

Efektivitas PjBL-STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar

Pulia Wati*, Toto Nusantara, Candra Utama

Universitas Negeri Malang, Indonesia

*pulia.wati.2221038@students.um.ac.id

Abstract

The 21st century requires students who have critical thinking skills and high learning motivation. PISA survey data shows that Indonesian students' knowledge of thinking skills is still very low and has not reached the standard scores set by PISA. Based on observations and interviews in elementary schools, it was found that there is still a lack of use of learning models and approaches, and teachers do not provide alternative options for student learning access. So this research aims to examine the effectiveness of PjBL-STEM on students' critical thinking skills and learning motivation. The research design used in this research is quasi experimental design. The research subjects consisted of 56 elementary school students consisting of 2 classes, namely 28 experimental class students and 28 control class students. The experimental class received PjBL-STEM learning treatment while the control class received conventional learning treatment. Data on students' critical thinking skills was obtained from the students' critical thinking skills test instrument. Student learning motivation data was obtained from the student learning motivation questionnaire. Data analysis was carried out using the independent sample t test at the significance level ($sig < 0.05$). The results of the research show that there are differences in students' critical thinking skills and learning motivation in classes with PjBL-STEM learning and conventional classes. This can be seen from the increase in Posttest scores and questionnaire results obtained in the PjBL-STEM class compared to conventional classes. The independent sample t test shows that the significance probability value is 0.000, which means it is smaller than $\alpha 0.05$ ($sig < 0.05$). Therefore, PjBL-STEM has proven to be effective for elementary school students' critical thinking skills and learning motivation.

Keywords: PjBL; STEM; Critical Thinking Skills; Student Learning Motivation

Abstrak

Abad 21 membutuhkan siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar yang tinggi. Data survei PISA menunjukkan bahwa pengetahuan keterampilan berpikir siswa Indonesia masih sangat rendah dan belum mencapai skor standar yang ditetapkan PISA. Berdasarkan observasi dan wawancara di Sekolah Dasar ditemukan bahwa masih kurangnya penggunaan model dan pendekatan pembelajaran, serta guru yang tidak memberikan pilihan alternatif dalam akses belajar siswa. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah *quasy experimental design*. Subjek penelitian terdiri dari 56 siswa sekolah dasar yang terdiri dari 2 kelas, yakni 28 siswa kelas eksperimen dan 28 siswa kelas kontrol. Kelas eksperimen mendapatkan perlakuan pembelajaran PjBL-STEM sedangkan kelas kontrol mendapatkan perlakuan pembelajaran konvensional. Data keterampilan berpikir kritis siswa diperoleh dari instrument tes keterampilan berpikir kritis siswa. Data motivasi belajar siswa diperoleh dari angket motivasi belajar siswa. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *uji independent sample t test* pada taraf

signifikansi ($sig < 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa pada kelas dengan pembelajaran PjBL-STEM dan kelas konvensional. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai *Posttest* dan hasil angket yang diperoleh pada kelas PjBL-STEM dibandingkan kelas konvensional. Pada *uji independent sample t test* menunjukkan bahwa nilai probabilitas signifikansi sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari $\alpha 0,05$ ($sig < 0,05$). Oleh sebab itu PjBL-STEM terbukti efektif terhadap keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: PjBL; STEM; Keterampilan Berpikir Kritis; Motivasi Belajar Siswa

Pendahuluan

Abad 21 ditandai dengan perubahan teknologi, informasi, sosial dan ekonomi yang terjadi sangat cepat di dunia. Perubahan tersebut menuntut adanya keterampilan yang harus dimiliki oleh setiap individu, yang dikenal dengan keterampilan 4C diantaranya yaitu keterampilan berpikir kritis (*Critical thinking*), keterampilan berpikir kreatif (*Creative thinking*), keterampilan komunikasi (*Communication*), dan keterampilan kolaborasi (*Collaboration*). Dimana salah satu keterampilan yang harus dimiliki ialah keterampilan berpikir kritis. Berpikir kritis menjadi salah satu kemampuan yang sangat penting dalam menghadapi perubahan, terutama di era digital dan revolusi industri 4.0 (Hidayah & Kuntjoro, 2022). Berpikir kritis merupakan proses intelektual yang dianggap kunci dalam pendidikan dasar yang komprehensif (García-Carmona, 2023). Dengan demikian sangatlah penting mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam pendidikan abad ini. Tujuan dari kurikulum adalah mempersiapkan manusia Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga Negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan efektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara dan peradaban dunia. Kurikulum merdeka belajar diluncurkan sebagai bentuk dari tindak evaluasi perbaikan kurikulum 2013 yang merupakan salah satu bagian dari upaya pemerintah untuk mencetak generasi penerus yang lebih kompeten dalam berbagai bidang (Wiguna et al., 2022). Kurikulum merdeka telah menuntut siswa untuk dapat berpikir kritis sebagai salah satu langkah dalam memotivasi belajar siswa didalam pembelajaran IPA.

Peringkat dan pencapaian Indonesia dalam survei PISA (*Programme for International Student Assessment*) yang diinisiasi oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) suatu studi untuk mengevaluasi sistem pendidikan yang diikuti oleh lebih dari 70 negara diseluruh dunia, menyatakan bahwa pengetahuan keterampilan berpikir serta hasil belajar siswa Indonesia masih sangat rendah dan belum mencapai skor standar yang ditetapkan PISA, hasilnya menempatkan Indonesia di urutan ke 71 untuk sains (OECD, 2018). Hasil tersebut menunjukkan tingkat berpikir kritis siswa Indonesia dalam mata pelajaran IPA masih rendah dan perlu ditingkatkan. Hal ini tentunya perlu menanamkan motivasi belajar dalam diri siswa sebagai upaya menumbuhkan semangat siswa dalam pembelajaran. Motivasi belajar memiliki peranan yang penting dalam pembelajaran karena mampu menentukan penguatan belajar, memperjelas tujuan belajar dan menentukan ketekunan belajar (Siti, 2017).

Pembelajaran IPA menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi, mengeksplorasi dan memahami alam sekitar secara ilmiah (Lely & Ngurah, 2020). Namun fakta yang terjadi dilapangan, pembelajaran saat ini hanya berlangsung satu arah dimana siswa hanya mendengarkan guru, siswa cenderung pasif sedangkan gurunya yang aktif (Ida & Mintohari, 2014). Guru tidak melibatkan siswa secara langsung didalam pembelajaran, sehingga pembelajaran yang disampaikan sulit

dipahami oleh siswa. Penelitian lain mengungkapkan bahwa pembelajaran yang mengarahkan anak belajar mandiri untuk membangun pengetahuannya masih kurang (Insyasiska et al., 2015). Sehingga pembelajaran yang demikian kurang memberikan kesempatan kepada siswa agar dapat membangun kemampuannya dalam melibatkan diri dalam pembelajaran. Analisis terkait tujuan dari penelitian ini berdasarkan observasi pembelajaran dan wawancara guru disekolah, dimana dalam proses pembelajaran siswa hanya mendengarkan saja dikarenakan kurangnya penggunaan model serta pendekatan pembelajaran yang kreatif dan inovatif untuk membangkitkan gairah dan semangat siswa didalam pembelajaran. Hasil pengamatan dan wawancara ditemukan bahwa gurunya tidak memberikan pilihan alternatif dalam akses pembelajaran yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, sehingga hal ini mengakibatkan hasil nilai siswa belum memenuhi standar.

