



Pengaruh *Project-Based Learning* (PjBL) Terintegrasi STEAM untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan

Intan Kusumawati¹, Eka Murdani², Elisabet Novita³, Hikmah Nuriwi⁴, Nur Sidik Pamungkas⁵, Erros Chandra⁶, Wati⁷

ISBI Singkawang, Singkawang, Indonesia

intank@isbisingkawang.ac.id^{1,*}, ekamurdani@gmail.com², elisabetnovita2005@gmail.com³,

hikmahskw990@gmail.com⁴, gusnur111250@gmail.com⁵, erros2106@gmail.com⁶,

sywat2006@gmail.com⁷

^{*}Corresponding author

Kata Kunci:

Motivasi Belajar; Pencemaran Lingkungan; PjBL; STEAM

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh model *Project-Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEAM terhadap motivasi belajar siswa pada materi pencemaran lingkungan. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *Pretest-Posttest Control Group Design* pada siswa kelas VII yang terbagi dalam kelompok eksperimen dan kontrol. Instrumen penelitian berupa angket motivasi belajar. Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan rata-rata angket motivasi belajar siswa sebelum dan setelah perlakuan, serta menghitung nilai *N-gain* pada kelompok eksperimen dan kontrol pada masing-masing kabupaten. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa di Kabupaten Sambas, rata-rata skor motivasi kelompok eksperimen meningkat dari 74,40 menjadi 89,85 dengan *N-gain* 15,45, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 74,58 menjadi 79,48 dengan *N-gain* 4,90; perbedaan *N-gain* antarkelompok signifikan ($p=0,0013$). Di Kabupaten Bengkayang, rata-rata skor kelompok eksperimen meningkat dari 75,72 menjadi 89,59 dengan *N-gain* 13,86, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 78,54 menjadi 82,88 dengan *N-gain* 4,33; perbedaan *gain* antarkelompok belum signifikan ($p=0,0720$). Simpulan menunjukkan bahwa PjBL terintegrasi STEAM berkontribusi positif terhadap peningkatan motivasi belajar siswa, dengan bukti statistik antarkelompok yang lebih kuat di Kabupaten Sambas.

The Effect of STEAM-Integrated Project-Based Learning on Students' Learning Motivation in Environmental Pollution

Keywords:

Learning Motivation; Environmental Pollution; PjBL; STEAM

ABSTRACT

This study aimed to analyse the effect of the STEAM - integrated *Project-Based Learning* (PjBL) model on students' learning motivation on the material of environmental pollution. This research used a quantitative approach with a *Pretest-Posttest Control Group Design* on students in class VII, who were

divided in group experiments and controls. The study was in the form of a learning motivation questionnaire. Data were analysed descriptively by comparing students' learning motivation averages before and after treatment, as well as the N-gain value in the group experiments and controls in each district. Results showed that in Sambas Regency, the average score of the experimental group increased from 74.40 to 89.85 with an N-gain of 15.45, while the control increased from 74.58 to 79.48 with an N-gain of 4.90; the difference in N-gain between groups was significant ($p=0.0013$). In the Regency of Bengkayang, the average score of the experimental group increased from 75.72 to 89.59 with an N-gain of 13.86, while the control increased from 78.54 to 82.88 with an N-gain of 4.33; the difference in gain between groups was not yet significant ($p=0.0720$). The conclusion showed that PjBL integrated STEAM contributes positively to improving students' learning motivation, with proof of statistics intergroup that more strong in Sambas Regency.

PENDAHULUAN

Motivasi belajar penting untuk dikaji sebab motivasi belajar erat kaitannya dengan keterlibatan siswa dalam proses pendidikan dan pencapaian hasil belajar. Pendidikan diorientasikan pada pembentukan siswa yang aktif, kritis, kreatif, kolaboratif, mampu memecahkan masalah, serta dapat mengaitkan antara pengetahuan dasar yang diperoleh dengan persoalan yang dihadapi di kehidupan nyata. Dalam pembelajaran IPA, motivasi belajar menjadi semakin penting karena pembelajaran sains menuntut keterlibatan aktif siswa dalam mengamati fenomena, mengajukan pertanyaan, melakukan penyelidikan, menginterpretasikan data, mengomunikasikan hasil, dan menyelesaikan masalah. Motivasi menjadi salah satu faktor penting yang dapat ditinjau dari partisipasi keaktifan siswa dalam pembelajaran STEM, yang dapat diamati melalui ketertarikan siswa pada lintas disiplin ilmu, terutama dalam bidang sains dan teknologi (Bayanova *et al.*, 2023).

