

Pengaruh Model Projek Based Learning Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif: Materi Momentum dan Impuls pada Siswa kelas XI di SMA Negeri 9 Medan

Andreas Silitonga ^{1*}

¹ Universitas Negeri Medan, Indonesia

* silitongaandreas17@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi oleh pembelajaran fisika khususnya materi momentum dan impuls masih kurang melatih kemampuan berpikir kreatif siswa, sehingga penerapan model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM diperlukan untuk meningkatkan kreativitas dan pemahaman konsep secara bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model Pembelajaran Berbasis Proyek yang terintegrasi dengan pendekatan STEM (PjBL-STEM) terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini merupakan studi kuasi-eksperimental dengan menggunakan rancangan kelompok kontrol pretest-posttest. Populasi terdiri dari seluruh siswa kelas XI di SMA Negeri 9 Medan. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas: XI-5 sebagai kelas eksperimen yang diajarkan dengan PjBL-STEM dan XI-4 sebagai kelas kontrol yang diajarkan dengan pembelajaran konvensional, masing-masing terdiri dari 30 siswa yang dipilih menggunakan *teknik simple random sampling*. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan tes. Instrumen penelitian berupa tes esai yang telah divalidasi yang terdiri dari 6 item. Data dianalisis menggunakan uji-t dan skor N-gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor pretest untuk berpikir kreatif adalah 39,93 untuk kelas kontrol dan 40,10 untuk kelas eksperimen. Rata-rata skor posttest adalah 60,67 untuk kelas kontrol dan 71,4 untuk kelas eksperimen. Pengujian hipotesis menggunakan uji-t menghasilkan nilai p (sig. 2-tailed) sebesar 0,002, yang kurang dari 0,05. Temuan ini menunjukkan bahwa PjBL-STEM secara signifikan memengaruhi keterampilan berpikir kreatif siswa. Peningkatan N-gain untuk kelas eksperimen adalah 0,65 (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol mencapai N-gain sebesar 0,32 (kategori sedang).

Kata Kunci: *Project Based Learning, Momentum dan Impuls, STEM, Kemampuan Berpikir Kreatif*

Pendahuluan

Pendidikan merupakan aspek yang sangat penting dalam kehidupan di zaman digitalisasi saat ini dan menjadi faktor utama dalam kemajuan suatu bangsa (Safriana et al., 2022). Pendidikan berperan vital dalam peningkatan kualitas diri dan pencapaian tujuan masa depan individu (Sari, 2021). Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari fenomena alam secara fakta yang logis, sistematis dan rasional (Putri et al, 2022). Pelajaran fisika masih menjadi mata pelajaran yang kurang diminati oleh sebagian siswa, karena dianggap membosankan dan disukai oleh siswa pintar saja. Fisika pada hakikatnya bisa sangat menarik jika dikaitkan langsung dengan kejadian nyata dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Maulana, 2020).

Dewasa ini ditandai dengan peningkatan kebutuhan akan keterampilan yang dinamai sebagai keterampilan abad ke-21. *National Education Association* mengungkapkan keterampilan abad ke-21 sebagai keterampilan 4C yang mencakup critical thinking atau berpikir kritis, collaboration

atau kemampuan bekerja sama dengan baik, *communication* atau kemampuan berkomunikasi, dan *creativity* atau kreatifitas (Nahdiah et al, 2021). Keempat keterampilan tersebut penting bagi siswa untuk dapat menghubungkan suatu konsep dengan materi yang sedang dipelajari (Lestari et al., 2018). Indonesia saat ini sedang memasuki *era society* 5.0 yang dapat dilihat melalui perkembangan teknologi yang mempengaruhi aspek dalam kehidupan masyarakat (Hikmah et al., 2024).

