

Peningkatan Kemampuan Penyelesaian Masalah dan Berpikir Kritis melalui Model PjBL Berbasis Pendekatan STEM di SMP Chandra Kumala

Sukma Fajri ^{1*}, Hasratuddin ², Udan Kusmawan ³, Syahril Siregar ⁴

^{1, 2, 3, 4} Universitas Terbuka, Indonesia

* fajrihidayat89@gmail.com

Abstrak

Latar belakang dalam penelitian ini adalah kemampuan berpikir siswa masih sulit berkembang atau berperan aktif dalam proses pembelajaran di dalam kelas, sehingga membutuhkan model dan pendekatan yang baik dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui: (1) peningkatan kemampuan penyelesaian masalah siswa menggunakan pembelajaran *Project-based learning* melalui pendekatan STEM dibandingkan dengan pembelajaran biasa; (2) peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa menggunakan pembelajaran *Project-based learning* melalui pendekatan STEM dibandingkan dengan pembelajaran biasa; (3) interaksi antara pembelajaran dengan kemampuan awal IPA siswa terhadap kemampuan penyelesaian masalah siswa; (4) interaksi antara pembelajaran dengan kemampuan awal IPA siswa terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian menggunakan metode kuasi-eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group*, yang melibatkan dua kelas di SMP Chandra Kumala: kelas eksperimen yang menerapkan model PjBL-STEM dan kelas kontrol dengan pembelajaran seperti biasa. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, ANAVA dua jalur, dan perhitungan N-Gain dengan bantuan perangkat lunak SPSS 25 dan *Microsoft Excel* 2010. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan nilai signifikansi (*sig*) pada faktor pembelajaran (pembelajaran *project-based learning*) sebesar $0,000 < 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model *Project-based learning* melalui pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, model ini direkomendasikan untuk diterapkan dalam proses pembelajaran guna mendukung penguatan keterampilan berpikir abad ke-21.

Kata kunci: Kemampuan; Penyelesaian Masalah, Berpikir Kritis, Model Project-Based Learning, Pendekatan STEM

Pendahuluan

Pendidikan merupakan fondasi utama dalam membentuk generasi unggul suatu bangsa yang mampu bersaing di era globalisasi dan Revolusi Industri 4.0. Pendidikan abad ke-21 tidak hanya menekankan transfer pengetahuan, tetapi juga pembentukan karakter, penguasaan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif yang kompleks (Aini et al., 2022). Keterampilan ini menjadi syarat utama agar peserta didik mampu menyelesaikan masalah nyata di masyarakat, beradaptasi dengan teknologi, dan berperan aktif dalam pembangunan bangsa. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi menekankan penguatan kualitas sumber daya manusia melalui implementasi Profil Pelajar Pancasila, yang terdiri dari enam dimensi: beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, mandiri, bernalar kritis, kreatif, gotong royong, dan berkebinekaan global (Kementerian

Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2020). Setiap dimensi menuntut strategi pembelajaran yang mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang termasuk dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi atau higher-order thinking skills (Zubaidah, 2019). *Model Project Based Learning* (PjBL) terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa melalui proyek nyata yang mendorong kolaborasi, pengambilan keputusan mandiri, dan penerapan konsep lintas disiplin (Taufiqurrahman et al., 2022).

PjBL berbasis STEM memungkinkan siswa mengintegrasikan ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika secara kontekstual sehingga keterampilan berpikir kritis dan penyelesaian masalah berkembang secara simultan (Davidi et al., 2021). Penerapan PjBL pada pembelajaran IPA meningkatkan keterampilan proses sains siswa, termasuk kemampuan observasi, analisis data, dan komunikasi ilmiah, yang menjadi bagian penting dari kemampuan berpikir kritis (Nuryani et al., 2022). Keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran IPA melalui PjBL membantu siswa menghubungkan konsep yang dipelajari dengan fenomena di lingkungan sekitar. Siswa mampu memahami teori dan mengaplikasikannya dalam konteks nyata, seperti percobaan laboratorium, pengamatan alam, atau proyek berbasis komunitas (Dewi et al., 2023).