Permasalahan ini menimbulkan pembelajaran didalam kelas cenderung pasif dan gurunya yang aktif, sehingga dibutuhkan pembelajaran yang dapat memberikan ruang untuk siswa dalam menumbuhkan kepercayaan diri dan aktif didalam kelas, yang dapat menimbulkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Maka dari itu dibutuhkan kegiatan pembelajaran yang dapat sepenuhnya merangsang tingkat berpikir kritis serta dapat menumbuhkan motivasi belajarnya.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini dalam lingkup pendidikan membutuhkan peserta didik yang mampu berpikir kritis yang dapat membangun pengetahuannya sebagai upaya dalam membantu siswa menghadapi tantangan dan peluang yang muncul akibat kemajuan iptek. Ennis (2011) menegaskan berpikir kritis adalah berpikir reflektif yang berfokus pada pola pengambilan keputusan tentang apa yang harus diyakini dan dilakukan (Rachmawati & Rohaeti, 2018). Maka membiasakan siswa dengan kegiatan berpikir kritis sangat penting untuk membantu siswa bersiap-siap dalam memecahkan masalah baru, menyesuaikan diri dengan suasana baru, dan membuat keputusan tentang masalah tertentu (Retnawati et al., 2018). Untuk itu perlunya motivasi belajar sebagai dorongan internal dan eksternal pada peserta didik sebagai indikator keberhasilan seseorang dalam belajar (Aprilia & Hadma, 2016).

Kemajuan zaman membutuhkan siswa yang mampu berpikir kritis dan mempunyai motivasi belajar yang tinggi, namun faktanya saat ini tingkat berpikir kritis siswa dan motivasi belajarnya masih rendah. Faktor yang dirasa berkontribusi terhadap rendahnya tingkat kemampuan berpikir siswa ialah kurangnya model pengajaran kreatif dan tidak mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Suryaningsih & Koeswanti, 2021), kurangnya pelatihan keterampilan berpikir kritis pada siswa (Wiyanto, 2021), pembelajaran disekolah dasar yang cenderung *teacher center* (Puspita & Dewi, 2021), dimana siswa hanya mendengarkan penjelasan yang dilakukan oleh guru. Begitu juga penyebab rendahnya motivasi belajar siswa diantaranya kurangnya disiplin dalam belajar, seperti tidak menyelesaikan tugas, rendahnya partisipasi dikelas dan mudah terganggu (Kurnia Sari et al., 2020), kurangnya bakat dan minat terhadap materi pelajaran (La Djalia, 2022), serta metode pengajaran yang tidak efektif yang tidak melibatkan siswa atau menciptakan lingkungan belajar yang positif (Naibaho et al., 2021).

Penelitian sebelumnya telah mencoba untuk menjembatani hal tersebut. Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan berupaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa diantaranya: pengaruh pembelajaran PjBL-STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi listrik dinamis (Rahardhian, 2022), efektivitas model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM dan tidak berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa (Dywan et al., 2020), dan penerapan model PjBL-STEM melalui smart apps creator terhadap keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar (Aan et al., 2023).

Penelitian yang juga berupaya meningkatkan motivasi belajar siswa diantaranya : pengaruh model PjBL-STEM dalam pembelajaran IPA pada materi bioteknologi terhadap motivasi belajar siswa (Janatun et al, 2022), Peran guru dalam meningkatkan motivasi belajar siswa sekolah dasar (Janatun et al, 2022), dan pengaruh *blended learning* model *flipped classroom* melalui video pembelajaran terhadap motivasi belajar peserta didik di sekolah dasar pada masa pandemi (Siwi, 2022).

Tindakan itu tidaklah cukup karena masih banyak faktor yang harus diperhatikan dalam mempelajari sains, oleh karena itu untuk menyikapi permasalahan yang timbul tersebut, diperlukan pemilihan strategi pembelajaran yang tepat dan efektif terhadap keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Pembelajaran yang sesuai untuk siswa sekolah dasar adalah kegiatan yang dapat memberikan pengalaman dengan mengeksplorasi media, alat-alat, sumber belajar yang ada di lingkungan dan menerapkannya secara nyata dalam kehidupan sehari-hari. Penerapan berpikir kritis harus dilakukan secara konsisten agar kemampuan berpikir kritis siswa dapat berkembang dan terbentuk kebiasaan belajar yang baik (Nyoman et al., 2023). Dengan demikian perlu adanya kegiatan pembelajaran yang mengaktifkan siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya dan membangun motivasi belajar siswa melalui kegiatan yang terintegrasi dengan kehidupan sehari-hari.

Kegiatan yang demikian tampak pada karakteristik STEM. Dimana STEM merupakan Pendekatan yang mengacu pada pengajaran, pembelajaran, dan pengintegrasian disiplin ilmu dan keterampilan sains, teknologi, matematika dan teknik dengan penekanan pada pemecahan masalah dunia nyata (Wahono et al., 2020). Penerapan pendekatan pembelajaran STEM dapat membantu meningkatkan kemampuan berpikir siswa (Irma et al., 2016). Dengan karakteristik pendekatan pembelajaran STEM yang mengintegrasikan keempat komponennya akan mampu menciptakan keterampilan berpikir kritis siswa yang dibuktikan dengan kemampuan memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi serta melakukan penyelidikan.

Model pembelajaran yang dapat digunakan untuk penerapan STEM salah satunya adalah PjBL. Model pembelajaran berbasis proyek memberikan tugas yang beragam, yang pada tahap awalnya siswa diberikan tantangan berupa masalah. Siswa mencari solusi masalah, membuat desain, investigasi, dan membuat keputusan, selanjutnya siswa bekerja secara mandiri dan terjadwal, menciptakan produk dilanjutkan dengan penyajian hasil kerja (Thomas, 2000). Penelitian sebelumnya membuktikan penerapan PjBL juga mendukung kompetensi siswa dalam berkolaborasi dengan pihak lainnya, berkomunikasi dengan orang lain, berpikir kritis dan memecahkan masalah (Hikmawati et al., 2023). Dengan ciri utama STEM yang menerapkan pengetahuan dengan permasalahan dunia nyata dengan engineering dan teknik yang sangat relevan dengan model pembelajaran PjBL serta ciri utama pembelajaran berbasis masalah dengan hasil akhir berupa produk. Konteks PjBL-STEM yang seringkali berkaitan dengan masalah dunia nyata sehingga mengarahkan siswa dapat memecahkan masalah yang konkret, yang mengharuskan siswa dapat mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, dan merumuskan solusi. Hal ini mendorong siswa untuk berpikir kritis dengan memahami situasi dengan baik sebelum mencari solusi. proses pembelajaran PjBL-STEM juga akan membuat siswa merasa lebih termotivasi ketika melihat kaitan antara apa yang mereka pelajari dengan dunia nyata dan masalah sehari-hari.

Pembelajaran PjBL-STEM ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik agar dapat mendukung proses pembelajaran. Beberapa penelitian menunjukkan PjBL-STEM mampu meningkatkan berpikir kritis. Seperti halnya siswa dengan belajar sains melalui proyek penemuan kolaboratif disekolah dasar

hasilnya menunjukkan bahwa siswa memiliki beragam kesempatan disiplin dan interdisiplin selama proses penemuan mereka (Sormunen et al., 2023). Pembelajaran PjBL-STEM berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dengan dampak sebesar 75,5% (Lianti et al., 2023). Penelitian ini menyarankan bahwa sebelum menerapkan model pembelajaran PjBL-STEM diperlukan persiapan yang matang dalam pembuatan proyek.