Permasalahan motivasi tersebut menjadi semakin relevan ketika pembelajaran IPA masih didominasi oleh penyampaian materi dan aktivitas yang kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengalami proses ilmiah secara langsung. Pembelajaran yang terlalu berpusat pada guru berpotensi membatasi kesempatan siswa untuk mengeksplorasi fenomena, mengambil keputusan, bekerja sama, dan menghubungkan konsep dengan situasi kehidupan nyata. Padahal, pembelajaran sains yang bermakna perlu memberikan ruang bagi siswa untuk membangun pengetahuan melalui aktivitas investigasi dan penyelesaian masalah. Pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran IPA dapat memberikan bekal pengetahuan yang lebih konkrit bagi siswa melalui pengalaman langsung secara aktif dan kontekstual untuk diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari (Citradevi *et al.*, 2017).

Materi pencemaran lingkungan memiliki karakteristik yang sangat dekat dengan kehidupan siswa. Persoalan sampah, pencemaran air, pencemaran udara, serta perubahan kualitas lingkungan dapat diamati di sekitar siswa dan dapat dijadikan konteks untuk kegiatan penyelidikan dan perancangan solusi. Karakteristik tersebut menjadikan materi pencemaran lingkungan tidak hanya relevan untuk pencapaian kompetensi pengetahuan, tetapi juga potensial digunakan untuk mengembangkan keterampilan berpikir, kreativitas, kolaborasi, dan kepedulian siswa terhadap lingkungan. Penelitian dengan *Project Based Learning* (PjBL) melalui lembar kerja siswa dapat diimplementasikan di tingkat sekolah menengah pertama pada materi pencemaran lingkungan sebab dapat mendukung keterampilan proses sains siswa kelas VII (Citradevi *et al.*, 2017).

Project-Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menempatkan proyek dan permasalahan autentik sebagai konteks utama pembelajaran. Dalam PjBL, siswa tidak hanya menerima

informasi, tetapi terlibat dalam proses merencanakan, melaksanakan, memantau, mengevaluasi, dan merefleksikan proyek. Karakteristik tersebut memberikan peluang kepada siswa untuk memiliki peran yang lebih aktif dalam proses pembelajaran. Bukti empiris yang lebih luas juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah, proyek, dan kasus dapat memberikan dampak positif terhadap motivasi siswa. Dalam meta-analisis yang mencakup 132 laporan dan 139 subsampel, Wijnia *et al.* (2024) menemukan efek positif secara keseluruhan terhadap motivasi siswa, dengan ukuran efek sekitar $d = 0,498$. Namun, terdapat adanya heterogenitas efek, yang berarti efektivitas pendekatan tersebut dapat berbeda bergantung pada karakteristik pembelajaran dan konteks penerapannya.

Temuan tersebut memberikan dasar penting bahwa PjBL memiliki potensi untuk meningkatkan motivasi, tetapi penerapan PjBL secara umum belum dapat dianggap secara otomatis menghasilkan efek yang sama pada semua kondisi pembelajaran. Dengan demikian, pembelajaran yang diterapkan tidak hanya berupa proyek sebagai aktivitasnya, tetapi perlu diintegrasikan dengan berbagai lintas disiplin ilmu agar proyek yang dilakukan siswa memiliki keterkaitan yang kuat dalam pemecahan masalah nyata.

Salah satu pendekatan yang dianggap dapat memperkuat karakteristik PjBL adalah dengan integrasi STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics*). STEAM memungkinkan siswa menghubungkan konsep dari berbagai bidang untuk memahami dan menyelesaikan persoalan yang kompleks. Konsep sains dalam pencemaran lingkungan untuk mendeskripsikan permasalahan yang akan dipecahkan, sedangkan teknologi digunakan sebagai alat bantu dalam mengatasi masalah dan sebagai lintas ilmu untuk mendapatkan data dan mengolah informasi. Begitupula dengan teknik digunakan untuk menghasilkan solusi, sedangkan seni dilakukan untuk dikembangkannya suatu produk agar lebih estetik. Adapun matematika digunakan untuk menghitung, membandingkan, dan menginterpretasikan data yang diperoleh secara ilmiah. Dengan demikian, integrasi STEAM dapat membuat proyek tidak berhenti pada pembuatan produk, tetapi menjadi proses pemecahan masalah yang melibatkan keterampilan lintas disiplin.