Pendekatan ini menutup kesenjangan antara potensi siswa dan metode pembelajaran konvensional yang kurang menstimulasi keterlibatan aktif siswa (Astuti, 2021). Implementasi PjBL menghadapi beberapa tantangan, seperti kesiapan guru, keterbatasan waktu, dan keterbatasan sumber daya (Rafik et al., 2022). Pelatihan guru dan dukungan infrastruktur menjadi faktor penting untuk memastikan keberhasilan model ini. Guru perlu membimbing siswa dalam menyelesaikan proyek agar tetap relevan dengan tujuan pembelajaran, menantang kemampuan berpikir kritis, dan memberikan pengalaman yang bermakna (Taufiqurrahman et al., 2022). Pemanfaatan teknologi, seperti simulasi virtual, perangkat lunak sains interaktif, dan sumber belajar digital, semakin memperkuat efektivitas PjBL-STEM (Karmila et al., 2022).

Teknologi memungkinkan siswa melakukan eksperimen yang kompleks dengan risiko minimal, mengeksplorasi konsep sains secara visual, serta memfasilitasi kolaborasi jarak jauh melalui platform digital. PjBL berbasis STEM dapat disesuaikan dengan topik tertentu, seperti sistem rangka dan pergerakan sendi pada pembelajaran IPA di SMP. Melalui proyek eksperimen dan pengamatan, siswa memahami fungsi dan mekanisme sendi dalam tubuh manusia, menarik kesimpulan secara tepat, dan mengemukakan alasan logis atas keputusan yang diambil (Huda, 2021; Sunarsih, 2016).

Proses ini menstimulasi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi secara bersamaan, yang menjadi keterampilan penting abad ke-21 (Zebua, 2025). Evaluasi pembelajaran PjBL tidak hanya menilai hasil akhir proyek, tetapi juga proses berpikir siswa, keterampilan kerja sama, dan kemampuan reflektif dalam menghadapi tantangan proyek (Maimunah et al., 2025). Penilaian autentik ini membantu guru memahami perkembangan kognitif, sosial, dan emosional siswa, sehingga strategi pembelajaran dapat disesuaikan untuk mendorong pertumbuhan holistik peserta didik (Astuti, 2021). Penggabungan PjBL dengan pendekatan STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan penyelesaian masalah siswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Siswa lebih termotivasi, terlibat aktif, dan mampu bekerja sama untuk mencapai tujuan proyek, sehingga pengalaman belajar menjadi menyenangkan dan bermakna (Taufiqurrahman et al., 2022). Model ini menekankan proses belajar siswa, kemampuan menyelesaikan masalah, dan kemampuan berpikir reflektif (Kusuma et al., 2025).

Penerapan model PjBL berbasis pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) menjadi strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa di jenjang sekolah menengah pertama. Integrasi antara kegiatan proyek dan penerapan konsep lintas disiplin ilmu memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mengaplikasikannya dalam konteks kehidupan nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PjBL terintegrasi STEM mampu meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah siswa secara signifikan dengan nilai N-gain sebesar 0,678 dibandingkan kelas kontrol, yang menandakan adanya peningkatan substansial dalam aspek kognitif siswa (Subekti et al., 2022). Pembelajaran berbasis STEM-PjBL juga terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya dalam materi energi dan gaya di tingkat SMP, dengan hasil signifikansi $p < 0,05$ yang menegaskan efektivitas model ini dalam mendorong siswa untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi secara mendalam (Sariet al., 2021).

Penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan PjBL-STEM berpengaruh positif terhadap peningkatan literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah, meskipun masih diperlukan penguatan dalam aspek penerapan konsep teknologi dan kolaborasi antardisiplin (Afriana, 2022). Penelitian lainnya juga menambahkan bahwa penerapan *STEM-oriented project learning* secara konsisten mendorong peningkatan motivasi belajar, kemampuan kolaborasi, serta berpikir tingkat tinggi, karena siswa terlibat aktif dalam menyelidiki, merancang, dan menciptakan solusi yang nyata terhadap masalah dunia nyata (Lee et al., 2019). Efektivitas pendekatan ini semakin terlihat ketika media pembelajaran berbasis e-book PjBL-STEM dikembangkan dengan dukungan teknologi seperti Geometry Calculator, yang terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran kontekstual dan interaktif (Astutik et al., 2024). Sejalan dengan itu, model STEM-PjBL juga memberikan dampak positif terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis dan sikap kolaboratif peserta didik, karena pembelajaran berbasis proyek menuntut siswa untuk berkolaborasi, berkomunikasi, dan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah yang kompleks (Bulu et al., 2021).