Perubahan era global menuntut sistem pendidikan berinovasi dalam pembelajaran demi menghasilkan lulusan berwawasan *futuristic* (Sari, 2021). Pengembangan sistem pendidikan di Indonesia sangat penting untuk menumbuhkan sikap dan keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 ini (Noviyana, 2017). Salah satu keterampilan yang dibutuhkan saat ini adalah keterampilan berpikir kreatif. Berpikir kreatif merupakan suatu kegiatan intelektual yang dilakukan seseorang untuk membentuk suatu konsep atau pemikiran yang baru (Tamara et al., 2022). Proses pembelajaran dilakukan dengan tujuan agar siswa dapat berpikir dengan cermat, serta memberikan fakta yang logis agar membawa ke arah keterampilan berpikir yang benar (Mukhlis et al., 2023).

Kemampuan berpikir kreatif sangat penting, sehingga guru harus mengajarkan cara menumbuhkan kreativitas kepada siswa di semua tingkatan (Aulia, 2023). Tujuannya agar siswa tidak takut untuk mengeksplorasi ide-ide baru dan inovatif saat menghadapi tugas yang diberikan. Berpikir kreatif bukan hanya tentang menghasilkan ide baru, tetapi juga tentang tindakan yang harus diambil untuk mewujudkan ide-ide tersebut menjadi solusi nyata (Azzahra et al., 2023).

Berdasarkan hasil observasi yang peneliti lakukan dengan beberapa guru fisika di SMA Negeri 9 Medan, ditemukan beberapa kendala yang mempengaruhi proses belajar-mengajar. Dalam penerapan pembelajaran di kelas, peneliti mendapatkan informasi bahwasannya model pembelajaran yang digunakan masih bersifat konvensional dengan metode ceramah dan tanya jawab. Model pembelajaran konvensional ini dinilai kurang efektif dalam mendorong keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Model pembelajaran konvensional kurang efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sehingga siswa cenderung pasif yang berakibat siswa tidak memahami materi pelajaran.

Minimnya strategi mengajar inovatif yang diterapkan oleh pendidik menjadi salah satu dampak kurangnya kegiatan praktikum dan proyek yang dilakukan oleh siswa. Dampak lain yang terjadi dari minimnya inovasi mengajar yang dilakukan pengajar, adalah terhambatnya salah satunya dibuktikan melalui rendahnya kemampuan berpikir kreatif siswa pengembangan keterampilan esensial siswa, terutama kemampuan berpikir kreatif. Ditinjau secara kognitif model pembelajaran konvensional ini tidak mendukung siswa untuk mengembangkan kemampuan menghasilkan ide baru bervariasi yang rinci dalam menyelesaikan suatu masalah.

Hal ini diperkuat oleh pengamatan yang dilakukan selama proses pembelajaran fisika terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa, yang menunjukkan bahwa mereka lebih suka meniru karya orang lain dan terlalu malas untuk mengembangkan kemampuan mereka dalam menghasilkan karya orisinal atau menghadirkan orisinalitas pada suatu ide (Firdaus et al, 2018). Berdasarkan hasil angket kebutuhan yang ditujukan kepada siswa kelas XI di SMA Negeri 9 Medan dengan total 30 responden dimana peneliti menemukan permasalahan yang sejalan dengan hasil wawancara, yaitu terdapat 70% (21 siswa) mengungkapkan bahwa kegiatan proyek sangat penting untuk memahami materi dan menghubungkan teori dengan kehidupan sehari-hari, terdapat 20% (6 siswa) yang mengungkapkan kegiatan proyek tidak terlalu berpengaruh dalam pembelajaran serta 13.33% (4 siswa) menjawab ragu-ragu.

Secara keseluruhan, siswa memiliki ketertarikan yang tinggi pada pembelajaran yang interaktif dan berbasis proyek. Mereka yakin bahwa pendekatan yang berfokus pada proyek, teknologi, dan membuat hal-hal yang baru dapat membuat mereka menjadi lebih kreatif dan percaya diri. Hal ini sejalan dengan konsep pembelajaran dengan pendekatan STEM yang mendorong siswa untuk merancang, mengembangkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dengan gabungan disiplin ilmu dari sains, teknologi, teknik serta matematis (Saputri et al, 2022).