Pentingnya integrasi tersebut didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa PjBL yang dikombinasikan dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan motivasi belajar. Meta-analisis oleh Nova *et al.* (2024) terhadap 33 artikel menemukan bahwa integrasi PjBL-STEM memberikan peningkatan terhadap motivasi siswa, meskipun besar pengaruhnya berbeda menurut jenjang pendidikan dan bidang studi. Hasil temuan ini mendeskripsikan pengaruh motivasi pada jenjang sekolah dasar dan menengah pertama yang masih belum sebesar jenjang pendidikan yang lebih tinggi sehingga perlu diuji secara khusus desain pembelajaran terintegrasi pada siswa sekolah menengah pertama.

Penelitian STEAM dengan pendekatan lintas disiplin ilmu menunjukkan potensi keterlibatan siswa, kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan dalam pemecahan masalah. Namun, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi melalui penerapan model ini, yaitu kesiapan guru, kreativitas guru dalam mengintegrasikan lintas disiplin ilmu, waktu pembelajaran, dan persiapan capaian tujuan pembelajaran. Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas STEAM perlu diuji melalui desain pembelajaran yang konkret dan sesuai dengan karakteristik materi serta jenjang pendidikan.

Urgensi penelitian ini semakin kuat karena terdapat kesenjangan antara potensi teoritis PjBL-STEAM dan kebutuhan bukti empiris pada konteks pembelajaran IPA kelas VII, khususnya materi pencemaran lingkungan. Penelitian terdahulu telah banyak menunjukkan manfaat PjBL terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar, sementara penelitian tentang integrasi PjBL-STEM/STEAM menunjukkan potensi terhadap motivasi dan keterampilan berpikir. Namun, penelitian yang secara khusus membandingkan PjBL terintegrasi STEAM dengan PjBL tanpa integrasi STEAM terhadap motivasi belajar siswa pada materi pencemaran lingkungan di tingkat SMP masih relatif terbatas. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menguji apakah PjBL efektif, tetapi secara lebih spesifik menguji apakah penambahan integrasi STEAM ke dalam PjBL memberikan keunggulan dibandingkan PjBL yang tidak diintegrasikan dengan STEAM.

Urgensi tersebut juga diperkuat dengan adanya karakteristik materi pencemaran lingkungan yang dikaji dalam penelitian ini, siswa dituntut untuk berhadapan langsung untuk menghadapi persoalan autentik dalam kehidupan nyata. Melalui penelitian pada materi pencemaran lingkungan ini, ditunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dari pelaksanaan proyek dapat mendukung aktivitas belajar siswa yang ditunjukkan dari motivasi belajar siswa. Namun, kajian yang khusus membahas bagaimana motivasi belajar siswa sebagai variabel dalam penerapan model PjBL-STEAM ini masih perlu dikaji pada materi pencemaran lingkungan ini. Adanya penelitian terdahulu yang mengkaji pengaruh model PjBL-STEAM terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi pencemaran lingkungan (Sukmawijaya *et al.*, 2019) menjadi dasar empiris bahwa materi pencemaran lingkungan relevan untuk menguji pengaruh model PjBL-STEAM.

Penelitian ini memiliki urgensi baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini dapat memperkaya bukti empiris mengenai hubungan antara PjBL, integrasi STEAM, dan motivasi belajar pada pembelajaran IPA. Secara praktis, hasil penelitian dapat memberikan alternatif desain pembelajaran yang lebih kontekstual bagi guru IPA, khususnya dalam mengajarkan materi pencemaran lingkungan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak berupa informasi terkait integrasi STEAM apakah dapat memberikan nilai tambah terhadap PjBL dengan fokus pada peningkatan motivasi belajar, atau PjBL tanpa integrasi STEAM memberikan hasil yang lebih baik atau relatif sama.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting untuk dilakukan agar dapat diuji secara empiris pengaruh model PjBL terhadap motivasi belajar siswa. Hal ini dikarenakan penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis proyek memiliki pengaruh yang positif tetapi heterogen, serta model ini dapat dipengaruhi konteks pembelajaran (Wijnia *et al.*, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran dengan PjBL terintegrasi STEAM dengan kelompok kontrol yang memperoleh PjBL tanpa integrasi STEAM, sehingga dapat diketahui apakah integrasi STEAM memberikan pengaruh yang lebih kuat terhadap motivasi belajar siswa pada materi pencemaran lingkungan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model PjBL terintegrasi STEAM terhadap motivasi belajar siswa pada materi pencemaran lingkungan. Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan pada motivasi belajar antara siswa yang memperoleh pembelajaran dengan PjBL terintegrasi STEAM, dan siswa yang memperoleh pembelajaran dengan PjBL tanpa integrasi STEAM.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*quasi-experimental design*) dengan menggunakan *Pretest-Posttest Control Group Design*. Pemilihan istilah ini disesuaikan dengan adanya kelompok eksperimen dan kontrol, serta pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Quasi-Experimental Design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