Secara keseluruhan, temuan-temuan tersebut menguatkan bahwa penerapan model PjBL berbasis pendekatan STEM tidak hanya meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis, tetapi juga menumbuhkan sikap ilmiah, kreativitas, serta kemampuan komunikasi yang menjadi karakter utama Profil Pelajar Pancasila dalam konteks pendidikan abad ke-21. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM dalam pembelajaran IPA di SMP berpotensi besar untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah, serta menyesuaikan pembelajaran dengan karakteristik dan potensi siswa. Pendekatan ini menjembatani kesenjangan antara pembelajaran konvensional dan kebutuhan siswa di era global, sehingga memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas pendidikan dan kesiapan generasi muda menghadapi tantangan masa depan (Astuti, 2021).

Metode

Jenis penelitian ini menggunakan *quasi-experimental*, yang bertujuan untuk menganalisis peningkatan kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis siswa di SMP Chandra Kumala. Penelitian ini dilaksanakan di SMP Chandra Kumala yang berlokasi di Komplek Cemara Asri tahun Ajaran 2024/2025 yang dilaksanakan April 2025 selama 4 pertemuan untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII SMP

Swasta Chandra Kumala tahun ajaran 2024/2025 yang terdiri dari tiga kelas paralel: VIIA, VIIB, dan VIIC. Sampel diambil secara *purposive sampling*, dimana kelas VIIC dipilih sebagai kelas kontrol (pembelajaran biasa), sedangkan kelas VIIA dipilih sebagai kelas eksperimen (menggunakan model PjBL). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pembelajaran model PjBL dan pembelajaran biasa. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis. Variabel kontrol yaitu kemampuan awal IPA dalam kelompok (rendah, sedang, dan tinggi).

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain kelompok *pre test-post test control group* desain.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Tes Awal (O1)	Perlakuan (X)	Tes Akhir (O2)
Eksperimen (VIIA)	O1	X	O2
Kontrol (VIIC)	O1	-	O2

Keterangan:

O1: Tes kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis sebelum menggunakan PjBL-STEM

X: Perlakuan dengan model PjBL-STEM

O2: Tes kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis setelah menggunakan PjBL-STEM

Instrumen penelitian dirancang untuk mengukur dua aspek utama, yaitu kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis siswa. Pengukuran dilakukan melalui tes awal (*pretest*) untuk menilai kemampuan awal siswa sebelum perlakuan, serta tes akhir (*posttest*) setelah penerapan model PjBL pada kelompok eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelompok kontrol. Tes awal memungkinkan peneliti membandingkan kemampuan siswa secara objektif, sedangkan tes akhir menilai efektivitas model PjBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah siswa.

Validitas instrumen diuji melalui penilaian oleh ahli bidang pendidikan IPA dan metodologi penelitian, mencakup validitas isi dan konstruk. Selanjutnya, dilakukan uji coba instrumen pada sampel kecil yang memiliki karakteristik serupa dengan subjek penelitian utama. Hasil uji coba dianalisis untuk mengetahui reliabilitas dan konsistensi instrumen, sehingga instrumen yang digunakan mampu memberikan data yang valid dan dapat dipercaya. Data dikumpulkan setelah instrumen dinyatakan valid dan reliabel. Analisis data diawali dengan uji normalitas untuk memastikan distribusi data mengikuti distribusi normal, serta uji homogenitas untuk menilai kesamaan varians antar kelompok. Selanjutnya, dilakukan pengujian hipotesis menggunakan ANAVA Dua Jalur, yang memungkinkan evaluasi pengaruh perlakuan (model PjBL *versus* pembelajaran konvensional) terhadap kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah, serta interaksi dengan kemampuan awal siswa.

Penelitian ini menghitung indeks gain untuk menilai peningkatan kemampuan siswa secara individual maupun kelompok. Indeks gain memungkinkan peneliti melihat besarnya perubahan kemampuan sebelum dan sesudah perlakuan, sehingga efektivitas model PjBL dapat dianalisis secara kuantitatif dan komprehensif. Seluruh prosedur penelitian dilakukan secara sistematis untuk memastikan validitas internal dan eksternal, serta memberikan dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran IPA berbasis proyek di tingkat SMP.

Hasil

Berdasarkan hasil uji prasyarat analisis data ditemukan bahwa data penyelesaian masalah serta data berpikir kritis terdistribusi normal, memiliki variasi yang homogen dan melihat interaksi antara pembelajaran dengan kemampuan awal IPA terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa dan kemampuan berpikir kritis. Penelitian ini menggunakan analisis parametrik dengan metode ANAVA dua jalur.

Tabel 2. Rangkuman Uji Anava dua jalur kemampuan penyelesaian masalah.