Pendekatan STEM memungkinkan integrasi dengan beragam model pembelajaran konstruktif, salah satunya adalah *project based learning* (PjBL). PjBL merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam proyek yang berdasar pada konteks nyata. Melalui model PjBL ini, siswa tidak hanya memahami materi fisika secara mendalam tetapi juga mampu mengintegrasikan pengetahuan teoritis dengan penerapan yang praktis. Kelebihan dari model pembelajaran PjBL adalah dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menciptakan gagasan atau ide baru, dapat meningkatkan kolaborasi, dapat meningkatkan keterampilan mengelola sumber daya (Desi et al., 2023). Penggabungan STEM dalam pembelajaran membantu siswa memperoleh keterampilan desain, teknologi, dan penerapan pengetahuan dalam menghasilkan peningkatan kreativitas siswa (Diana et al, 2021).

Hasil kajian literatur yang menunjukkan upaya peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam beberapa penelitian terdahulu, salah satunya penelitian menunjukkan terdapat pengaruh peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa menggunakan model PjBL-STEM pada materi hukum termodinamika I, hukum termodinamika II, dan entropi (Nur et al, 2021). Hasil penelitian ini menunjukkan hasil rata-rata nilai pretest sebelum perlakuan 26.3 sedangkan rata-rata nilai posttest menunjukkan nilai 82.38 setelah perlakuan. Pada penelitian yang menunjukkan hasil pengembangan kemampuan berpikir kreatif yang kurang optimal (Aulia, 2023).

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai pretest siswa sebesar 45,67 sedangkan rata-rata nilai posttest menunjukkan nilai 77,83, namun penelitian tersebut menyatakan bahwa peningkatan signifikan kemampuan berpikir kreatif hanya berada pada aspek originality sebesar 73% dari nilai posttest. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa dengan selisih nilai yang tidak terlalu signifikan, dimana nilai rata-rata pretest 74.3 sedangkan nilai rata-rata posttest 83.7 (Tamara et al, 2022).

Berdasarkan pemaparan diatas dan temuan kajian penelitian yang terdahulu, penelitian ini akan mengkaji penerapan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEM pada materi momentum dan impuls sebagai solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Materi momentum dan impuls dipilih karena materi ini memungkinkan siswa merancang dan menguji proyek, seperti sistem keselamatan kendaraan (bantalan tumbukan/airbag) atau peluncur sederhana, sehingga mereka dapat mengeksplorasi secara mendalam konsep gaya, waktu, dan perubahan kecepatan melalui aplikasi nyata yang memicu pemikiran divergen dan solusi teknis yang kreatif.

Model PjBL-STEM dipilih karena mampu menyajikan masalah nyata secara langsung kepada siswa, sehingga mendorong mereka untuk memunculkan ide-ide dan menerapkannya sebagai fondasi dalam eksplorasi kreatif. Oleh karena itu, PjBL-STEM menjadi alternatif untuk menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya menarik minat siswa, tetapi juga mendorong mereka untuk berpikir secara kreatif dalam menyelesaikan fenomena fisika.

Kebaharuan (*novelty*) dalam penelitian ini adalah Model PjBL berbasis STEM yang diintegrasikan dengan teknologi dan kolaborasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa dengan rata-rata peningkatan sebesar 0,40 (kategori sedang). Dengan demikian Adapun tujuan penelitian antara lain;1) Mengetahui pengaruh model PjBL dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. 2) Mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif setelah diberikan perlakuan model PjBL dengan pendekatan STEM. Penelitian ini menggunakan desain proyek STEM yang mengolaborasikan tantangan teknik dengan konsep fisika murni, yang dirancang secara sistematis untuk memicu orisinalitas ide siswa dalam menghasilkan solusi kreatif atas permasalahan lingkungan sekitar."