- O₁ dan O₃ = pengukuran motivasi sebelum perlakuan;
- O₂ dan O₄ = pengukuran motivasi setelah perlakuan;
- X₁ = PjBL terintegrasi STEAM;
- X₂ = PjBL tanpa integrasi STEAM.

Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII di salah satu SMPN Monterado dan Salatiga

dengan teknik sampling jenuh. Dua kelas digunakan sebagai sampel, yaitu kelas VII A sebagai kelompok eksperimen dan kelas VII B sebagai kelompok kontrol. Pembelajaran pada kelompok eksperimen berupa penerapan model PjBL-STEAM, sedangkan kelompok kontrol melalui penerapan model PjBL tanpa STEAM. Penelitian dilaksanakan pada materi pencemaran lingkungan. Lokasi penelitian pada salah satu sekolah menengah pertama negeri di Monterado, Kabupaten Bengkayang; dan Salatiga, Kabupaten Sambas.

Penelitian ini diawali dengan mengobservasi sekolah, menentukan sampel, penyesuaian kurikulum, penyusunan modul ajar, menyusun instrumen hingga dinyatakan valid, serta pengurusan izin penelitian. Pada pelaksanaan penelitian, siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diberikan lembar angket motivasi belajar sebelum diberikan *treatment*. Selanjutnya dilaksanakan proses pembelajaran, dan diakhiri dengan pemberian lembar motivasi belajar yang sama pada siswa tiap kelompok. Terakhir dilakukan pengolahan dan analisis data.

Instrumen penelitian meliputi angket motivasi belajar dengan uji statistik deskriptif untuk mendeskripsikan distribusi motivasi dan statistik inferensial untuk menguji perbedaan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Untuk distribusi motivasi ditinjau dari peningkatan motivasi belajar siswa sebelum dan setelah diterapkan model pembelajaran yang berbeda pada wilayah Kabupaten Bengkayang dan Kabupaten Sambas, kemudian membandingkan hasilnya dengan menggunakan rumus *N-Gain*. Untuk menguji pengaruh dengan statistik inferensial yang diawali dengan Uji Normalitas data, jika data berdistribusi Normal maka digunakan uji *t*; jika tidak berdistribusi normal maka menggunakan uji *U-Mann Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dalam penelitian ini dianalisis dengan cara membandingkan hasil skor motivasi belajar siswa sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan berupa penerapan model PjBL-STEAM pada kelompok eksperimen, dan PjBL tanpa STEAM pada kelompok kontrol pada masing-masing kabupaten. Perhitungan yang dilakukan diawali dengan deskriptif, yaitu memberikan gambaran peningkatan yang diperoleh pada tingkat kelompok, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen dari sampel sebanyak 20 siswa pada setiap kelompok. Peningkatan dihitung sebagai selisih rata-rata *posttest* dan *pretest* dengan persamaan (1).

$$\text{Peningkatan relatif dihitung} = (\text{posttest} - \text{pretest}) / \text{pretest} \times 100\% \quad \dots(1)$$

Rekapitulasi peningkatan (gain) relatif pada motivasi belajar siswa dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Peningkatan Motivasi Belajar Siswa

Kabupaten	Kelompok	N	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	Peningkatan	Peningkatan Relatif
Sambas	Kontrol	20	74,58	79,48	4,89	6,56
	Eksperimen	20	74,40	89,85	15,45	20,77
Bengkayang	Kontrol	20	78,54	82,88	4,33	5,52
	Eksperimen	20	75,72	89,59	13,86	18,30

Pada Kabupaten Sambas, rata-rata motivasi kelas kontrol meningkat dari 74,58 menjadi 79,48, atau naik 4,89 poin (6,56%). Sementara itu, kelas eksperimen meningkat dari 74,40 menjadi 89,85, atau naik 15,45 poin (20,77%). Dengan demikian, peningkatan kelas eksperimen lebih besar 10,56 poin dibandingkan kelas kontrol.