Permasalahan yang ada dapat diterapkan dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek STEM, namun agar proses berpikir kritis siswa terjadi didalam pembelajaran diperlukan adanya perencanaan pembelajaran yang lebih spesifik pada materi, konstruk dan kondisi didalam kelas (Zubaidah, 2010), yang disesuaikan dengan indikator berpikir kritis siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPA, sehingga perlunya diulas kembali mengenai hal tersebut. Karena mengajarkan keterampilan berpikir kritis dengan lebih menekankan pada teori tidak akan membangun keterampilan berpikir kritis, oleh karena itu selain diajarkan dalam bentuk keterampilan dan watak, juga harus dipraktekkan dengan baik (Kanmaz, 2022).

Faktor lain dalam proses pembelajaran, motivasi belajar berperan penting agar dapat menghasilkan perubahan yang lebih baik dengan memiliki semangat mengikuti proses pembelajaran (Yunita et al., 2022), siswa yang bermotivasi tinggi ditandai dengan berkembangnya tingkat kepekaan internal yang tinggi terhadap masalah, kemandirian dan kinerja yang tinggi (Maarouf et al., 2023), sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut. Dengan demikian penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas PjBL-STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa sekolah dasar.

Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *quasy experimental design* dengan model *pretest-posttest control grub design*. Subject yang digunakan ialah dua kelas yakni kelas eksperimen dengan perlakuan pembelajaran PjBL-STEM dan kelas kontrol dengan perlakuan pembelajaran konvensional. Kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing berjumlah 28 siswa kelas V sekolah dasar. Perlakuan pembelajaran dilakukan selama 4 kali tatap muka dengan alokasi waktu 2 x 35 menit. Instrument penelitian ini menggunakan soal tes keterampilan berpikir kritis siswa dan angket pada motivasi belajar siswa yang tervalidasi dan reliabel. Analisis data pada penelitian ini menggunakan *uji independent sample t test* pada taraf signifikansi ($p > 0.05$).

Hasil dan Pembahasan

Data keterampilan berpikir kritis siswa diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* soal keterampilan berpikir kritis dengan 10 jumlah butir pertanyaan yang berbentuk soal uraian. Hasil uji prasyarat normalitas dan homogenitas diperoleh bahwa data berdistribusi normal dengan sig ($p > 0.05$) dan homogenitas ($p > 0.05$). Selanjutnya data dianalisis menggunakan *uji independent sample t test* untuk mengetahui perbedaan pengaruh pembelajaran pada kedua kelas. Uji normalitas data menggunakan *IBM SPSS Statistics 25 for Windows Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas data menggunakan *Levene Test* serta hasil dari analisis data menggunakan *uji independent sample t test* disajikan berturut-turut pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Kelas		Pembelajaran STEM	PjBL- Pembelajaran Konvensional
N		28	28
<i>Pretest</i>	<i>Mean</i>	39,11	39,11
	<i>Std. Deviasi</i>	10,546	11,471
	<i>Sig.</i>	0,200	0,122
	Kesimpulan	Normal	Normal
<i>Posttest</i>	<i>Mean</i>	78,57	59,46
	<i>Std. Deviasi</i>	14,001	16,630
	<i>Sig.</i>	0,121	0,200
	Kesimpulan	Normal	Normal

(Data diolah menggunakan spss versi 25 for windows)

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Kelas		Rata-rata <i>Prtest</i>	<i>Sig. Lavene Test.</i>	Taraf Signifikansi	Kesimpulan
Pembelajaran STEM	PjBL-	39,11	0,860	0,05	Varian Homogen
Pembelajaran Konvensional		39,11			

(Data diolah menggunakan spss versi 25 for windows)

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Dengan Menggunakan Uji Independent Sample T Test

		<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>		<i>t-test for Equality of Means</i>						
		<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>Df</i>	<i>Sig. (2- tailed)</i>	<i>Mean Differ ence</i>	<i>Std. Error Differ ence</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
									<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
Keterampilan Berpikir Kritis	<i>Equal variances assumed</i>	1.020	.317	4.65	54	.000	19.107	4.108	10.871	27.344
	<i>Equal variances not assumed</i>			4.65	52.4	.000	19.107	4.108	10.865	27.349

(Data diolah menggunakan spss versi 25 for windows)

Rata-rata skor keterampilan berpikir kritis siswa *posttest* dikelas eksperimen (78,57) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol/konvensional (59,46). Selanjutnya data dianalisis menggunakan *uji independent sample t test*. Hasil *uji independent sample t test* terhadap skor keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai probabilitas signifikansi untuk model pembelajaran sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari α 0,05 ($sig < 0,05$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hasil dari *uji independent sample t test* terhadap hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel. 3) menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis yang diajarkan dengan Pembelajaran PjBL-STEM dan pembelajaran yang diajarkan secara konvensional. Hasil menunjukkan bahwa siswa pada kedua kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol) mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah proses pembelajaran. Skor rata-rata *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran PjBL-STEM lebih tinggi dibandingkan dengan *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan PjBL-STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan kelas yang hanya menggunakan pembelajaran secara konvensional. *Posttest* dalam pembelajaran PjBLSTEM (Kelas eksperimen) cenderung menunjukkan hasil yang lebih baik dengan perolehan rata-rata 78,57 dibandingkan kelas konvensional (Kelas kontrol) dengan perolehan rata-rata 59,46, beberapa alasan yang menjadi bukti mengapa *posttest* dalam pembelajaran PjBL-STEM pada kelas eksperimen lebih baik daripada *pretest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, hal ini didasarkan dari hasil pengamatan dan observasi yang telah dilakukan selama proses pembelajaran yang menunjukkan bahwa.

Pembelajaran dengan PjBL menempatkan siswa dalam situasi dimana siswa harus menerapkan pengetahuan dan keterampilannya untuk menyelesaikan proyek dalam dunia nyata, ini memberikan siswa pengalaman praktis yang mendalam yang dapat memperkuat pemahaman siswa tentang konsep-konsep STEM, dalam kelas konvensional pendekatan pembelajaran yang lebih teoritis tidak memberikan kesempatan yang sama untuk penerapan praktis. PjBL-STEM mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis karena siswa diharuskan dapat memecahkan masalah yang kompleks dan dapat menentukan solusi yang inovatif, hal ini membantu siswa untuk tidak hanya memahami konsep-konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks yang relevan. Kelas konvensional mungkin lebih fokus pada pemberian informasi dan penghafalan tanpa memberikan siswa kesempatan yang cukup untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya.

Pembelajaran berbasis proyek STEM seringkali lebih menarik bagi siswa karena siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran dan memiliki kendali atas proyeknya sendiri, hal ini dapat meningkatkan motivasi siswa dalam belajar dan berpartisipasi dengan lebih aktif. Sebaliknya dalam kelas konvensional pembelajaran lebih terpusat pada guru sehingga siswa kurang terlibat dan kurang termotivasi. Proyek STEM sering mendorong kolaborasi antar siswa dalam melatih kemampuan komunikasinya, kolaborasi ini dapat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang lebih baik melalui diskusi dan pertukaran ide. Disisi lain dalam kelas konvensional, interaksi antar siswa lebih terbatas sehingga membatasi peluang siswa untuk belajar satu sama lain.