<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Corrected model</i>	335.747 ^a	3	111.916	37.790	.000
<i>Intercept</i>	63246.171	1	63246.171	21355.755	.000
Kelas	28.030	1	28.030	9.457	.004
Kemampuan_Awal	327.124	1	327.124	110.457	.000
Kelas*Kemampuan Awal	.008	1	.008	.003	.958
<i>Error</i>	112.539	38	2.962		
<i>Total</i>	69582.000	42			
<i>Corrected total</i>	448.286	41			

Berdasarkan Tabel 2. maka pengujian hipotesis statistik pertama dilakukan untuk menguji apakah peningkatan kemampuan penyelesaian masalah siswa melalui model pembelajaran PjBL lebih baik dari pada siswa yang di ajar dengan pembelajaran biasa. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan nilai signifikansi (*sig*) pada faktor pembelajaran (pembelajaran *project-based learning*) sebesar $0,004 < 0,05$, maka ada perbedaan peningkatan kemampuan penyelesaian masalah antara siswa yang belajar melalui model PjBL dengan siswa yang belajar dengan pembelajaran biasa. Pengujian hipotesis statistik ketiga dilakukan untuk menguji apakah terdapat interaksi antara pembelajaran dan kemampuan awal IPA siswa terhadap peningkatan kemampuan penyelesaian masalah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan nilai signifikansi (*sig*) sebesar $0,958 > 0,05$, maka tidak terdapat interaksi antara pembelajaran (pembelajaran PjBL dan pembelajaran biasa) dan Kemampuan Awal IPA siswa (tinggi dan rendah) terhadap peningkatan kemampuan penyelesaian masalah. Ringkasan hasil analisis ANAVA dua jalur untuk pengujian hipotesis kedua dan keempat disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman Uji Anava dua jalur Pengujian Hipotesis kedua dan keempat.

<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Corrected model</i>	1430.958 ^a	3	476.986	107.331	.000
<i>Intercept</i>	78108.480	1	78108.480	17575.53	.000
Kelas	944.359	1	944.359	212.498	.000
Kemampuan_Awal	409.242	1	409.242	92.087	.000
Kelas*Kemampuan_Awal	1.502	1	1.502	.338	.564
<i>Error</i>	168.875	38	4.444		
<i>Total</i>	87281.000	42			
<i>Corrected total</i>	1599.833	41			

Pengujian hipotesis statistik kedua dilakukan untuk menguji apakah peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa melalui model pembelajaran PjBL lebih baik dari pada siswa yang di ajar dengan pembelajaran biasa. Berdasarkan tabel 3. hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan nilai signifikansi (*sig*) pada faktor pembelajaran (pembelajaran *project-based learning*) sebesar $0,000 < 0,05$, maka ada perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang belajar melalui model PjBL dengan siswa yang belajar dengan pembelajaran biasa. Pengujian hipotesis statistik keempat dilakukan untuk menguji apakah

terdapat interaksi antara pembelajaran dan kemampuan awal IPA siswa terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan nilai signifikansi (*sig*) sebesar $0,564 > 0,05$, maka tidak terdapat interaksi antara pembelajaran (pembelajaran PjBL dan pembelajaran biasa) dan Kemampuan Awal IPA siswa (tinggi dan rendah) terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Faktor Pembelajaran

Salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis adalah pembelajaran khususnya pembelajaran berbasis project. Pembelajaran berbasis project di laksanakan atas 6 tahap yaitu: penentuan project atau menentukan pertanyaan dasar, perencanaan Langkah pemecahan proyek atau membuat desain proyek, penyusunan jadwal, pemecahan proyek dengan fasilitasi dan monitoring, penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek, evaluasi proyek dan proyek hasil. Pada tahap pertama yaitu penentuan proyek dimana siswa bersama guru menentukan proyek yang akan di lakukan. Pada tahap ini guru menampilkan gambar tentang kerja otot dan tulang. Siswa diajak berdiskusi mengenai bagaimana tulang dapat bergerak, beberapa contoh sendi engsel yang ada pada tubuh. Pada tahap ini siswa Bersama kelompok di ajak untuk membayangkan proyek yang akan di buat kemudian berdiskusi Bersama kelompok untuk menentukan desain sendi engsel yang akan mereka buat. Siswa dapat memanfaatkan internet sebagai alat bantu untuk mencari referensi atau ide gambar desain yang akan di buat. Hal tersebut berbanding terbalik dengan pembelajaran seperti biasanya desain langsung ditentukan oleh guru.

