

Peningkatan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Melalui Model Project Based Learning Berbasis Steam Pada Materi Pesawat Sederhana

Ramdhani Purnomo¹, I Made Astra², Firmanul Catur Wibowo³

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Email: ramdhani.purnomo@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas VIII SMP Labschool Kebayoran melalui penerapan Project Based Learning berbasis STEAM (PjBL-STEAM) pada materi pesawat sederhana. Model argumentasi Claim–Evidence–Reasoning (CER) digunakan untuk mengukur kualitas argumen ilmiah. Penelitian dilaksanakan dengan Penelitian Tindakan Kelas model Kemmis & McTaggart dalam tiga siklus. Subjek penelitian terdiri dari 25 siswa. Data dikumpulkan menggunakan tes CER, lembar observasi, dan dokumentasi proyek. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah pada setiap siklus, ditunjukkan oleh nilai N-gain: Siklus I = 0,26 (kategori rendah), Siklus II = 0,45 (kategori sedang), dan Siklus III = 0,71 (kategori tinggi). Aspek claim konsisten meningkat, evidence mengalami peningkatan signifikan setelah penggunaan alat terkalibrasi dan simulasi PhET, sedangkan reasoning meningkat setelah diberi scaffolding eksplisit. PjBL-STEAM terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas argumen ilmiah siswa dan mendukung keterampilan abad 21 pada pembelajaran IPA.

Abstract: This study aims to improve the scientific argumentation skills of eighth-grade students of SMP Labschool Kebayoran through the implementation of STEAM-based Project Based Learning (PjBL-STEAM) on simple machines. The Claim–Evidence–Reasoning (CER) argumentation model was used to measure the quality of scientific arguments. The study was conducted using the Kemmis & McTaggart Classroom Action Research model in three cycles. The research subjects consisted of 25 students. Data were collected using CER tests, observation sheets, and project documentation. The results showed an increase in scientific argumentation skills in each cycle, indicated by the N-gain value: Cycle I = 0.26 (low category), Cycle II = 0.45 (medium category), and Cycle III = 0.71 (high category). The claim aspect consistently increased, evidence experienced a significant increase after the use of calibrated tools and PhET simulations, while reasoning increased after being given explicit scaffolding. PjBL-STEAM has been proven effective in improving the quality of students' scientific arguments and supporting 21st-century skills in science learning.

Tersedia online di

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

Sejarah artikel

Diterima pada: 10 Desember 2025

Disetujui pada: 17 Desember 2025

Dipublikasikan pada: 18 Desember 2025

Kata kunci: Argumentasi ilmiah, CER, PjBL-STEAM, pesawat sederhana.

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika dalam Kurikulum Merdeka menekankan kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan kemampuan mengembangkan argumen berbasis bukti. Namun hasil observasi awal pada kelas VIII SMP Labschool Kebayoran

menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah siswa masih rendah, terutama pada aspek reasoning yang belum mampu menghubungkan data eksperimen dengan konsep fisika.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan Project Based Learning berbasis STEAM dapat meningkatkan kemampuan literasi sains, kreativitas, dan argumentasi ilmiah siswa. Model ini menempatkan siswa dalam konteks pemecahan masalah nyata sehingga mereka terdorong mengajukan klaim, mengumpulkan bukti, dan menyusun reasoning.

Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan: 1) mendeskripsikan penerapan PjBL-STEAM dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah; 2) menganalisis peningkatan kemampuan argumentasi siswa pada setiap siklus; dan 3) mengidentifikasi hambatan serta perbaikan yang dibutuhkan selama proses tindakan.

