa PjBL efektif untuk membantu siswa memahami konsep induksi magnet secara lebih konkret dan aplikatif.

Abstract: Magnetic induction is often regarded as difficult because it is abstract and requires students to visualize field direction and understand changes in magnetic flux. This study aims to improve vector representation skills and conceptual understanding of magnetic induction through the gradual application of Project-Based Learning (PjBL) in grade XII at SMA Kanisius Jakarta. The research employed Classroom Action Research with three cycles. Each cycle included pretest–posttest, observation of learning implementation, and project product assessment. The results show a substantial improvement in both aspects. Learning mastery increased from 69.24% in the pre-cycle to 96.75% after Cycle III, with an N-Gain value of 0.92 (high category). Improvement occurred after students received vector representation guidance, clearer group role distribution, and teacher assistance in connecting experimental results with conceptual explanations. These findings indicate that PjBL is effective in helping students understand magnetic induction more concretely and meaningfully.

Tersedia online di

<https://ojs.unublitar.ac.id/index.php/jtpdm>

Sejarah artikel

Diterima pada: 5 Desember 2025

Disetujui pada: 15 Desember 2025

Dipublikasikan pada: 18 Desember 2025

Kata kunci: vektor, induksi medan magnet, PjBL, pembelajaran fisika

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan globalisasi menuntut dunia pendidikan untuk menyiapkan siswa dengan kecakapan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (4C). Literasi sains juga menjadi kemampuan penting karena membantu siswa memahami keterkaitan konsep-konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari (Zahroh & Yuliani, 2021). Namun, hasil PISA menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia masih rendah, sehingga pembelajaran perlu diarahkan pada pendekatan yang lebih bermakna

dan memberi ruang bagi siswa untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman, salah satunya melalui pembelajaran berbasis proyek (Utami & Setyaningsih, 2022).

Dalam konteks pembelajaran fisika, tantangan semakin jelas terlihat karena banyak konsep bersifat abstrak dan matematis. Materi seperti vektor dan induksi medan magnet sering kali hanya dipahami sebatas rumus tanpa penguasaan konsep yang mendalam. Minimnya kegiatan eksperimen dan proyek membuat siswa kesulitan dalam melakukan representasi vektor maupun menghubungkan perubahan fluks dengan arus induksi (Wayudi et al., 2020; Satriana, 2021; Edelsbrunner et al., 2023). Kondisi serupa ditemukan di SMA Kanisius Jakarta, di mana pembelajaran masih didominasi metode ceramah dan latihan soal, sehingga siswa kurang terlibat aktif dalam proses berpikir dan eksplorasi (Abell & Pizzini, 1992; Hasan et al., 2023). Observasi awal menunjukkan rendahnya kemampuan siswa dalam menentukan arah vektor dan memahami konsep induksi elektromagnetik (Schermerhorn & Thompson, 2019).