Tahap kedua dan ketiga Perencanaan Langkah-langkah proyek dan penyusunan jadwal proyek. Pada tahap ini siswa merancang model sistem pergerakan menggunakan bahan sederhana. Siswa mendesain rancangannya di kertas A4 sebagai rancangan untuk pembuatan proyek yang akan di lakukan serta siswa berbagi tanggung jawab untuk membawa bahan serta alat yang akan di gunakan. Sedangkan pada pembelajaran langsung tidak ada pembagian kelompok, tugas serta tanggung jawab yang di lakukan sendiri oleh siswa. Guru hanya menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa. Pada tahap ke empat pelaksanaan proyek, pemecahan proyek dengan fasilitasi dan monitoring. Siswa mulai melakukan pembuatan proyek. Siswa melakukan tugas masing-masing dengan bahagia, setiap siswa mengambil peran pada masing-masing kelompok. Siswa saling berdiskusi, bertukar pendapat pendapat untuk proyek masing-masing, guru berkeliling untuk memastikan semua siswa melakukan peran masing-masing. Beberapa kendala yang dihadapi yaitu: satu kelompok membawa suntikan yang terlalu besar, satu kelompok tidak membawa selang, ada satu kelompok yang tidak membawa gunting dan *cutter* dari awal guru sudah mempersiapkan bahan dan alat lebih untuk cadangan jika alat siswa tidak bekerja, tidak sesuai atau rusak.

Pembelajaran biasanya guru tidak perlu menyediakan cadangan alat dan bahan karena siswa hanya perlu membaca dan menjawab soal. Dalam proses pembuatan proyek siswa mulai menemukan kesulitan dan kendala saat merakit sistem hidrolik, kendala utamanya hidrolik tidak bekerja dengan baik yaitu suntikan yang satu tidak mampu mendorong suntikan pasangannya sehingga sistem hidrolik tidak dapat bekerja dengan benar. Adapun upaya yang dilakukan oleh guru adalah memberdayakan siswa dalam bekerjasama dalam kelompok secara maksimal dengan mencari informasi dari internet, berdiskusi sesama teman kelompok, dan mencoba memperbaiki hingga beberapa kali pengulangan. Guru hanya memberikan bantuan atau *scaffolding* secara tidak langsung berupa petunjuk, memberikan contoh proyek sebelumnya, memberikan pertanyaan yang membuat siswa berfikir

(Yuliantoro, 2022). Sedangkan pada pembelajaran langsung siswa mendapatkan bantuan langsung dari guru jika mengalami kesulitan.

Siswa tidak mengalami trial and error yang merupakan proses untuk membangun pengetahuan sendiri dari pengetahuan sebelumnya. Pada tahap ini kemampuan penyelesaian masalah siswa terbentuk. Siswa belajar 4 hal yaitu *see* mampu melihat masalah yang di hadapai, *plan* mencari informasi untuk kemudian merencanakan penyelesaian terhadap masalah yang akan di selesaikan, *Do* melakukan penyelesaian masalah, *Check* memeriksa hasil dan mengulangi kembali atau memperbaiki bagian yang belum benar dari hasil proyek. Pada tahap ini juga dilatih kemampuan berpikir kritis yaitu siswa melakukan observasi, merumuskan pertanyaan, menjawab tantangan, membuat induksi dan mempertimbangkan hasilnya, serta menentukan suatu Tindakan. Sedangkan pada pembelajaran biasanya siswa hanya mengalami hal yang sederhana mengerjakan soal mengecek jawaban.

Tahap kelima penilain hasil dimana guru meminta setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil proyek mereka di depan kelas. Pada tahap ke enam evaluasi hasil proyek dimana kelompok lain memberikan tanggapan kepada kelompok yang presentasi. Pada tahap ini kemampuan berpikir kritis siswa terbentuk dimana siswa membandingkan hasil kerja kelompok lain dan siswa dapat mengajukan pertanyaan kepada kelompok penyaji. Jadi siswa tidak menerima informasi dari orang lain begitu saja. Sedangkan pada pembelajaran biasanya siswa hanya menerima informasi dari guru. Berdasarkan uraian di atas dari kedua pembelajaran ini terdapat perbedaan pada proses pembentukan pengetahuan yang dilakukan guru. Perbedaan inilah yang dianggap mendukung hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif untuk meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis siswa daripada pembelajaran biasanya.