Pembelajaran PjBL-STEM didukung dengan pemanfaatan teknologi dan sumber daya digital dalam mendukung pembelajaran, hal ini dapat membantu siswa mengakses informasi lebih mudah, melakukan penelitian yang lebih mendalam dan menggunakan alat-alat digital untuk menganalisis data dan menyajikan hasil proyeknya. Penggunaan teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran dalam PjBL-STEM dibandingkan dengan kelas konvensional yang mungkin kurang memanfaatkan teknologi. Kesimpulannya pembelajaran PjBL-STEM memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan menarik bagi siswa yang dapat menyebabkan peningkatan dalam pemahaman dan kinerja siswa, seperti yang tercermin dalam hasil *posttest* siswa yang lebih baik.

Adanya perbedaan tingkat keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran PjBL-STEM, dengan kelas yang menggunakan pembelajaran secara konvensional disebabkan oleh pembelajaran yang menggunakan PjBL-STEM dirancang untuk dapat melatih siswa dalam memahami permasalahan secara kritis dan sistematis dalam setiap langkah-langkah pembelajaran yang dilakukan. Contohnya dengan memberikan sebuah pertanyaan apersepsi yang dapat memicu siswa dalam mengeluarkan pemikiran kritisnya di awal pembelajaran, membuat beberapa pertanyaan, menjawab pertanyaan serta memberikan kesempatan kepada siswa dalam mengemukakan setiap ide dan pendapatnya, dalam mencari dan memberikan informasi, membuat desain proyek, menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, membuat produk, mempresentasikan hasil proyek, memberikan komentar yang sifatnya membangun untuk kelompok yang lain, mendesain ulang produk dari hasil pendapat yang telah diberikan, serta merefleksi cara kerja siswa.

Pada kelas konvensional saat pembelajaran kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menuangkan cara berfikir kritisnya, informasi diberikan langsung oleh guru dengan menggunakan metode seperti biasa yakni ceramah dan dilanjutkan dengan mengerjakan soal berdasarkan materi yang telah disampaikan oleh guru sehingga pembelajarannya terkesan pada *teacher center*. Sehingga tidak adanya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran yang dapat mengasah keterampilan berpikir kritis siswa.

Pembelajaran PjBL-STEM merupakan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) dengan menyajikan pembelajaran yang sesuai dengan langkah-langkah pembelajarannya yakni (1) menentukan pertanyaan mendasar (2) merencanakan proyek (3) membuat jadwal (4) mengerjakan proyek (5) penilaian proyek (6) evaluasi proyek dan pengalaman pembelajaran, dengan mengintegrasikan pada sains, teknologi, engineering, matematika. Pembuatan proyek dilakukan dengan tahapan pembelajaran model PjBL. Kegiatan pembelajaran siswa dilakukan secara berkelompok. Setiap kelompok terdiri atas siswa dengan kemampuan tinggi, sedang serta rendah, pengaturan tempat duduk dilakukan secara berkelompok saat akan melakukan kegiatan berdiskusi dan dilakukan secara individu saat akan melakukan kerja dalam menguji tingkat berpikir kritis siswa.

Tahap penentuan pertanyaan mendasar siswa diberikan stimulus untuk dapat berpikir kritis membuat pertanyaan, dan menjawab pertanyaan mengenai permasalahan awal yang diberikan. Guru menunjukkan gambar melalui LCD proyektor mengenai alat pernapasan pada manusia dan disesuaikan dengan proyek yang akan dilakukan, misalnya pada proyek 1 siswa diberikan gambar anatomi tubuh manusia bagian dalam dan pada proyek ke 2 gambar teknis sebuah rangkaian sederhana alat pernapasan pada manusia. Selanjutnya siswa diminta untuk menunjukkan bagaimanakah proses pernapasan yang terjadi pada manusia dan menuliskan hal-hal yang belum diketahuinya mengenai alat pernapasan pada manusia. Selanjutnya siswa dihadapkan pada permasalahan sehari-hari yang dapat mengasah siswa ada keterampilan berpikir kritisnya dalam memecahkan permasalahan. Tahap ini siswa diasah dan diberikan ruang untuk mengeluarkan ide yang dapat menumbuhkan tingkat berpikir kritisnya dalam menyusun pertanyaan, dan mencari solusi untuk mencari jawaban atas pertanyaan yang ada. Pada tahap ini akan mengasah keterampilan berpikir kritis siswa dengan memahami pada permasalahan (*focus*), mengasah keterampilan berpikir kritisnya dengan menggunakan kesimpulan berdasarkan informasi yang ada yang melibatkan fakta dan bukti (*inference*) dan siswa dapat menyampaikan pendapat secara logika dan relevan (*reason*).

Tahap merencanakan proyek siswa secara berkelompok berdiskusi untuk menghasilkan rancangan terbaik mereka. Tahap ini membutuhkan keterampilan berpikir kritis dalam mencari solusi, menentukan strategi dalam menentukan kriteria keberhasilan

dalam menyelesaikan proyek. Pada tahap melatih kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami suatu permasalahan (*focus*), siswa diajarkan untuk mengeluarkan ide-ide dalam membuat desain yang sesuai dengan tantangan yang diberikan dengan menggunakan semua informasi yang sesuai dengan permasalahan (*situation*).

Tahap membuat jadwal, siswa menentukan waktu pengerjaan proyek, waktu pengumpulan proyek, memberikan dorongan kepada siswa dalam mendesain cara pengerjaan, serta alasan pemilihan pengerjaan yang akan dilakukan. Pada tahap ini siswa mengasah keterampilan berpikir kritisnya dengan menggunakan semua informasi yang sesuai dengan permasalahan (*situation*). Tahap pengerjaan proyek, dalam tahap ini siswa terlibat dalam rekayasa proyek yang melibatkan berbagai hal yang dapat mempengaruhi proyek yang sedang dikerjakan. Pada tahap ini siswa mengasah keterampilan berpikir kritisnya dengan menggunakan semua informasi yang sesuai dengan permasalahan (*situation*) dan serta ini melatih kemampuan berpikir kritis siswa, yaitu menyajikan, memahami dan menyusun informasi dengan cara yang jelas dan mudah dipahami (*Clarity*).

Pembelajaran pada kelas konvensional, materi pokok bahasan mengenai alat pernapasan pada manusia, pokok bahasan disajikan kedalam 4 kali pertemuan. Tahap awal pembelajaran siswa mempelajari materi alat pernapasan pada manusia secara klasikal, dan tidak dilakukan secara berkelompok. Pembelajaran diawali dengan kegiatan apersepsi berupa tanya jawab mengenai materi yang akan dibahas. Tahap kegiatan inti dilakukan guru dengan menjelaskan materi secara klasikal menggunakan gambar dan video sesuai materi pembelajaran. Kegiatan siswa dilanjutkan dengan mengerjakan soal pada LKPD, tentang materi yang telah dijelaskan oleh guru, selanjutnya dilakukan pembahasan pada jawaban siswa. Pembelajaran pada kelas konvensional siswa adalah penerima informasi dari guru setelah itu mengaplikasikannya pada soal yang terdapat pada LKPD, tidak ada proses kegiatan diskusi, pembagian tugas, membangun ide siswa dalam memecahkan masalah dan tantangan dalam penyelesaian proyek.