Melihat permasalahan tersebut, diperlukan model pembelajaran yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mengalami proses penyelidikan dan pemecahan masalah secara langsung. Project-Based Learning (PjBL) menjadi salah satu alternatif yang relevan karena memungkinkan siswa mengerjakan proyek yang dekat dengan konsep fisika, seperti merancang alat sederhana atau melakukan eksperimen medan magnet (Alhayat et al., 2023). Pendekatan ini sejalan dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek untuk memperkuat keterampilan abad ke-21 (Lubis & Mardiana, 2025). Melalui aktivitas proyek, siswa didorong untuk bekerja kolaboratif, menganalisis fenomena, dan mengembangkan pemahaman konseptual secara lebih bermakna.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model Project-Based Learning dalam meningkatkan kemampuan representasi vektor dan pemahaman konsep induksi medan magnet pada siswa kelas XII SMA Kanisius Jakarta. Melalui kegiatan proyek seperti pembuatan coil-magnet atau eksperimen gaya Lorentz, diharapkan siswa mampu mengatasi kesulitan konseptual serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Mujiburrahman et al., 2023).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) model Kemmis & McTaggart, yang dilaksanakan dalam dua siklus berulang (perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi). Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk melakukan perbaikan pembelajaran secara kolaboratif dan reflektif dalam konteks nyata kelas. Subjek penelitian adalah siswa kelas XII SMA Kanisius Jakarta, dengan fokus pada peningkatan dua objek utama: kemampuan representasi vektor dan pemahaman konsep induksi medan magnet. Prosedur setiap siklus didesain secara operasional: Siklus I menjadi tahap implementasi awal model Project Based Learning (PjBL) melalui proyek pembuatan alat yang berdasarkan induksi medan magnet, sedangkan Siklus II merupakan tahap penyempurnaan berdasarkan refleksi dari siklus sebelumnya, dengan penambahan scaffolding dan bimbingan yang lebih intensif. Instrumen penelitian dirancang khusus untuk mengukur variabel yang diteliti secara komprehensif. Kemampuan representasi vektor diukur dengan tes yang menuntut penggambaran diagram arah medan magnet, dan konversinya ke notasi matematis. Pemahaman konsep induksi magnet diukur melalui tes berbasis hukum Biot Savart. Selain instrumen tes, digunakan juga lembar observasi untuk menilai keterlaksanaan sintaks PjBL dan aktivitas siswa, serta lembar penilaian produk untuk

mengevaluasi aspek kreativitas dan ketepatan konsep alat yang dihasilkan. Data dikumpulkan melalui teknik pretest-posttest setiap siklus, observasi partisipan, dan dokumentasi (foto, catatan lapangan).

Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif mengolah skor tes untuk menghitung persentase ketuntasan belajar dan peningkatan (gain) antar siklus. Analisis kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan dinamika proses pembelajaran, mengidentifikasi pola kesalahan konsep, dan memahami kesulitan siswa dari data observasi, catatan refleksi, dan dokumentasi. Kombinasi kedua analisis ini memungkinkan interpretasi data yang lebih mendalam. Keberhasilan penelitian ini ditandai dengan pencapaian indikator berikut: (1) minimal 75% siswa mencapai KKM pada tes representasi vektor dan pemahaman konsep, (2) keterlaksanaan sintaks PjBL mencapai kategori minimal Baik, dan (3) kualitas produk proyek siswa minimal berkategori baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Peningkatan Representasi Vektor dan Induksi Magnet Siswa XII SMA Kanisius berbasis PjBL. Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan pada tanggal 8 November hingga 6 Desember 2025. Dokumentasi kegiatan pembelajaran dengan pendekatan PjBL pada materi induksi medan magnet terlihat pada Gambar 1. Adapun proyek yang dibuat yaitu magnet yang terbuat dari lilitan kawat dan paku.



Gambar 1. Pada siklus I Peserta didik melakukan percobaan menggunakan Simulasi Tangen busole.



Gambar 2. Pada siklus II Peserta Didik melakukan proyek pembuatan magnet.



Gambar 3. Pada siklus III Peserta Didik memahami tutorial representasi vektor



Gambar 4. Peserta Didik telah melakukan posttest akhir.

Tabel 1. Representasi Vektor Tiap Siklus.

Siklus	Tahapan Tes	Ketuntasan belajar	N gain	Kategori
Siklus I (PjBL Awal)	Pre-Test	69,24 %	-	Rendah
	Post-Test	84,18%	0,23	
Siklus II (Proyek Eksperimen)	Pre-Test	84,18%	0,61	Sedang
	Post-Test	89,39 %		
Siklus III (Tutorial video)	Pre-Test	89,39 %	0.92	Tinggi
	Post-Test	96.75 %		

Hasil pengolahan data menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada ketuntasan belajar siswa setelah diterapkan Pendekatan PjBL, proyek eksperimen, dan tutorial video penjelasan induksi medan magnet selama tiga siklus. Rata-rata kelas berhasil meningkatkan Nilai ketuntasan belajar dari 69,24 % pada Pre-Test Siklus I menjadi 96.75 % pada Post-Test Siklus III.