Kemampuan Penyelesaian masalah

Meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah yang memberikan kontribusi yang besar dalam meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah siswa adalah pada tahap pelaksanaan proyek khususnya perakitan sistem hidrolik, pemasangan sistem hidrolik pada karton, dan sistem hidrolik yang dapat berjalan baik atau tidak. Perakitan sistem hidrolik siswa harus dapat memastikan semua terpasang dengan ketat dan rapi agar tidak ada udara yang dapat keluar masuk atau cairan yang akan bocor dari sisi yang tidak terekat dengan sempurna jika tidak sistem hidrolik tidak dapat berjalan dengan sempurna. Siswa harus mencoba hidrolik sebelum direkatkan dengan karton dengan cara di isi air dan di coba. Untuk tahap ini beberapa kelompok melakukan pengulangan hingga beberapa kali. Pada pemasangan sistem hidrolik siswa harus mencoba dan mengulang beberapa kali agar hidrolik dapat menggerakkan sendi engsel dengan sempurna. Guru hanya memberikan bantuan berupa bimbingan dan motivasi. Siswa Kembali mencoba dan mengulang jika terjadi kesalahan saat proses pembuatan hidrolik pada sendi engsel.

Hasil penelitian diperoleh bahwa seluruh indikator kemampuan penyelesaian masalah mengalami peningkatan baik di kelas eksperimen ataupun di kelas kontrol dimana peningkatan kemampuan penyelesaian masalah di kelas eksperimen yang diberi pembelajaran berbasis proyek lebih tinggi dari pada siswa di kelas pembelajaran seperti biasa. *N-gain* kemampuan penyelesaian masalah siswa di kelas eksperimen yang diberi pembelajaran berbasis proyek berada dalam kategori sedang atau cukup efektif yaitu sebesar 0,60 dan pada siswa yang di kelas kontrol berada dalam kategori rendah yaitu sebesar 0,11. Hasil penelitian ini sejalan dengan penerapan model pembelajaran PjBL, khususnya

pembuatan proyek alat peraga sederhana mengenai organ pernapasan manusia, yang membawa manfaat signifikan bagi pengembangan keterampilan pemecahan masalah peserta didik (Ayuningrum et al., 2024). Siswa tidak hanya memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang organ pernapasan manusia, tetapi juga mengembangkan keterampilan dalam kolaborasi, komunikasi, pemecahan masalah, dan kreativitas yang penting dalam pembelajaran IPAS (Putra, 2021). Hasil penelitian ini juga sesuai dengan temuan sebelumnya, di mana pembelajaran secara keseluruhan berhasil, dengan rata-rata prestasi belajar siswa mencapai 80,55% dalam kategori sangat baik (Roosyanti et al., 2024).

Kemampuan berpikir kritis

Kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen diberikan pembelajaran berbasis proyek. Pembelajaran berbasis proyek gimana tahap pembelajaran yang memberikan kontribusi yang besar dalam Meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa adalah pada tahap desain dan pengerjaan proyek di mana siswa dapat mengidentifikasi informasi untuk membuat desain dan menyelesaikan masalah saat terjadi kekeliruan dalam proses pemasangan sistem hidrolik menggunakan suntikan dan selang. Selanjutnya siswa berpikir menemukan Solusi yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Kondisi ini memicu siswa untuk mengguakan kemampuan dasar yang dimilikinya untuk mendapatkan solusi terhadap permasalahan dan juga menemukan konsep yang baru. Pada kegiatan ini siswa memiliki kesempatan untuk memberdayakan kemampuan berpikirnya. Selain itu pada tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya kemampuan berpikir kritis siswa juga dibentuk dimana siswa dapat mengkritik, bertanya, memeberikan saran dan memberikan penilaian terhadap kelompok penyaji. Jadi melalui tahap pembelajaran berbasis proyek tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa seluruh indikator kemampuan berpikir kritis mengalami peningkatan baik di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol dimana peningkatan kemampuan berpikir kritis yang diberi pembelajaran berbasis proyek lebih tinggi dari dari pada siswa yang di beri pembelajaran seperti biasanya. Peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kedua kelas ini dalam kategori rendah dan tinggi dimana *N-gain* kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen yang di beri pembelajaran berbasis proyek sebesar 0,79 dan pada siswa yang diberi pembelajaran kontrol sebesar 0,14. Hasil penelitian ini sejalan dengan pembelajaran STEAM berbasis PjBL yang berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, dengan nilai signifikansi sebesar 0,003 (Fitriyah et al., 2021). Hasil penelitian lain yang sejalan menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis mahasiswa yang diberikan pembelajaran PjBL lebih baik dibandingkan pembelajaran ekspositori, yang ditunjukkan dari perbandingan nilai rata-rata kelas eksperimen yang lebih tinggi daripada kelas ekspositori (Susanta et al., 2020).