Keterampilan berpikir kritis siswa dirangsang dengan memberikan kegiatan belajar siswa pada aspek penalaran, menguji hipotesis, menganalisis argumen, mencari solusi dari pemecahan suatu masalah dan dapat mengambil keputusan secara tepat. Pembelajaran PjBL-STEM menyediakan pembelajaran yang dapat mengaktifkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran yang menarik dan menyenangkan. Nilai yang didapatkan siswa dengan menerapkan model pembelajaran PjBL-STEM meningkat terhadap hasil skor belajar siswa, hal ini menandakan bahwa PjBL-STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran PjBL-STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA dengan nilai $0,38 < 0,05$ yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan (Dywan et al., 2020). Perangkat yang dikembangkan dengan PjBL-STEM tepat dan efektif untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa (Kurniahtunnisa & Caroline, 2023), kegiatan berbasis STEM berperan penting dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan berbagai metode penemuan, penyelidikan, pemecahan masalah dan proyek pembelajaran yang sepenuhnya mengembangkan kepribadian siswa (Mater et al., 2020). Dengan demikian memperkuat hasil penelitian ini bahwa PjBL-STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Data motivasi belajar siswa diperoleh dari hasil angket motivasi belajar siswa dengan 19 pertanyaan menggunakan skala likert dengan pemilihan jawaban Ya, Tidak dan Terkadang. Hasil uji prasyarat normalitas dan homogenitas diperoleh bahwa data berdistribusi normal sig ($p > 0,05$) dan homogen sig ($p > 0,05$). Selanjutnya data dianalisis menggunakan *uji independent sample t test* untuk mengetahui perbedaan pengaruh

pembelajaran pada kedua kelas. Uji normalitas data menggunakan *IBM SPSS Statistics 25 for Windows Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas data menggunakan *Levene Test* serta hasil dari analisis data menggunakan *uji independent sample t test* disajikan berturut-turut pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Angket Motivasi Belajar Siswa

N		56
Normal Parameter	Mean	0,0000000
	Std. Deviation	21,22503578
Most Extreme Differences	Absolute	0,079
	Positif	0,059
	Negatif	-0,079
Test Statistic		0,079
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,200

(Data diolah menggunakan spss versi 25 for windows)

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Angket Motivasi Belajar Siswa

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Motivasi Belajar	Based on Mean	1,890	1	54	0,175
	Based on Median	1,626	1	54	0,208
	Based on Median and with adjusted df	1,626	1	53,106	0,208
	Based on trimmed mean	1,751	1	54	0,191

(Data diolah menggunakan spss versi 25 for windows)

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis Motivasi Belajar Siswa Dengan Menggunakan Uji Independent Sample T Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2- tailed)	Mean Differ ence	Std. Error Differ ence	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Motivasi Belajar Siswa	Equal variances assumed	6.129	.016	8.027	54	.000	14.286	1.780	10.717	17.854
	Equal variances not assumed			8.027	42.662	.000	14.286	1.780	10.696	17.876

(Data diolah menggunakan spss versi 25 for windows)

Tabel 4. Menunjukkan bahwa hasil angket motivasi belajar siswa memiliki nilai probabilitas signifikansi lebih besar dari 0,05 yakni 0,200, dengan demikian hasil angket motivasi belajar siswa berdistribusi normal. Tabel 5. Menunjukkan bahwa uji homogenitas pada hasil angket motivasi belajar siswa memiliki probabilitas signifikansi

lebih dari 0,05 yakni 0,175, dengan demikian hasil angket motivasi belajar siswa yakni homogen. Tabel. 6 menunjukkan bahwa *output SPSS uji independent sample t test* diperoleh nilai probabilitas signifikansi untuk model pembelajaran sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari α 0,05 ($sig < 0,05$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini berarti ada perbedaan yang signifikan pada motivasi belajar siswa antara siswa yang diberikan perlakuan pembelajaran PjBL-STEM pada kelas eksperimen dengan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol.

Pengambilan data motivasi belajar siswa menggunakan angket motivasi belajar siswa yang diadopsi dan diadaptasi dari penelitian (Putu et al., 2020) dengan pengembangan pertanyaan berjumlah 19 butir dengan pedoman penskoran berupa pilihan jawaban YA, TIDAK, dan TERKADANG. Data motivasi belajar siswa pada penelitian ini diperoleh berdasarkan pada angket yang telah diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, data diambil setelah peneliti melakukan penerapan pembelajaran PjBL-STEM pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol.

Hasil analisis data dari hasil uji statistik menunjukkan bahwa adanya pengaruh perbedaan yang tidak terlalu signifikan antara motivasi belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan skor motivasi belajar siswa, kelas yang diberikan pembelajaran dengan PjBL-STEM, dari 5 indikator motivasi belajar kelas eksperimen mendapatkan rata-rata nilai lebih tinggi dibandingkan kelas yang menggunakan pembelajaran secara konvensional. Hasil ini didapatkan dari rata-rata motivasi belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Selama proses pembelajaran untuk menumbuhkan motivasi belajar siswa, hal yang diperlukan ialah mencari solusi dari masalah siswa yakni, kesulitan dan tidak adanya motivasi belajar pada diri siswa. Pemberian tugas hanya membuat siswa menjadi semakin jenuh khususnya pada pembelajaran IPA, siswa akan menghadapi kesulitan jika hanya sekedar mengerjakan tanpa memahaminya. Salah satu solusi yang dapat dilakukan ialah dengan menerapkan pembelajaran PjBL-STEM, hal ini dikarenakan pada pelaksanaan atau langkah kegiatan pada pembelajaran PjBL-STEM, memiliki keunggulan dalam berdiskusi kelompok, dimana siswa dituntut untuk saling berinteraksi dan berperan aktif dalam berinteraksi dalam berdiskusi sehingga adanya rasa saling menghargai pendapat dan bertenggang rasa serta bertanggung jawab dalam menyelesaikan persoalan yang diberikan oleh guru.

Berdasarkan hasil pengujian rata-rata kedua kelas diperoleh bahwa kelas eksperimen mempunyai motivasi belajar yang tinggi setelah diterapkan pembelajaran PjBL-STEM dibandingkan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran secara konvensional. Beberapa aspek yang diamati yang mendukung hasil tersebut akan diuraikan sesuai dengan pengalaman peneliti, hasil observasi oleh observer serta hasil wawancara dengan salah satu siswa selama proses pembelajaran, mulai dari pertemuan pertama sampai pada pertemuan keempat. Mulai dari ketika siswa masih tidak biasa sampai sampai pada tahapan ketika siswa dapat memberikan karya dari proses belajar yang telah dilakukan.

Motivasi belajar dapat timbul dikarenakan faktor intrinsik yang berupa hasrat dan keinginan berhasil serta dorongan belajar, harapan dan cita-cita. Sedangkan pada faktor ekstrinsiknya adalah adanya lingkungan belajar yang kondusif dan kegiatan yang menarik. Kedua faktor tersebut disebabkan oleh rangsangan tertentu, sehingga siswa berkeinginan untuk melakukan aktivitas belajar lebih giat dan semangat. Pada pertemuan pertama, siswa masih cenderung tidak aktif dan kurang percaya diri. Ketika pembelajaran berjalan pada kegiatan inti, siswa sudah mulai menunjukkan adanya dorongan dalam belajarnya. Pembagian LKPD yang diberikan oleh guru dan dikerjakan secara berkelompok menimbulkan hasrat dan keinginan siswa agar dapat mengerjakan tugas

secara tepat waktu. Pada pertemuan pertama ini, siswa terlibat aktif dan saling berinteraksi dengan baik, siswa sudah mulai banyak memberikan pertanyaan dan disanggah oleh kelompok yang lain, dalam hal ini guru berperan dalam memberikan masukan dan penghargaan dalam hal keaktifan siswa. Pada pertemuan pertama ini tampak jelas bahwa dengan menerapkan pembelajaran PjBL-STEM dapat menimbulkan hasrat dan keinginan, dorongan dan kebutuhan serta penghargaan dalam belajar.