Uji *t* berpasangan menunjukkan peningkatan *pretest-posttest* signifikan pada kelas kontrol ($p = 0,0006$) dan kelas eksperimen ($p < 0,001$). Perbandingan gain antarkelompok juga menunjukkan perbedaan peningkatan yang signifikan ($p = 0,0013$).

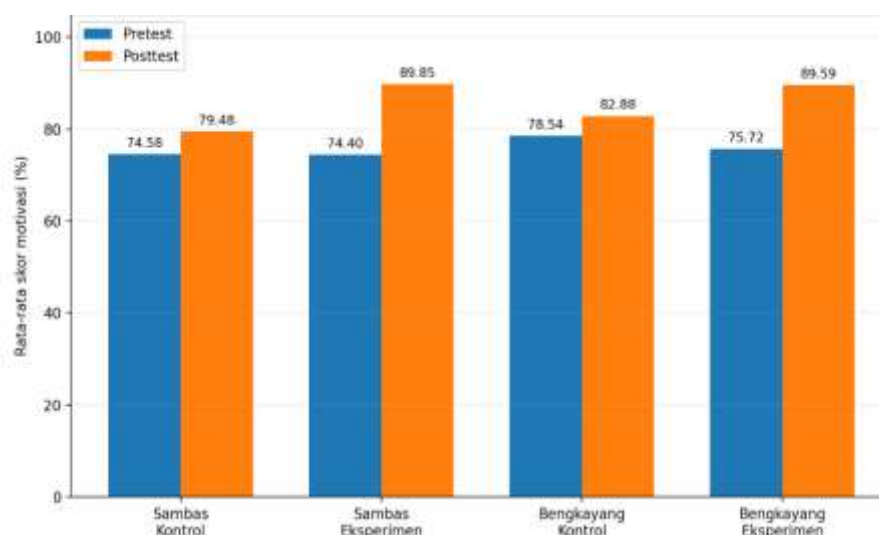
Pada Kabupaten Bengkayang, rata-rata motivasi kelas kontrol meningkat dari 78,54 menjadi 82,88, atau naik 4,33 poin (5,52%). Sementara itu, kelas eksperimen meningkat dari 75,72 menjadi 89,59, atau naik 13,86 poin (18,30%). Dengan demikian, peningkatan kelas eksperimen lebih besar 9,53 poin dibandingkan kelas kontrol.

Ditemukan bahwa pada Uji t berpasangan diperoleh peningkatan yang signifikan pada kelas eksperimen ($p = 0,0009$). Berbeda hasilnya dengan kelas kontrol, yang menunjukkan hasil Uji t yang tidak signifikan ($p = 0,2641$). Diperoleh bahwa terdapat perbandingan gain antarkelompok, sehingga ditemukan $p = 0,0720$. Hal ini menunjukkan hasil gain, yang belum mencapai taraf signifikansi 0,05. Perbandingan peningkatan (gain) antara kelas eksperimen dan kontrol pada motivasi belajar siswa tersebut, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Peningkatan (gain) pada Motivasi Belajar Siswa

Kabupaten	Gain Kontrol	Gain Eksperimen	Selisih Gain	p perbandingan
Sambas	4,89	15,45	10,56	0,0013
Bengkayang	4,33	13,86	9,53	0,0720

Perbandingan rata-rata *pretest* dan *posttest* motivasi belajar pada masing-masing kabupaten disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Rata-rata Pretest dan Posttest Motivasi Belajar Siswa

Hasil analisis menunjukkan pola yang konsisten secara deskriptif: pada kedua kabupaten, peningkatan rata-rata motivasi belajar kelompok eksperimen yang memperoleh PjBL terintegrasi STEAM lebih besar daripada kelompok kontrol. Di Kabupaten Sambas, rata-rata skor kelompok eksperimen meningkat dari 74,40 menjadi 89,85 atau sebesar 15,45 poin (20,77%), sedangkan kelompok kontrol meningkat 4,90 poin (6,56%). Selisih peningkatan sebesar 10,56 poin dan hasil uji perbandingan gain menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p = 0,0013$). Temuan ini lebih informatif daripada hanya membandingkan skor akhir karena mempertimbangkan perubahan dari kondisi awal ke kondisi akhir.