Pengaruh Pembelajaran dan Kemampuan Awal IPA terhadap peningkatan kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara signifikan tidak terdapat interaksi antara faktor pembelajaran dan faktor kemampuan awal IPA siswa dalam mempengaruhi peningkatan kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis. Selanjutnya, dari hasil analisis data ditemukan bahwa besar bahwa selisih rata-rata peningkatan kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang diberikan pembelajaran berbasis proyek dan pembelajaran seperti biasa untuk kategori

kemampuan awal rendah, sedang dan tinggi tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan. Hal yang sama juga berlaku pada selisih rata-rata peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Jadi, pada penelitian ini adanya pembelajaran yang berbeda tidak menunjukkan adanya perbedaan rata-rata peningkatan kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis yang lebih besar pada salah satu kategori kemampuan awal baik kategori rendah maupun tinggi. Baik siswa dengan kemampuan awal tinggi maupun rendah, semuanya menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah yang serupa, tanpa pengaruh yang berarti dari jenis pembelajaran yang diterapkan. Ini memberi gambaran bahwa efektivitas metode pembelajaran tidak tergantung pada kemampuan awal siswa.

Peneliti dapat mengambil kesimpulan bahwa tidak terdapat interaksi antara pembelajaran dengan kemampuan awal siswa terhadap peningkatan kemampuan penyelesaian masalah dan kemampuan berpikir kritis. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan bahwa tidak terdapat interaksi antara penerapan pembelajaran PBL, PjBL, dan pembelajaran konvensional secara daring dengan *self-efficacy* siswa terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa (Safithri et al., 2021). Penelitian lain menunjukkan tidak adanya interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan akademik dengan keterampilan berpikir kritis siswa (Apriyani et al., 2017)

Kesimpulan

Penerapan model pembelajaran PjBL terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan penyelesaian masalah dan berpikir kritis siswa. Siswa yang diberikan pembelajaran menggunakan PjBL menunjukkan peningkatan kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang menerima pembelajaran konvensional. Efektivitas PjBL berlaku merata pada semua tingkat kemampuan awal IPA, baik rendah, sedang, maupun tinggi, sehingga model pembelajaran ini dapat digunakan secara universal tanpa tergantung pada kemampuan awal siswa. Hasil ini menegaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek tidak hanya membantu siswa memahami konsep IPA secara lebih mendalam, tetapi juga menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang esensial di era pembelajaran abad ke-21.

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa guru IPA perlu mempertimbangkan penerapan PjBL sebagai salah satu strategi pembelajaran utama. Model ini bersifat kontekstual dan inovatif, memungkinkan siswa terlibat secara aktif dalam proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna. Selain itu, hasil penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan kurikulum yang menekankan pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta mendorong guru untuk memanfaatkan pendekatan yang mampu mengakomodasi berbagai tingkat kemampuan siswa. Keterbatasan penelitian ini meliputi fokus pada satu topik pembelajaran IPA dan penerapan PjBL pada satu sekolah tertentu. Hal ini membatasi generalisasi hasil penelitian ke konteks yang lebih luas. Selain itu, penelitian ini belum mengeksplorasi secara mendalam peran teknologi sebagai penunjang PjBL, yang saat ini menjadi bagian penting dalam pendidikan modern. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan variabel yang lebih kompleks, misalnya integrasi teknologi digital atau media interaktif dalam penerapan PjBL. Peneliti dapat mengeksplorasi pengaruh kombinasi PjBL dan teknologi terhadap keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas siswa secara lebih luas. Penelitian lanjutan dapat dilakukan di berbagai sekolah dengan latar belakang kemampuan siswa yang berbeda-beda untuk memperkuat generalisasi hasil dan memberikan rekomendasi implementasi yang lebih aplikatif bagi dunia pendidikan.