Pada pertemuan kedua, siswa mulai memahami jalannya proses pembelajaran. Dorongan dan semangat belajar siswa semakin timbul dengan adanya pemberian proyek yang harus dikerjakan dan diselesaikan secara berkelompok. Guru mulai mengarahkan siswa agar dapat menyelesaikan proyek tepat waktu dan memberikan dorongan semangat untuk memicu siswa agar berusaha belajar dan bekerja lebih keras untuk menyelesaikan proyek yang telah diberikan. Dengan adanya proyek siswa tidak merasa bosan karena tugas yang diberikan tidak hanya mengerjakan tugas melainkan merakit alat tertentu dan memanfaatkannya dalam menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Selan itu didalam tindak lanjut petemuan ini adalah adalah dokumentasi dari pembuatan proyek yang dikerjakan oleh siswa. Tahapan ini merupakan kegiatan yang baru bagi siswa sehingga siswa merasa lebih tertantang dan kegiatan yang dilakukan siswa menjadi lebih menarik, dan juga selama pengerjaan proyek dilakukan, intensitas bertanya siswa semakin tinggi. Hal ini tentunya didorong oleh keinginan dan harapan akan terselesannya proyek yang dikerjakannya dengan sebaik mungkin, sehingga siswa sudah berkeinginan dan membutuhkan informasi sebanyak mungkin. Pertemuan ketiga dan keempat, kegiatan pembelajaran menjadi semakin menarik dengan adanya presentasi dari siswa berupa hasil proyek yang telah dikerjakannya secara berkelompok. Pada pertemuan ini, siswa semakin antusias dan merasakan kebermanfaatn dari materi yang telah mereka pelajari yang pada akhirnya mendorong siswa untuk dapat meyampaikan beberapa kesimpulan dari pembelajaran yang telah mereka lalui.

Hasil observasi yang dilakukan oleh observer juga menunjukkan bahwa setiap siswa menunjukkan keaktifan dalam menjalani setiap proses pembelajaran. Siswa pada awalnya merasa malu karena tidak terbiasa mengenai interaksi dengan lawan jenis yang terlalu sering, hal ini didasarkan pada sekolah yang berada pada lingkup pesantren sehingga dikelas siswa sering berkelompok dengan laki-laki saja atau perempuan saja, namun dengan menerapkan adil gender didalam pembelajaran siswa sudah mampu berinteraksi dengan lawan jenis dalam mendiskusikan mengenai permasalahan pada proyek yang diberikan oleh guru dan memberikan suasana yang baru didalam pembelajaran.

Hasil dari wawancara siswa yang dipilih secara acak yang telah memberikan informasi tanpa paksaan yang diminta dalam menggambarkan suasana selama pembelajaran. Hasilnya jawaban yang mereka berikan hampir sama yakni bahwa, pembelajaran yang telah mereka pelajari sangat menyenangkan karena dapat berinteraksi dengan semua teman dan juga mereka menyukai pembelajaran berbasis proyek karena hal itu adalah sesuatu yang baru bagi siswa.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran menggunakan PjBL-STEM dalam pembelajaran IPA merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa, karena serangkaian pembelajaran yang bermakna akan mendorong siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa PjBL-STEM efektif terhadap motivasi belajar siswa dilihat dari hasil skor data angket yang telah didapatkan. Hasil penelitian yang lainnnya menunjukkan Hasil penelitian menyatakan bahwa terdapat pengaruh signifikan penerapan model PjBL-STEM dalam pembelajaran IPA (Janatun et al., 2022) serta Peran guru dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik yaitu

memperjelas tujuan yang ingin dicapai, menciptakan suasana yang menyenangkan dalam belajar, menggunakan variasi metode dalam pembelajaran, memberikan pujian dari setiap keberhasilan peserta didik, memberikan penghargaan, melakukan evaluasi, serta memberikan ganjaran dan hukuman (Leonangung et al., 2021).

Hasil obeservasi juga menunjukkan perbedaan ini terlihat kelas eksperimen menunjukkan perilaku yang lebih aktif dibandingkan kelas kontrol. Hal ini disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif yang diterapkan di kelas eksperimen, yang lebih memfasilitasi keterlibatan siswa secara lebih mendalam dalam proses pembelajaran. Sebaliknya siswa di kelas kontrol cenderung menunjukkan perilaku yang lebih pasif dan kurang terlibat karena metode pembelajaran yang lebih tradisional dan kurang interaktif. Pada kelas PjBL-STEM siswa cenderung lebih antusias karena siswa dapat terlibat langsung dalam kegiatan proyek, siswa terlihat lebih aktif berpartisipasi dalam diskusi, melakukan eksperimen, dan kegiatan *hands-on* dalam kegiatan-kegiatan tersebut menarik siswa lebih sering bertanya, mengeksplorasi dan mencari solusi dari masalah yang telah diberikan.

Kebebasan dalam melakukan pekerjaan yang diberikan oleh guru juga mendorong siswa dalam memecahkan masalah dan menyelesaikan proyek secara tepat waktu. Pembelajaran secara tim dalam menyelesaikan proyek, membuat siswa percaya diri dalam melakukan pekerjaan bersama dan menghargai ide orang lain. Siswa juga lebih proaktif dalam mengambil inisiatif, baik dalam mencari informasi tambahan maupun dalam memimpin kelompok mereka. Sehingga siswa cenderung lebih mandiri dalam belajar dan berani mengambil keputusan, karena siswa sudah terampil dalam menyelesaikan masalah secara mandiri, tanpa selalu mengandalkan bantuan guru.

Sebaliknya pada kelas konvensional siswa menunjukkan sikap keterlibatan dalam pembelajaran yang cenderung rendah, hal ini disebabkan metode pengajaran yang didominasi oleh ceramah, sehingga siswa kurang diberikan kesempatan dalam melibatkan diri, akibatnya siswa cenderung lebih pasif, serta mengikuti instruksi tanpa banyak bertanya atau mencari informasi tambahan dari permasalahan yang sedang dihadapi sehingga siswa hanya berpartisipasi saat ditanya atau diminta secara langsung oleh guru.

Pembelajaran konvensional selalu mengikuti pada prosedur kurikulum yang ketat, sehingga siswa memiliki sedikit kesempatan untuk berfikir secara inovatif, siswa lebih banyak pada menghafal informasi daripada mengeksplorasi dan memahami konsep secara mendalam. Kegiatan pembelajaran lebih banyak berfokus pada tugas individu, sehingga kesempatan untuk bekerjasama dan interaksi dengan sesama teman sangat sedikit, karena siswa memiliki lebih sedikit kesempatan untuk berinteraksi dengan teman sekelas, sehingga sangat membatasi perkembangan keterampilan sosial komunikasi siswa. Siswa lebih cenderung menunggu instruksi dan arahan guru, serta menunjukkan sikap yang lebih reaktif daripada proaktif sehingga siswa kurang inisiatif dalam mengambil langkah lebih lanjut dalam pembelajaran. Siswa juga cenderung lebih bergantung pada guru untuk menyelesaikan masalah dan mendapatkan jawaban hal ini tentunya dapat menghambat perkembangan keterampilan pemecahan masalah siswa.