Tabel 2. Pemahaman konsep induksi medan magnet Tiap Siklus.

Siklus	Tahapan Tes	Ketuntasan belajar	N gain	Kategori
Siklus I (PjBL Awal)	Pre-Test	69,24 %	-	Rendah
	Post-Test	84,18%	0.6	
Siklus II (Proyek Eksperimen)	Pre-Test	84,18%	0.73	Tinggi
	Post-Test	89,39 %		
Siklus III (Tutorial video)	Pre-Test	89,39 %	0.92	Tinggi
	Post-Test	96.75 %		

Tabel 3. Ringkasan N gain Tiap Siklus.

Aspek	Tahapan Tes	Ketuntasan belajar	N gain	Kategori
Representari vektor	Pre-Test	69,24 %	-	Rendah
Pemahaman konsep	Post-Test	84,18%	0.6	
Siklus II	Pre-Test	84,18%		

Pelaksanaan Siklus I menunjukkan bahwa penerapan awal PjBL berhasil menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif. Namun, observasi dan refleksi mengungkap beberapa tantangan mendasar. Pada aspek representasi vektor, banyak siswa masih keliru dalam menggambar diagram arah medan magnet dan menerapkan aturan tangan kanan. Pada aspek pemahaman konsep, siswa kesulitan menghubungkan perubahan fluks magnet dengan munculnya ggl induksi dalam proyek generator mereka. Analisis kuantitatif awal menunjukkan persentase ketuntasan belajar untuk kedua aspek masih di bawah indikator keberhasilan (75%). Temuan kualitatif mengidentifikasi tiga masalah utama: partisipasi pasif dalam kelompok, akurasi diagram vektor yang rendah, dan pemahaman konsep yang masih terpisah dari praktik.

Berdasarkan refleksi Siklus I, Siklus II dilaksanakan dengan perbaikan strategis. *Scaffolding* berupa tutorial singkat teknik representasi vektor diberikan sebelum pengerjaan proyek, dan pembagian peran dalam kelompok diatur lebih jelas. Guru juga memberikan bimbingan intensif untuk membantu siswa mentranslasikan pengamatan eksperimen menjadi diagram dan penjelasan konseptual. Hasilnya, observasi pada Siklus II menunjukkan peningkatan signifikan dalam partisipasi aktif siswa dan akurasi representasi vektor dalam desain proyek. Siswa mulai mampu menjelaskan hubungan antara desain koil, gerakan magnet, dan arah arus induksi dengan diagram yang tepat.

Analisis kuantitatif akhir membuktikan efektivitas tindakan perbaikan. Persentase ketuntasan belajar untuk kemampuan representasi vektor meningkat dari 69,24 % pada Siklus I menjadi 84,18% pada Siklus II. Demikian pula, pemahaman konsep induksi magnet meningkat dari 84,18% menjadi 89,39 %. Pada siklus III pemahaman konsep induksi medan magnet meningkat dari 89,39 %. Menjadi 96,75 % Peningkatan skor gain yang signifikan dan capaian di atas indikator keberhasilan (75%) mengonfirmasi bahwa PjBL yang telah disempurnakan berhasil meningkatkan kedua aspek secara simultan. Keterlaksanaan sintaks PjBL juga mencapai kategori Sangat Baik pada Siklus II, dan mayoritas produk proyek siswa dinilai kreatif dan konseptually akurat.