Acknowledgment

Daftar Pustaka

- Afriana, J. (2022). Pengaruh PjBL STEM terhadap literasi sains dan problem solving siswa SMP. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(2), 627-638. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.551>
- Aini, M., Ridianingsih, D. S., & Yunitasari, I. (2022). Efektivitas model pembelajaran project based learning (PjBL) berbasis stemterhadap keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 1(4), 247-253. <https://doi.org/10.33578/kpd.v1i4.118>
- Apriyani, L., Nurlaelah, I., & Setiawati, I. (2017). Penerapan model PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis ditinjau dari kemampuan akademik siswa pada materi biologi. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 9(01).
- Astutik, I. D., Pramasdyahsari, A. S., & Setyawati, R. D. (2024). Development of PJBL-STEM based E-books Assisted by Geometry Calculator to Foster Students' Critical Thinking Ability. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(1), 69-82.
- Ayuningrum, Y. S., & Saputra, H. J. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah pada Pembelajaran IPAS. 4, 6960–6969. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i2.10062>
- Bulu, V. R., & Tanggur, F. (2021). The effectiveness of STEM-based PjBL on student's critical thinking skills and collaborative attitude. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 219-228. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.8831>
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (science, technology, enggeenering and mathematic) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: jurnal pendidikan dan kebudayaan*, 11(1), 11-22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Dewi, N. N. S. K., Arnyana, I. B. P., & Margunayasa, I. G. (2023). Project based learning berbasis STEM: Meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 133-143. <https://doi.org/10.23887/jippg.v6i1.59857>
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.
- Huda, M. (2021). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Audiovisual Terhadap Motivasi Belajar Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Ipa Pada Siswa Kelas IV Di Sekolah Dasar. *Journal on Education*, 06(02), 11780–11787.
- Karmila, K., & Putra, D. P. (2022). Pengaruh Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Pada Materi Fluida Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Literasi Digital*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.54065/jld.2.1.2022.115>
- Kusuma, M. T. A., & Muharom, F. (2025). Transformasi peran pendidik dan tren pembelajaran digital di era teknologi. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 1(2), 84-97. <https://doi.org/10.70895/ijce.v1i2.29>

- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective mathematics engagement: A comparison of STEM PBL versus non-STEM PBL instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 270–289. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>
- Maimunah, M., & Jannah, N. (2025). Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Dengan Model Project Based Learning Pada Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Di SMK Muhammadiyah 5. *Edification Journal: Pendidikan Agama Islam*, 8(1), 79-100. <https://doi.org/10.37092/ej.v8i1.1199>
- Nuryani, S., & Pratama, F. (2022). Analisis Pembelajaran Ipa Melalui Pendekatan Keterampilan Proses Sains Pada Siswa Kelas vi Sekolah Dasar. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, 5(6), 1162-1169. <https://doi.org/10.22460/collase.v5i6.5598>
- Putra, D. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. *Jurnal Literasi Digital*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/10.54065/jld.1.2.2021.17>
- Rafik, M., Febrianti, V. P., Nurhasanah, A., & Muhajir, S. N. (2022). Telaah Literatur: Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Kreativitas Siswa Guna Mendukung Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 5(1), 80-85. <https://doi.org/10.21009/JPI.051.10>
- Roosyanti, A., & Suryarini, D. Y. (2024). Science Problem Solving in Elementary Schools Through the Application of Project-based Learning. *Journal of Research in Instructional*, 4(1), 27–38. <https://doi.org/10.30862/jri.v4i1.278>
- Safithri, R., Syaiful, S., & Huda, N. (2021). Pengaruh Penerapan Problem Based Learning (PBL) dan Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Berdasarkan Self Efficacy Siswa. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 335–346. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.539>
- Subekti, A. O., Rahayu, R., & Trisnowati, E. (2022). The application of PjBL with STEM integration: Its effect on science problem-solving abilities. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 11(1), 352-362. <https://doi.org/10.21831/jipi.v11i1.77715>
- Sunarsih, E. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Untuk Meningkatkan Keterampilan Menulis Teks Berita Pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 16 Singkawang. *JP-BSI (Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia)*, 1(2), 65-67. <https://dx.doi.org/10.26737/jp-bsi.v1i2.92>
- Susanta, A., & Susanto, E. (2020). Efektivitas project based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Theorems*, 5(1), 61-68. <https://doi.org/10.31949/th.v5i1.2219>
- Taufiqurrahman, T., & Junaidi, J. (2022). Pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning) untuk mengembangkan keterampilan abad 21. *Incare, International Journal of Educational Resources*, 2(2), 255. <https://doi.org/10.59689/incare.v2i2.255>
- Yuliantoro, S. (2022). Pemanfaatan Media Flashcard Berbarcode Untuk Meningkatkan Aktivitas Literasi IPA Siswa SDN Tileng Dagangan. *Jurnal Literasi Digital*, 2(2), 96–101. <https://doi.org/10.54065/jld.2.2.2022.132>
- Zebua, N. (2025). Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran biologi: Analisis kualitatif terhadap pemahaman konseptual dan keterampilan abad 21. *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(2), 52-64. <https://doi.org/10.62383/edukasi.v2i2.1306>