Metode

Penelitian ini akan dilakukan di SMA Negeri 9 Medan. Penelitian ini akan berlangsung pada semester ganjil tahun ajaran 2025–2026. Dalam penelitian ini, digunakan desain kelompok kontrol pretest-posttest kuasi-eksperimental. Dengan menggunakan teknik pengambilan sampel acak dasar, dua kelas yang masing-masing terdiri dari tiga puluh siswa dari kelas XI SMA Negeri 9 Medan menjadi sampel. Dengan menggunakan metode STEM dan model PjBL, penelitian ini menggunakan dua perlakuan kelompok eksperimen.

Selain itu, pembelajaran tradisional digunakan pada kelas kontrol. Dimana a). assesmen berfungsi untuk mengumpulkan informasi tentang kemampuan dan pengetahuan siswa melalui berbagai metode, seperti tes, kuis, dan proyek; b). wawancara berfungsi mengumpulkan informasi tentang pengetahuan, sikap, dan perilaku siswa melalui percakapan langsung; c). observasi berfungsi mengamati perilaku dan kinerja siswa dalam situasi nyata atau simulasi. Tabel 1 menampilkan desain penelitian. Metode pengumpulan data penelitian meliputi asesmen terhadap siswa kelas XI SMA, wawancara dengan guru fisika, dan observasi yang dilakukan di kelas.

Tabel 1. *Pretest-Posttest Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	Y ₁	X ₁	Y ₂
Kontrol	Y ₁	X ₂	Y ₂

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini berupa tes esai yang terdiri atas enam pertanyaan untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data, instrumen tersebut melalui tahap validasi ahli dan validasi konstruk guna memastikan kelayakan dan kualitasnya. Validasi ahli dilakukan oleh dua dosen profesional yang kompeten di bidang terkait, sedangkan validasi konstruk dilaksanakan di luar populasi penelitian untuk menghindari bias terhadap subjek penelitian.

Validasi konstruk mencakup pengujian validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran butir soal dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 26.0. Setelah instrumen dinyatakan valid dan memenuhi kriteria kelayakan, tes awal (*pretest*) diberikan kepada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sebagai tahap awal pengumpulan data penelitian. *Pretest* bertujuan untuk melihat kemampuan awal dari kedua kelas sama atau tidak. Teknik Analisis data dalam penelitian ini menggunakan uji t yang sebelumnya telah dilakukan menggunakan uji pendahuluan, khususnya uji homogenitas dan normalitas. Uji t berpasangan digunakan untuk memeriksa hasil pretest, dengan asumsi data homogen dan terdistribusi normal.

Model PjBL-STEM kemudian digunakan di kelas eksperimen untuk mengajarkan materi momentum dan impuls, sedangkan pembelajaran konvensional digunakan di kelas kontrol. Setelah itu, posttest diberikan, dan hasilnya dianalisis menggunakan uji t satu arah dengan

asumsi data homogen dan terdistribusi normal. Untuk mengetahui pengaruh model Project Based Learning (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap kapasitas berpikir kreatif siswa, dilakukan uji hipotesis sebagai bagian dari analisis inferensial. Selanjutnya, peningkatan kapasitas berpikir kreatif siswa dianalisis menggunakan uji N-gain guna mengukur besarnya peningkatan kemampuan sebelum dan sesudah perlakuan. Adapun kriteria atau standar peningkatan kemampuan berpikir kreatif berdasarkan hasil uji N-gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Peningkatan

Klasifikasi	Kategori
$g > 0,7$	tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	sedang
$g < 0,3$	rendah

Tabel 2 menyajikan klasifikasi tingkat peningkatan kemampuan peserta didik berdasarkan nilai normalized gain (g) yang diperoleh dari perbandingan skor pretest dan posttest. Peningkatan kemampuan dikategorikan ke dalam tiga tingkat, yaitu kategori tinggi apabila nilai g lebih besar dari 0,7, kategori sedang apabila nilai g berada pada rentang $0,3 \leq g \leq 0,7$, serta kategori rendah apabila nilai g kurang dari 0,3. Klasifikasi ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai besarnya perubahan kemampuan siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Oleh karena itu, tabel tersebut digunakan sebagai acuan utama dalam menafsirkan efektivitas suatu model atau perlakuan pembelajaran terhadap peningkatan hasil belajar maupun kemampuan yang diukur dalam penelitian.