Pembelajaran PjBL-STEM dalam sisi penguasaan materi juga dapat dilihat perbedaannya secara nyata dimana di kelas PjBL-STEM cenderung mendalami materi secara lebih menyeluruh dan kontekstual. Siswa tidak hanya mempelajari materi tetapi juga menerapkan konsep dalam proyek yang sedang mereka kerjakan, yang membantunya memahami materi secara mendalam. Materi yang dipelajari secara tepat mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu (STEM), sehingga siswa mendapatkan pemahaman yang lebih holistik dan bagaimana berbagai konsep saling berhubungan. Siswa didorong untuk mencari informasi tambahan, melakukan penelitian dan mengembangkan solusi sendiri untuk meningkatkan kemandirian belajar. Siswa juga

dituntut untuk melakukan refleksi terhadap pembelajaran mereka sehingga membantu siswa menjadi pembelajara yang mandiri dan sadar diri. Namun didalam kelas konvensional, dalam sisi materi masih kurang penerapan nyata sehingga materi hanya disadari sebagai teori dan hafalan-hafalan informasi daripada penerapan praktis. Sehingga siswa tau tapi tidak paham. Pembelajaran cenderung lebih terarah oleh guru dengan sedikit ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi dan mencari informasi tambahan sendiri siswa lebih banyak mengikuti intruksi dan prosedur yang diberikan. Penilaian lebih banyak dilakukan oleh guru melalui tes dan ujian. Dengan sedikit kesempatan bagi siswa untuk melakukan penilaian diri atau refleksi.

Siswa di kelas PjBL-STEM mendapatkan pengalaman belajar yang lebih mendalam, terintegrasi, dan praktis, yang mengembangkan pemahaman mereka tentang materi individu secara menyeluruh dan relevan dengan dunia nyata. Siswa juga mengembangkan kemandirian dalam belajar dan keterampilan abad 21 yang penting. Sebaliknya, siswa di kelas konvensional hanya mendapatkan pemahaman yang lebih teoretis dan terbatas pada hafalan, dengan lebih sedikit kesempatan untuk mengembangkan kemandirian dan keterampilan praktis yang relevan dengan STEM. Dua pembelajaran yang telah diterapkan oleh peneliti memiliki kelemahan dan kelebihan yang dapat menjadi pertimbangan pada penelitian selanjutnya, hal ini didasarkan atas hasil observasi yang telah didapatkan oleh peneliti selama proses pembelajaran berlangsung.

Pembelajaran PjBL-STEM memiliki kelebihan dimana pembelajaran ini lebih praktis dan aplikatif, didalam pembelajaran siswa belajar menerapkan konsep-konsep teoritis dalam situasi dunia nyata, sehingga membuat pembelajaran lebih bermakna dan relevan. PjBL-STEM merupakan model pembelajaran dengan pendekatan yang mengintegrasikan *science, technology, engineering, mathematics*, yang dapat membantu siswa melihat hubungan antar konsep-konsep yang berbeda dan memahami materi secara lebih luas. Pembelajaran yang interaktif dan berbasis proyek yang telah dilakukan telah meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif dan mendorong siswa agar dapat belajar secara mandiri sehingga meningkatkan kemandirian dan tanggung jawab. Penguasaan materi yang lebih mendalam dan aplikatif membantu siswa memahami konsep secara lebih baik dan tahan lama.

Pembelajaran PjBL-STEM memiliki kelemahan yang telah disadari oleh peneliti diantaranya ialah, pembelajaran berbasis proyek memerlukan waktu, biaya dan sumber daya tambahan karena proyek yang dikerjakan memerlukan perencanaan yang matang agar berhasil dilaksanakan. Memerlukan akses ke alat, teknologi dan materi yang mungkin tidak tersedia disekolah, dalam hal penilaian membutuhkan waktu dan upaya yang lebih besar dari guru untuk melakukan penilaian berkelanjutan dan memberikan umpan balik yang konstruktif. Perlunya mempersiapkan dan merencanakan pembelajaran yang lebih kompleks untuk mengimplementasikan PjBL-STEM dengan sukses sehingga memerlukan pelatihan tambahan untuk mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengajar dengan pendekatan ini. Selain kelebihan dan kekurangan yang telah tampak pada pembelajaran PjBL-STEM, pembelajaran konvensional yang dilakukan pada kelas kontrol juga mempunyai kelebihan dan kekurangan yang telah disadari oleh peneliti selama melakukan pembelajaran.

Kelebihan pada pembelajaran konvensional yang ditemukan ialah, bahwa pembelajaran konvensional lebih mengikuti pada kurikulum yang jelas dan terstruktur sehingga memudahkan perencanaan dan pengelolaan pembelajaran didalam kelas, saat melakukan penilaian lebih mudah dilakukan dengan menggunakan tes dan ujian standar yang telah disiapkan sebelumnya. Materi pembelajaran dapat disampaikan dengan cepat dan efisien dengan memungkinkan cakupan yang luas dalam waktu yang terbatas serta pembelajaran konvensional efektif untuk mengajarkan hafalan dan konsep-konsep dasar

sehingga tidak memerlukan sumber daya tambahan atau perencanaan yang kompleks dan lebih mudah diimplementasikan. Namun didalam kelebihan yang telah diungkapkan oleh peneliti, pembelajaran konvensional memiliki kelemahan yang sangat disadari oleh peneliti yakni pada pembelajaran konvensional guru akan menjadi *center* sehingga membuat siswa pasif dan kurang terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, penerapan hafalan yang telah dilakukan menyebabkan pemahaman yang dangkal dan cepat terlupakan, pembelajaran yang tidak terkait langsung dengan situasi dunia nyata, membuat kurang relevan bagi siswa. Siswa memiliki sedikit kesempatan untuk mengeksplorasi ide-ide atau metode alternatif dalam pembelajaran, kurangnya metode yang interaktif dan menarik menyebabkan siswa kurang termotivasi sangat kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran

Kelas PjBL-STEM menawarkan banyak kelebihan dalam hal pengembangan keterampilan abad 21 khususnya keterampilan berpikir kritis siswa, keterlibatan siswa akan mendorong tingkat motivasi belajar siswa didalam pembelajaran, serta siswa lebih memiliki pemahaman materi yang mendalam pada pembelajaran IPA, akan tetapi pembelajaran dengan konsep PjBL-STEM memerlukan sumber daya dan persiapan yang tentunya lebih besar. Sementara itu, kelas konvensional lebih mudah diimplementasikan dan terstruktur dengan baik, tetapi mungkin kurang efektif dalam mengembangkan keterampilan penting dan membuat pembelajaran menjadi relevan dan menarik bagi siswa.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran PjBL-STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Hal ini terlihat dari peningkatan rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis siswa di kelas yang dibelajarkan dengan PjBL-STEM lebih tinggi daripada kelas konvensional. Peningkatan nilai yang diperoleh pada kelas eksperimen (PjBL-STEM) sebesar 39,46 dan kelas kontrol (Konvensional) sebesar 20,35. Selain itu pada *uji independent sample t test* menunjukkan bahwa nilai probabilitas signifikansi untuk model pembelajaran sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari α 0,05 ($sig < 0,05$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. PjBL-STEM efektif terhadap motivasi belajar siswa dilihat dari selisih rata-rata nilai angket motivasi belajar siswa pada kelas eksperimen (PjBL-STEM) dan kelas kontrol (Konvensional). Selain itu pada *uji independent sample t test* menunjukkan bahwa diperoleh nilai probabilitas signifikansi untuk model pembelajaran sebesar 0,000, yang berarti lebih kecil dari α 0,05 ($sig < 0,05$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa antara siswa yang diberikan perlakuan pembelajaran PjBL-STEM pada kelas eksperimen dengan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. PjBL-STEM terbukti efektif terhadap keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa sekolah dasar. Penelitian ini dilakukan dengan sampel kelas V sekolah dasar. Oleh karena itu pada penelitian berikutnya perlu dilakukan pada kelas yang lebih tinggi atau lebih rendah dengan cakupan sampel yang lebih luas.