Di Kabupaten Bengkayang, pola peningkatan juga mengarah pada keunggulan kelompok eksperimen. Rata-rata skor eksperimen meningkat dari 75,72 menjadi 89,59 atau sebesar 13,86 poin (18,30%), sedangkan kontrol meningkat 4,33 poin (5,52%). Selisih gain sebesar 9,53 poin menunjukkan keunggulan peningkatan pada kelompok eksperimen. Namun, perbandingan gain antarkelompok menghasilkan $p = 0,0720$, sehingga perbedaan tersebut belum signifikan pada taraf 5%. Pada saat yang sama, peningkatan dalam kelompok eksperimen signifikan ($p = 0,0009$), sedangkan perubahan pada kelompok kontrol tidak signifikan ($p = 0,2641$). Temuan berupa peningkatan tetapi dengan kekuatan

bukti yang berbeda antarwilayah sejalan dengan literatur PjBL yang menekankan pentingnya konteks implementasi dan karakteristik pembelajaran (Ramos-Ramos & Botella Nicolás, 2022; Wijnia *et al.*, 2024).

Perbedaan pola antara Sambas dan Bengkayang penting karena menunjukkan bahwa efektivitas model pembelajaran dapat dipengaruhi oleh konteks implementasi. Meta-analisis oleh Wijnia *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah, proyek, dan kasus memberikan efek positif terhadap motivasi siswa, tetapi efeknya heterogen antarpelelitian. Hal ini mengindikasikan bahwa keberhasilan PjBL tidak hanya bergantung pada model, tetapi juga pada karakteristik siswa, kualitas desain proyek, durasi perlakuan, dukungan guru, dan konteks kelas. Hasil penelitian ini memperlihatkan pola serupa: arah peningkatan sama di kedua kabupaten, tetapi kekuatan bukti statistik berbeda.

Secara pedagogis, peningkatan yang lebih besar pada kelompok PjBL-STEAM dapat dijelaskan oleh karakteristik proyek yang menempatkan siswa sebagai pelaku utama pembelajaran. Pada materi pencemaran lingkungan, siswa dapat menghubungkan konsep IPA dengan persoalan nyata, mencari informasi, merancang solusi, menghasilkan produk, bekerja sama, dan mempresentasikan hasil. Integrasi STEAM memperluas pengalaman tersebut melalui hubungan antara sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Pendekatan lintas disiplin ilmu (STEAM) ini mendukung motivasi belajar siswa agar tercipta pembelajaran terintegrasi yang lebih bermakna (Haka *et al.*, 2025; Jantakoon *et al.*, 2024; Sanz-Camarero *et al.*, 2023; Siregar *et al.*, 2023). Penggunaan teknologi juga dapat memperluas pengalaman belajar STEAM dan mendukung keterlibatan siswa (Leavy *et al.*, 2023).

Berbagai temuan studi menunjukkan bahwa model PjBL dapat meningkatkan keterlibatan, kolaborasi, capaian belajar, pengalaman belajar secara nyata, dan memiliki pengaruh terhadap motivasi belajar siswa (Dewi *et al.*, 2022; Jumiati & Gaffar, 2022; Kamisah *et al.*, 2026; Paula *et al.*, 2021; Susanti *et al.*, 2022; Wibowo & Munadi, 2022). Dalam konteks pembelajaran IPA dan STEM, PjBL juga dilaporkan mendukung capaian belajar dan keterampilan berpikir ketika proyek dirancang dengan tujuan dan aktivitas yang jelas (Anggreni *et al.*, 2019; Chen & Yang, 2019; Yani *et al.*, 2025).

Namun, perlu dibedakan antara peningkatan dalam kelompok dan pengaruh antarkelompok. Peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa PjBL-STEAM lebih efektif daripada kontrol; bukti yang lebih tepat adalah perbedaan perubahan antara kedua kelompok. Berdasarkan kriteria tersebut, ditemukan bahwa siswa pada Kabupaten Sambas memberikan dukungan statistik yang lebih kuat, yaitu sebesar $p = 0,0013$, sedangkan siswa Kabupaten Bengkayang yang diteliti dalam penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang belum signifikan sebesar $p = 0,0720$. Oleh karena itu, ditemukan bahwa besarnya pengaruh tidak identik di kedua kabupaten.