Hasil

Hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kreatif pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol disertakan dalam analisis data deskriptif. Nilai rata-rata dan simpangan baku kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Data Nilai Pretest Kemampuan Berpikir Kreatif

Kelas	<i>N</i>	Kontrol	Eksperimen
Nilai Min		29	28
Nilai Maks		60	65
Rata-Rata	30	39,99	40,10
Standar		8,02	8,90
Deviasi			

Tabel 3 menunjukkan data nilai pretest kemampuan berpikir kreatif siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen yang relatif sebanding, di mana kelas kontrol memiliki nilai paling rendah yaitu 29, dan yang tertinggi 60 dengan rata-rata 39, serta standar deviasi 8,02, sedangkan kelas eksperimen memiliki nilai minimum 28 dan maksimum 65 dengan rata-rata 40,10 serta standar deviasi 8,90, sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal berpikir kreatif kedua kelas berada pada tingkat yang hampir sama sebelum diberikan perlakuan.

Tabel 4. Data Nilai Posttest Kemampuan Berpikir Kreatif

Kelas	<i>N</i>	Kontrol	Eksperimen
Nilai Min		35	45
Nilai Maks		80	90
Rata-Rata	30	60,66	71,40
Standar		8,40	8,91
Deviasi			

Tabel 4 menunjukkan bahwa skor rata-rata pretest kelas eksperimen adalah 40,10, sedangkan kelas kontrol adalah 39,99. Tabel 4 juga menunjukkan bahwa skor rata-rata posttest

kelas eksperimen adalah 71,40, sedangkan kelas kontrol adalah 60,66. Uji t digunakan untuk menilai data dari pretest dan posttest. Uji prasyarat harus dilakukan pada data pretest dan posttest sebelum pengujian hipotesis. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data berdistribusi normal. Tabel 5 menampilkan temuan uji Shapiro-Wilk untuk normalitas data berdasarkan kelas kontrol dan eksperimen.

Tabel 5. Uji Normalitas Pretest dan Posttest Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif	Kelas	sig	Kesimpulan
Pretest	Kontrol	0,782	Normal
	Eksperimen	0,745	Normal
Posttest	Kontrol	0,303	Normal
	Eksperimen	0,081	Normal

Syarat data dikatakan berdistribusi normal adalah jika nilai sig $\geq$ dengan nilai ($\alpha = 0,05$). Berdasarkan Tabel 5 hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi pretest dan posttest pada kedua kelas $\geq 0,05$ sehingga data penelitian pada semua kelas berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas data kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan uji levene yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Homogenitas Pretest dan Posttest Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif	sig	Kesimpulan
Pretest	0,649	Homogen
Posttest	0,103	Homogen

Berdasarkan kriteria uji homogenitas, sampel dinyatakan berasal dari populasi yang homogen apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih dari 0,05, dan dinyatakan tidak homogen apabila nilai signifikansi (Sig.) kurang dari atau sama dengan 0,05. Hasil uji homogenitas yang disajikan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada uji Levene untuk data pretest dan posttest adalah 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang sama atau bersifat homogen pada kedua kelompok. Selanjutnya, untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kapasitas awal berpikir kreatif siswa, dilakukan uji t. Hasil perhitungan uji t tersebut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji t Pretest Kemampuan Berpikir Kreatif

Kelas	Sig (2 tailed)
Pretest	0,792

Analisis statistik dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22.0 untuk menentukan nilai signifikansi. Berdasarkan hasil uji t yang disajikan pada Tabel 7, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,792, yang lebih besar dari 0,05 ($0,792 > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam kapasitas awal berpikir kreatif, sehingga kedua kelompok memiliki kemampuan berpikir kreatif yang relatif sama sebelum perlakuan diberikan.