Daftar Pustaka

- Aan, W., Erna, Z., Noviani, W. I., & Putri, A. D. (2023). Penerapan Model PjBL-STEM melalui Smart Apps Creator (SAC) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Disekolah Dasar. *DWIJA CENDEKIA : Jurnal Riset Pedagogik*, 7, 1–23.
- Aprilia, A. D., & Hadma, Y. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Motivasi Dan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Pokok Cahaya. *EduSains*, 4, 15–27.

- Dywan, A. A., Airlanda, G. S., Kristen, U., Wacana, S., & Tengah, J. (2020). *Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa*. 4(2), 344–354.
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities. *Arguing, Reasoning, and Thinking Well*.
- García-carmona, A. (2023). Scientific Thinking and Critical Thinking in Science Education Two Distinct but Symbiotically Related Intellectual Processes. *Science & Education*, 0123456789.
- Hidayah, I. N., & Kuntjoro, S. (2022). Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Science Literacy untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 384.
- Hikmawati, Zulfan, & Dinansih, E. (2023). Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa Kelas IV SDN Leuwihieum dalam Mengerjakan Soal Bertipe HOTS. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*.
- Ida, D., & Mintohari. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mata Pelajaran IPA Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 02.
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2015). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, Dan Kemampuan Kognitif Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 9–21.
- Irma, E., Davidi, N., Sennen, E., & Supardi, K. (2016). 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.
- Janatun, M. A., Toto, T., & Awang, K. (2022). Pengaruh Model PjBL-STEM dalam Pembelajaran IPA Pada Materi Bioteknologi Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1), 307–314.
- Kanmaz, A. (2022). Middle School Teacher's Critical Thinking Skills And Awareness Towards Teaching Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran Daring Internasional (IOJET)*, 9(4).1648- 1671.
- Kurnia Sari, R., Chan, F., Kurnia Hayati, D., Syaferi, A., & Sa, H. (2020). Analisis Faktor Rendahnya Motivasi Belajar Siswa Dalam Proses Pembelajaran Ipa Di Sd Negeri 80/I Rengas Condong Kecamatan Muara Bulian. *Journal of Biology Education Research*, 1(2), 63–79.
- Kurniahtunnisa, K., & Caroline, W. E. (2023). Pengembangan STEM-Perangkat Prmbelajaran Berbasis Proyek Untuk Melatih Keterampilan 4C. *Bioeduca : Jurnal Pendidikan Biologi*, 66–78.
- La Djalila, S. (2022). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Rendahnya Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *TAKSONOMI: Jurnal Penelitian Pendidikan Dasar*, 2(2), 129–135.
- Lely, P. S. P., & Ngurah, G. A. S. (2020). *Pembelajaran Berbasis Proyek Berbasis Stem (Sains, Teknologi, Teknik, Dan Matematika) Meningkatkan Kompetensi Pengetahuan IPA Siswa*. 4, 621–629.
- Leonangung, A., Saiman, M., & Nasar, I. (2021). Guru Dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Literasi Pendidikan Dasar*, 2(2), 26–30.
- Lianti, L., Lukman, H., & Siska, P. A. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2), 180–190.

- Maarouf, W., Al-ta, M., & The, M. A. (2023). *The Reality of Learning Motivation among Gifted Students in Light of Active Learning Strategies To cite this article : The Reality of Learning Motivation among Gifted Students in Light of Active Learning Strategies*.
- Mater, N. R., Jamil, M., Hussein, H., Salha, S. H., Draid, F. R., Shaqour, A. Z., Qatanani, N., Affouneh, S., Rashad, N., Jamil, M., Hussein, H., & Salha, S. H. (2020). The effect of the integration of STEM on critical thinking and technology acceptance model. *Educational Studies*, 1–17.
- Naibaho, S. W., Siregar, E. Y., & Elindra, R. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Rendahnya Motivasi Belajar Siswa MTs Negeri 1 Tapanuli Tengah Disaat Pandemi Covid-19. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 4(2), 304–312.
- Nyoman, N., Kamala, S., Bagus, I., Arnyana, P., & Margunayasa, I. G. (2023). *Project Based Learning Berbasis STEM : Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa*. 6, 133–143.
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86–96.
- Putu, N., Krismony, A., Parmiti, D. P., & Japa, I. G. N. (2020). Pengembangan Instrumen Penilaian untuk Mengukur Motivasi Belajar Siswa SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 3, 249–257.
- Rachmawati, D., & Rohaeti, E. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Sains , Teknologi , dan Masyarakat Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Peserta Didik The Effect of Science , Technology , and Society on Critical Thinking Skills and Learning Motivation of Student. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 1, 29–39.
- Rahardhan, A. (2022). Pengaruh Pembelajaran Pjbl Berbasis Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 1.
- Retnawati, H., Djidu, H., Kartianom, Apino, E., & Anazifa, R. D. (2018). Teachers' knowledge about higher-order thinking skills and its learning strategy. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(2), 215–230.
- Siti, F. (2017). Anaisis Pemahaman Konsep IPA Berdasarkan Motivasi Belajar, Keterampilan Proses Sains, Keterampilan Multirepresentasi, Jenis Kelamin, dan Latar Belakang Sekolah Mahasiswa Calon Guru SD. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 1, 57–70.
- Siwi, U. (2022). Pengaruh Blanded Learning Model Flipped Classroom Melalui Video Pembelajaran Terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik di Sekolah Dasar Pada Masa Pandemi. *Seminar Nasional Inovasi Pendidikan Ke-5 Dan Seminar Nasional Guidance Counseling Project (GCP 2021)*, 5, 225–231.
- Sormunen, K., Vehmaa, S., Seitamaa-Hakkarainen, P., Lavonen, J., Hakkarainen, K., & Juuti, K. (2023). Learning science through a collaborative invention project in primary school. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 5(1).
- Suryaningsih, A., & Koeswanti, H. (2021). Perbedaan Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Project Based Learning Terhadap Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis IPA Siswa SD. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 9(1), 40.
- Thomas, J. W. (2000). *A Review Of Research On Project-Based Learning*.
- Wahono, B., Lin, P., & Chang, C. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 1, 18.

- Wiguna, I. K. W., Adi, M., & Tristaningrat, N. (2022). Langkah Mempercepat Perkembangan Kurikulum Merdeka Belajar. *Edukasi : Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(1), 17–26.
- Wiyanto, W. (2021). Pelatihan Penerapan Berfikir Kritis dengan Model PBL bagi Siswa SMK YPUI Parung Bogor. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 12(3), 417–423.
- Yunita, E., Nasien, D., & Sekarwinahyu, M. (2022). Pengaruh Peran Guru terhadap Motivasi Belajar dan Pembentukan Karakter Siswa melalui Implementasi Kurikulum Kurikulum 2013 di Sekolah Dasar. *Instructional Development Journal (IDJ)*, 5, 134–148.
- Zubaidah, S. (2010). Berpikir Kritis : Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Yang Dapat Dikembangkan Mealui Pembelajaran Sains. *Seminar Nasional Sains, 2009*, 1–14.