Temuan penelitian ini juga konsisten dengan literatur yang menempatkan keterlibatan siswa sebagai mekanisme penting dalam pembelajaran berbasis proyek. Studi tentang PjBL menunjukkan bahwa desain proyek dan pengalaman belajar dapat berhubungan dengan *engagement* dan prestasi belajar (Kharisma *et al.*, 2025; Lopez-Gazpio, 2021). Penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan PjBL dapat digunakan untuk memperkuat motivasi dan keaktifan belajar dalam konteks pendidikan vokasional dan pendidikan umum (Paula *et al.*, 2021; Wibowo & Munadi, 2022).

Literatur lain yang relevan memperkuat konteks penelitian ini. Implementasi STEAM di kelas menengah menekankan pentingnya integrasi lintas disiplin dan inovasi pembelajaran (Herro & Quigley, 2016), sedangkan studi tentang pengembangan profesional guru menunjukkan bahwa penerapan STEAM yang terencana dapat berkaitan dengan kreativitas dan motivasi siswa (Conradty & Bogner, 2020). Kajian teknologi dalam STEAM juga menyoroti penggunaan teknologi sebagai bagian dari pengalaman belajar yang dapat memperkaya keterlibatan siswa (Leavy *et al.*, 2023). Pada pembelajaran berbasis proyek, faktor desain dan pelaksanaan proyek perlu diperhatikan karena kualitas implementasi dapat memengaruhi *engagement* dan hasil belajar (Kokotsaki *et al.*, 2016; Lopez-Gazpio, 2021; Ramos-Ramos & Botella Nicolás, 2022). Selain itu, temuan terkait hasil belajar dan motivasi belajar siswa melalui model PjBL juga telah dikaji dalam konteks Pendidikan dasar dan Ilmu Pengetahuan Alam

(Surya *et al.*, 2022).

Hasil tiap wilayah menunjukkan bahwa PjBL-STEAM memiliki arah efek yang konsisten, tetapi kekuatan efeknya berbeda. Penelitian selanjutnya dapat diperkuat dengan analisis ANOVA yang mengontrol skor *pretest*, ukuran efek dan interval kepercayaan, serta analisis multilevel dengan sampel berasal dari beberapa sekolah. Dengan demikian, interpretasi pengaruh PjBL-STEAM terhadap motivasi belajar dapat menjadi lebih kuat secara statistik dan lebih berguna untuk digeneralisasikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kabupaten, kelompok eksperimen yang memperoleh PjBL terintegrasi STEAM menunjukkan peningkatan motivasi belajar yang lebih besar daripada kelompok kontrol di Sambas dan Bengkayang. Perbedaan gain antarkelompok signifikan ($p = 0,0013$) di Kabupaten Sambas, sedangkan perbedaan gain belum signifikan pada taraf 0,05 ($p = 0,0720$) di Kabupaten Bengkayang. PjBL terintegrasi STEAM menunjukkan pengaruh positif yang paling kuat pada data Kabupaten Sambas, dan kecenderungan positif pada data Kabupaten Bengkayang. Variasi kekuatan bukti antarwilayah menunjukkan bahwa konteks implementasi perlu diperhatikan dalam menerapkan PjBL-STEAM. Simpulan dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan antara penerapan model PjBL-STEAM dengan peningkatan motivasi belajar siswa pada materi pencemaran lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreni, Y., Festiyed, F., & Asrizal, A. (2019). Meta-analisis pengaruh model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. *Pillar Of Physics Education*, 12(4). <https://doi.org/10.24036/7912171074>
- Bayanova, A. R., Orekhovskaya, N. A., Sokolova, N. L., Shaleeva, E. F., Knyazeva, S. A., & Budkevich, R. L. (2023). Exploring the role of motivation in STEM education: A systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(4), em2250.
- Chen, C.-H., & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of *Project-Based Learning* on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Citradevi, C. P., Widiyatmoko, A., & Khusniati, M. (2017). The effectiveness of project-based learning (PjBL) worksheet to improve science process skill for seven graders of junior high school on the topic of environmental pollution. *Unnes Science Education Journal*, 6(3). <https://doi.org/10.15294/usej.v6i3.20359>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: Effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
- Dewi, P. S. P., Suryanto, I. W., & Diarini, I. G. A. A. S. (2022). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning terhadap motivasi belajar dan berpikir kreatif siswa. *JAKADARA: Jurnal Ekonomika, Bisnis, dan Humaniora*, 1(1). <https://doi.org/10.36002/jd.v1i1.1984>
- Haka, N. B., Wijaya, E., & Salsabila, A. S. (2025). The effectiveness of the STEAM approach in elementary education: A systematic literature review. *STEAM Journal for Elementary School Education*, 1(2). <https://doi.org/10.26740/sjese.1.02.2025.2>
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). Innovating with STEAM in middle school classrooms: Remixing education. *On the Horizon*, 24(3), 190–204. <https://doi.org/10.1108/OTH-03-2016-0008>
- Jantakoon, T., Jantakun, T., & Jantakun, K. (2024). A scientometrics analysis and systematic review of STEAM education with gamification. *Asian Journal of Education and Training*, 10(2). <https://doi.org/10.20448/edu.v10i2.5618>
- Jumiati, J., & Gaffar, F. (2022). Pengaruh penerapan model Project Based Learning (PjBL) terhadap motivasi belajar warga belajar pendidikan keaksaraan berbasis life skill. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 6(3). <https://doi.org/10.26858/jkp.v6i3.36083>