Setelah penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dengan pendekatan STEM, siswa diberikan posttest untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif. Instrumen posttest terdiri atas enam pertanyaan yang sama dengan soal pada pretest dan diberikan kepada kedua kelompok sampel. Selanjutnya, hasil posttest dianalisis menggunakan uji t sebagaimana disajikan pada Tabel 8. Pengujian hipotesis dilakukan setelah data memenuhi prasyarat analisis, yaitu berdistribusi normal dan homogen. Berdasarkan hasil perhitungan, data posttest dinyatakan berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen, sehingga layak untuk dilakukan uji t. Adapun hasil analisis uji t tersebut disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji *t* Posttest Kemampuan Berpikir Kreatif

Kelas	Sig (2 tailed)
Pretest	0,002

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,002, $p = 0,002$ atau $p < 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kreatif siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Nilai posttest yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pretest mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan berpikir kreatif setelah penerapan pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kapasitas berpikir kreatif siswa, sehingga pendekatan pembelajaran kolaboratif ini memberikan dampak positif terhadap perkembangan kemampuan berpikir kreatif.

Pembahasan

Keterampilan berpikir kreatif peserta didik dalam penelitian ini diukur berdasarkan hasil nilai tes keterampilan awal (pretest) dan nilai tes keterampilan akhir (*posttest*). Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan instrumen tes yang dirancang sesuai dengan aspek keterampilan berpikir kreatif yang mencakup *fluency*, *flexibility*, *originality*, *elaboration*. Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif yang digunakan telah melalui evaluasi oleh para ahli dan diuji coba untuk memastikan kelayakannya, termasuk validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesulitan.

Fluency merujuk pada keterampilan siswa dalam menghasilkan banyak ide atau solusi secara cepat ketika dihadapkan pada suatu masalah (Nur et al., 2021). Hasil pretest pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata nilai yang lebih tinggi yakni 70,89 dibandingkan kelas kontrol yaitu 64,00. Setelah dilakukan perlakuan terhadap kelas eksperimen, hasil rata-rata nilai posttest naik menjadi 97,11 sedangkan pada kelas kontrol mengalami kenaikan menjadi 88,89. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan menghasilkan ide secara cepat lebih dipengaruhi oleh latihan rutin, sehingga baik pembelajaran STEM-PjBL maupun konvensional memberikan dampak serupa pada indikator ini.

Flexibility adalah keterampilan siswa untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang dan menghasilkan ide yang beragam. Hasil pretest pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata nilai yang lebih rendah yakni 38,89 dibandingkan dengan kelas kontrol yang lebih tinggi yaitu 47,78. Setelah dilakukan perlakuan terhadap kelas eksperimen, hasil rata-rata nilai posttest naik menjadi 88,89 dibandingkan dengan kelas kontrol yang lebih rendah yakni 87,78. Hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun model STEM-PjBL mendorong eksplorasi pendekatan berbeda, peningkatan fleksibilitas tidak jauh berbeda dengan metode konvensional dengan selisih nilai posttest hanya 1,11, hal ini berpotensi disebabkan karena fleksibilitas memerlukan waktu lebih lama untuk berkembang.

Originality mengukur keterampilan siswa dalam menciptakan solusi yang unik dan tidak biasa. Hasil pretest pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata nilai yang lebih rendah yakni 28,17 dibandingkan dengan kelas kontrol yang lebih tinggi yaitu 31,67. Setelah dilakukan perlakuan terhadap kelas eksperimen, hasil rata-rata nilai posttest naik menjadi 70,83 sebaliknya pada kelas kontrol lebih rendah yakni 64,17. Efek yang diberikan pembelajaran STEM-PjBL yang berbasis proyek, efektif dalam merangsang kreativitas siswa untuk menghasilkan ide orisinal, terutama dalam konteks pada materi momentum dan impuls yang memerlukan inovasi praktis.