Pembahasan hasil ini menguatkan proposisi awal bahwa PjBL adalah kerangka pembelajaran yang potensial untuk mengatasi tantangan abstraksi dalam fisika. Proyek autentik (paku di lilit kawat dan dialiri arus) menciptakan konteks bermakna yang memaksa siswa untuk secara praktis menggunakan representasi vektor, sekaligus mengalami langsung konsekuensi fisika dari kesalahan representasi tersebut. Aktivitas hands on ini menimbulkan konflik kognitif yang mendorong revisi miskonsepsi. Kolaborasi dan presentasi proyek lebih lanjut memfasilitasi artikulasi pemahaman dalam berbagai mode representasi (verbal, diagram, matematis), sehingga memperkuat jembatan antara keterampilan representasional dan pemahaman konseptual. Dengan demikian, PjBL berfungsi sebagai lingkungan belajar yang terintegrasi, di mana teori konstruktivisme dan pembelajaran pengalaman diwujudkan untuk membangun pemahaman mendalam (deep learning) tentang induksi elektromagnetik. Penelitian ini tidak hanya membuktikan efektivitas PjBL, tetapi juga menawarkan suatu model penerapan yang dapat diadaptasi untuk topik fisika abstrak lainnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model Project-Based Learning (PjBL), yang terus diperbaiki dalam setiap siklus, sangat membantu meningkatkan kemampuan siswa dalam merepresentasikan vektor dan memahami konsep induksi medan magnet. Perbaikan tersebut tampak dari kenaikan ketuntasan belajar, yang awalnya hanya 69,24% pada pra-siklus dan

berakhir menjadi 96,75% setelah Siklus III. Nilai N-Gain di akhir penelitian juga berada pada kategori tinggi (0,92), sehingga menguatkan bahwa pembelajaran ini berjalan efektif. Ada beberapa langkah penting yang mendukung keberhasilan, yaitu kegiatan eksperimen langsung yang memberi pengalaman nyata, pemberian tutorial singkat mengenai representasi vektor, serta sesi refleksi dan bimbingan untuk meluruskan miskonsepsi. Pendekatan ini bukan hanya memperdalam pemahaman konsep, tetapi juga membantu siswa bekerja sama, memecahkan masalah, dan berpikir kritis. Oleh karena itu, model PjBL dapat dipertimbangkan sebagai pilihan strategi pembelajaran yang inovatif, khususnya untuk topik fisika yang abstrak dan matematis. Ke depan, model ini dapat diuji pada materi dan peserta didik yang lebih banyak, serta dikombinasikan dengan penggunaan simulasi digital untuk memperkuat kemampuan representasional siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Abell, S. K., & Pizzini, E. L. (1992). A model for effective science teaching. *International Journal of Science Education*, 14(5), 481–490.
- Ahmad, S., & Arkiang, F. (2021). The influence of project-based learning on students' critical thinking skills: A meta-analysis. *Journal of Science Learning*, 4(2), 115-123.
- Alhayat, A., Syahmani, S., & Miriam, S. (2023). Project-based learning model with STEM approach to improve students' scientific literacy on electromagnetic induction material. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 11(1), 1-10.
- Edelsbrunner, P. A., Schalk, L., & Stern, E. (2023). The role of conceptual knowledge in understanding and solving physics problems: A review. *Educational Psychology Review*, 35(1), 45-78.
- Hasan, M., Putri, D. H., & Risdianto, E. (2023). Analysis of student difficulties on electromagnetic induction concept and its alternative solutions. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 9(1), 128-137.
- Lubis, R. R., & Mardiana, D. (2025). Implementasi pembelajaran berdiferensiasi dalam kurikulum merdeka untuk meningkatkan keterampilan abad 21. *Jurnal Basicedu*, 9(1), 250-260.
- Mujiburrahman, B., Arsyad, M., & Kade, A. (2023). The effectiveness of Lorentz force experiment kit based on project-based learning to improve students' conceptual understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 2582(1), 012045.
- Satriana, A. (2021). Analisis kesulitan representasi vektor mahasiswa pada materi medan magnet. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(2), 89-97.
- Schermerhorn, B. P., & Thompson, J. R. (2019). Investigating student understanding of magnetic field direction. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020123.
- Utami, W. S., & Setyaningsih, E. (2022). Peningkatan literasi sains siswa melalui pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam kurikulum merdeka. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(1), 45-56.
- Wayudi, M., Suwatno, S., & Santosa, B. (2020). Kajian analisis keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan representasi matematis siswa SMA pada materi induksi elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(1), 88-95.
- Zahroh, F., & Yuliani, Y. (2021). Literasi sains sebagai kompetensi penting di abad 21. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5), 3226-3235.