METODE

Penelitian menggunakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) model Kemmis & McTaggart dengan tiga siklus yang mencakup tahap perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Penelitian dilaksanakan di SMP Labschool Kebayoran pada semester 2025/2026, dengan subjek 25 siswa kelas VIII. Desain Tindakan Siklus I: PjBL-STEAM pada materi tuas; fokus pada claim dan evidence, Siklus II: Perbaikan melalui penggunaan alat terkalibrasi kit pesawat sederhana katrol dan modelling CER; fokus pada evidence dan reasoning, Siklus III: Pemanfaatan simulasi PhET untuk hubungan antarvariabel bidang miring; fokus pada reasoning tingkat lanjut. Instrumen penelitian menggunakan Tes CER (Claim, Evidence, Reasoning) rubrik penilaian (skala 1–4), Lembar observasi aktivitas siswa dan guru, Dokumentasi proses proyek. Teknik Analisis yang digunakan Quantitative: skor CER dan N-gain dan Qualitative: reduksi data observasi, triangulasi, dan refleksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Siklus I

Siswa mampu mengidentifikasi claim dan mengumpulkan evidence dasar, tetapi reasoning sangat lemah. N-gain per aspek adalah sebagai berikut:

Table 1 Rata-Rata Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah (CER) pada Siklus I

Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Pre-test (Skala 1-4)	Rata-Rata Skor Post-test (Skala 1-4)	N-Gain per Aspek	Kategori N-Gain
Claim	3.79	3.96	0.81	Tinggi
Evidence	2.79	3.25	0.38	Sedang
Reasoning	2.67	2.75	0.06	Rendah
Rata-rata	3.08	3.32	0.26	Rendah

N-gain total = 0,26 (kategori rendah). Kelemahan utama: data eksperimen tidak akurat dan tidak ada scaffolding penalaran. Kegiatan Refleksi Siklus I diperlukan: 1) alat terkalibrasi untuk evidence yang valid, 2) contoh reasoning ilmiah oleh guru, 3) template CER untuk memandu argumentasi.



Gambar 1 Presentasi Proyek STEAM Pesawat Sederhana

Siklus II

Perbaikan dilakukan dengan demonstrasi alat terkalibrasi, modelling CER, dan template reasoning. Hasilnya:

Table 2 Rata-Rata Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah (CER) pada Siklus II

Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Pre-test (Skala 1-4)	Rata-Rata Skor Post-test (Skala 1-4)	N-Gain per Aspek	Kategori N-Gain
Claim	3.24	4.00	1.00	Tinggi
Evidence	2.92	3.25	0.31	Rendah
Reasoning	2.50	3.00	0.33	Rendah
Rata-rata	2.94	3.42	0.45	Sedang

N-gain total = 0,45 (kategori sedang), meningkat dari siklus I. Temuan utama data lebih konsisten, reasoning mulai berkembang, namun masih terbatas pada konsep katrol yang kompleks, siswa belajar menjelaskan hubungan gaya–jumlah tali penopang. Refleksi siklus II terdapat masalah yang tersisa: 1) siswa kesulitan memprediksi perubahan variable, 2) eksperimen fisik memakan waktu dan sulit divariasikan, 3) perlu media visual untuk memperkuat konsep. Perbaikan lanjut: penggunaan simulasi PhET untuk mempermudah visualisasi hubungan antarvariabel.



Gambar 2 Proyek STEAM ditambah demonstrasi Kit Pesawat Sederhana

Siklus III

Dengan pemanfaatan simulasi PhET dan scaffolding reasoning, kualitas argumentasi ilmiah meningkat signifikan.

Table 3 Rata-Rata Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah (CER) pada Siklus III