Elaboration adalah keterampilan yang berkaitan dengan analisis kritis terhadap kelayakan ide atau solusi yang diusulkan. Hasil pretest pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata nilai yang lebih unggul sedikit yakni 25,50 dibandingkan kelas kontrol yaitu 24,83. Setelah dilakukan perlakuan terhadap kelas eksperimen, hasil rata-rata nilai posttest naik menjadi 45,00 sedangkan pada kelas kontrol naik menjadi 33,00. Jika dilihat dari rata-rata skor kedua kelas masih dalam kategori yang rendah, namun rata-rata nilai mengalami peningkatan walaupun tidak signifikan seperti ketiga indikator lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran STEM-PjBL, yang melibatkan perencanaan dan penyusunan langkah-langkah proyek, secara efektif melatih peserta didik untuk mengorganisasi ide secara terstruktur.

Pembelajaran yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan sintaks PjBL yang terintegrasi pada STEM. Pada pembelajaran pertemuan pertama dan kedua, topik materi yang diajarkan adalah mengenai momentum dan impuls. Sintaks pertama adalah pertanyaan mendasar, sebelum diberi pertanyaan mendasar guru memberikan sebuah tayangan video yang memperlihatkan tentang peluncuran roket NASA. Pertanyaan yang diajukan guru setelah tayangan video tersebut adalah : "Menurut kamu, bagaimana prinsip perubahan momentum pada gas yang dibuang dapat menghasilkan gaya dorong yang cukup untuk mengangkat roket yang sangat berat?" Setelah pemberian pertanyaan siswa menjawab dengan jawaban dan pendapat yang berbeda. "Siswa pertama menjawab bahwa kuncinya ada di Hukum III Newton dalam bentuk momentum terdapat aksi dan reaksi, gaya reaksi inilah yang kita sebut gaya dorong. Jadi, semakin cepat gas dibuang dan semakin besar massa gasnya, semakin besar pula gaya yang mengangkat roket." Kemudian siswa kedua menjawab, " menurut saya prinsip peluncuran roket sama seperti kita main skateboard lalu melempar bola basket yang sangat berat ke depan badan kita pasti terdorong ke belakang, kan? Nah, roket itu seperti orang di atas skateboard, dan gas buangnya adalah 'bola' yang dilempar. Karena roket melempar gas dalam jumlah ton ke bawah setiap detiknya, otomatis roketnya dapat dorongan kuat ke atas." Siswa yang lain menyatakan "roket itu semakin lama semakin ringan karena bahan bakarnya habis dibakar dan dibuang.

Jadi, dengan gaya dorong yang tetap atau bahkan meningkat, percepatan roket justru akan semakin besar karena massanya terus berkurang. Itu sebabnya roket bisa menembus atmosfer bumi". Berdasarkan pertanyaan mendasar yang diberikan oleh guru dalam hal ini integrasi STEM terdapat pada aspek *science* yang terjadi ketika guru memberikan stimulus dengan memberikan pertanyaan setelah tayangan video youtube. Guru memberikan pertanyaan mengenai konsep sains yang dijawab dengan logika dan pendapat dari setiap murid. Sintaks ini memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif pada indikator *flexibility* dimana siswa memberikan berbagai jawaban berdasarkan pandangan dan pendapat dari berbagai sisi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh peneliti, pemberian masalah di awal memberikan kebebasan berpikir yang mendukung kemampuan analisis inovatif yang secara efektif memicu rasa ingin tahu yang menjadi dasar kemampuan berpikir kreatif (Wafa et al, 2025). Sintaks kedua yaitu mendesain perencanaan proyek, dalam perencanaan proyek guru memberikan kepercayaan kepada setiap kelompok untuk mendiskusikan bagaimana desain proyek yang akan mereka buat. Pada tahap ini masing-masing kelompok siswa berdiskusi dan melakukan research mengenai desain yang akan mereka buat, baik dari buku maupun dari sumber internet. Integrasi STEM dalam tahap ini terdapat pada indikator *engineering*, yang dimana setiap kelompok memikirkan sebuah ide atau cara untuk merealisasikan nya ke dalam bentuk proyek.