- Kamisah, K., Syahri, W., & Syamsurizal. (2026). Pengaruh Project Based Learning terintegrasi entrepreneurship pada materi pencemaran lingkungan terhadap motivasi dan kemampuan berpikir kreatif. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*.
- Kharisma, I. M. D., Padmadewi, N. N., & Artini, L. P. (2025). The effect of *Project-Based Learning* activities on students' learning engagement and achievement in English classroom at junior high school. *IDEAS: Journal on English Language Teaching and Learning, Linguistics and Literature*, 13(2). <https://doi.org/10.24256/ideas.v13i2.6911>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., & Stylianou, E. (2023). The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(4), 1061–1082. <https://doi.org/10.1111/jcal.12806>
- Lopez-Gazpio, I. (2021). Gaining student engagement through project-based learning: A competitive 2D game construction case study. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3139764>
- Nova, B., Suwarna, I. R., Winarno, N., & Simanjuntak, M. P. (2024). STEM-PjBL model on development of technology engineering literacy and student learning motivation. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 20(2).
- Paula, M., Ferreira, M., & Veloso, B. (2021). Improving student engagement with project-based learning: A case study in software engineering. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 16(1), 21–28. <https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3052677>
- Ramos-Ramos, P., & Botella Nicolás, A. M. (2022). Teaching dilemmas and student motivation in *Project-Based Learning* in secondary education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 16(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v16i1.33056>
- Sanz-Camarero, R., Ortiz-Revilla, J., & Greca, I. M. (2023). The impact of integrated STEAM education on arts education: A systematic review. *Education Sciences*, 13(11), 1139. <https://doi.org/10.3390/educsci13111139>
- Siregar, Y. E. Y., Rahmawati, Y., & Suyono. (2023). The impact of an integrated STEAM project delivered via mobile technology on the reasoning ability of elementary school students. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 410–428.
- Sukmawijaya, Y., Suhendar, S., & Juhanda, A. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Stem-Pjbl Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal BIOEDUIN*, 9(2), 28–43. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v9i2.5893>
- Surya, Y. F., Sumianto, S., Witarsa, R., & Putra, M. J. A. (2022). Meningkatkan hasil belajar IPA siswa sekolah dasar melalui Project-Based Learning: Peran mediasi motivasi belajar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2). <https://doi.org/10.23969/jp.v7i2.37448>
- Susanti, D., Sari, L. Y., & Fitriani, V. (2022). Increasing student learning motivation through the use of interactive digital books based on Project Based Learning (PjBL). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 1730–1735. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1669>
- Wibowo, M. A., & Munadi, S. (2022). Penerapan Project Based Learning untuk meningkatkan keaktifan dan motivasi belajar siswa di SMK Muhammadiyah Prambanan. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 10(1). <https://doi.org/10.21831/teknikmesin.v10i1.19127>
- Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(1), 29. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3>
- Yani, I. P., Asrizal, A., & Usmeldi, U. (2025). Effects of the *Project-Based Learning* model on students' learning outcomes: A meta analysis. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1). <https://doi.org/10.24036/jppf.v11i1.11>