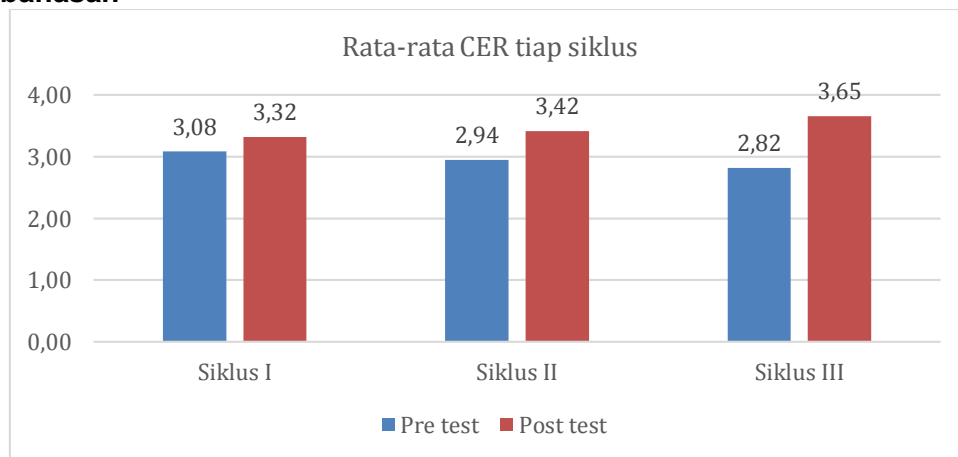
Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Pre-test (Skala 1-4)	Rata-Rata Skor Post-test (Skala 1-4)	N-Gain per Aspek	Kategori N-Gain
Claim	3.48	3.88	0.77	Tinggi
Evidence	2.67	3.63	0.72	Tinggi
Reasoning	2.33	3.65	0.45	Sedang
Rata-rata	2.82	3.65	0.71	Tinggi

N-gain total = 0,71 (kategori tinggi), meningkat dari siklus III analisis yang ditemukan: 1) visualisasi membantu siswa menghubungkan panjang–tinggi–gaya pada bidang miring, 2) reasoning menjadi lebih kausal dan terstruktur, 3) penggabungan data eksperimen nyata dan simulasi meningkatkan validitas evidence, 4) lebih dari 80% siswa mencapai ketuntasan argumentasi.



Gambar 3 Proyek STEAM Pesawat sederhana dengan simulasi PhET

Pembahasan



Gambar 5 Rata-rata CER tiap siklus

Penelitian ini menunjukkan bahwa PjBL-STEAM efektif untuk meningkatkan CER kegiatan proyek memberi konteks autentik bagi siswa untuk membangun claim, mengumpulkan evidence, dan menyusun reasoning. Reasoning tidak berkembang tanpa scaffolding eksplisit template CER, contoh reasoning, dan pertanyaan pemantik terbukti meningkatkan kualitas penalaran siswa. Validitas evidence berpengaruh pada kualitas reasoning ketika alat tidak terkalibrasi (Siklus I), reasoning rendah; ketika data akurat (Siklus II–III), reasoning meningkat. Simulasi digital memperkuat visualisasi

konsep PhET sangat membantu siswa memahami hubungan antarvariabel secara intuitif. Refleksi antar-siklus memperkuat efektivitas Tindakan setiap perbaikan didasarkan pada masalah yang muncul sebelumnya sehingga peningkatan terjadi secara sistematis.

KESIMPULAN

Model Project Based Learning berbasis STEAM terbukti efektif meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi pesawat sederhana. Peningkatan kemampuan CER ditunjukkan oleh peningkatan N-gain dari 0,26 (siklus I) menjadi 0,45 (siklus II) dan 0,71 (siklus III). Aspek claim meningkat stabil; evidence meningkat signifikan setelah penggunaan alat terkalibrasi dan simulasi; reasoning meningkat setelah scaffolding eksplisit. Indikator keberhasilan penelitian tercapai pada Siklus III: N-gain tinggi dan ketuntasan $\geq 80\%$.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project-based learning integrated to STEAM to enhance elementary school students' scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261–267. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Aydeniz, M., & Dogan, A. (2016). Exploring the impact of argumentation on students' conceptual understanding in science classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1123–1140.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.
- Dawson, V., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133–148.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner*. Deakin University Press.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5–8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing*. Pearson.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage.
- Nugraha, M. G., Suryadi, S., & Kurniadi, G. (2020). Aktivitas laboratorium dalam meningkatkan sikap ilmiah dan penguasaan konsep fisika siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*, 6(2), 112–120.
- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627–638.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Putri, R. D., & Widodo, A. (2020). Integrasi STEAM dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 35–45.
- Subiantoro, A. (2017). Hakikat pembelajaran sains dan implikasinya pada pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5(1), 15–23.



-
- Susanti, A., & Jatmiko, B. (2019). Pengaruh pembelajaran berbasis inkuiri terhadap kemampuan penjelasan ilmiah siswa SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 421–429. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i3.20364>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.