Tahap ini memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif siswa pada indikator *originality* dimana siswa didorong untuk membuat sebuah ide proyek sederhana. Penelitian yang dilakukan oleh

peneliti yang menjelaskan bahwa pada tahap desain ini, aspek keunikan pada setiap individu muncul saat siswa dituntut menciptakan sesuatu yang baru (Wafa et al, 2025). Pernyataan tersebut didukung oleh peneliti yang menekankan bahwa aspek teknik (*engineering*) melatih siswa bekerja secara sistematis untuk mewujudkan ide orisinal tersebut menjadi solusi nyata (Karmila et al, 2022).

Sintaks ketiga yaitu menyusun jadwal pelaksanaan, dalam penyusunan jadwal kegiatan proyek, guru memberikan tenggat waktu penyelesaian selama dua pertemuan terhitung sejak tugas telah diberikan. Siswa diminta untuk mengatur waktu pembuatan agar dapat selesai tepat waktu, dimana siswa akan diminta untuk menjelaskan secara rinci jadwal pembuatan proyek dari awal hingga penyelesaian proyek. Integrasi STEM dalam tahap ini terjadi pada aspek *engineering*, dimana siswa diminta membuat cara bagaimana menyelesaikan proyek dengan waktu yang efisien dan efektif. Tahap ini yang terintegrasi STEM terjadi pada aspek *engineering*, dimana siswa diminta untuk mengatur bagaimana penyelesaian proyek dengan jangka waktu yang sudah disepakati. Siswa harus berdiskusi bagaimana manajemen waktu dalam penyelesaian proyek.

Sintaks ini memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif siswa pada indikator elaboration dimana siswa diminta untuk menjelaskan secara rinci tahapan yang akan mereka lakukan dalam menyelesaikan proyek dari awal hingga akhir. Penelitian yang dilakukan peneliti yang menyatakan bahwa manajemen waktu dalam membuat desain yang baik adalah kunci pengembangan solusi yang terdefinisi (Karmila et al, 2022). Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan, bahwa perencanaan yang matang dalam STEM membantu siswa memahami struktur masalah secara lebih mendalam sebelum masuk ke tahap eksekusi (Putra et al, 2023).

Sintaks keempat yaitu memonitor keaktifan siswa dan perkembangan proyek, dalam langkah monitoring ini, guru meninjau progres perkembangan proyek yang telah dilakukan, serta bertanya kepada siswa di masing-masing kelompok mengenai cara mereka menyelesaikan proyek dan siapa saja yang tidak berkontribusi. Disini guru juga ikut membantu siswa jika memiliki pertanyaan. Siswa dalam tahap ini juga berusaha untuk menyelesaikan proyek agar dapat diujicobakan, disini siswa juga didorong untuk mengikuti jadwal dan langkah yang sudah mereka susun sebelumnya. Tahap ini yang terintegrasi STEM terjadi pada aspek *engineering*, dimana siswa diminta untuk dapat mengikuti panduan yang telah mereka rancang sendiri untuk menyelesaikan proyek. Sintaks ini memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif siswa pada indikator fluency dimana siswa banyak menggunakan gagasan yang telah mereka susun untuk mengerjakan proyek agar selaras dengan desain yang sudah ditetapkan sekaligus tahapan yang telah direncanakan, sehingga siswa harus lancar dalam mengikuti rencana yang telah mereka susun. Pada penelitian juga menyatakan bahwa aspek proses dalam pembuatan produk sangat krusial dalam mengembangkan keterampilan motorik dan kreativitas teknis siswa (Ramadhani et al, 2025).

Sintaks kelima yaitu menguji hasil, pada tahap ini siswa menguji proyek yang telah dibuat, pada tahap pengujian siswa menggunakan alat bantu air pump digital yang dimana siswa tidak perlu memompa angin menggunakan alat konvensional melainkan dengan bantuan alat siswa hanya menekan tombol maka angin dapat keluar dan siswa juga mengetahui berapa tekanan angin yang keluar dalam alat tersebut. Hal ini memudahkan siswa dalam perhitungan tekanan angin yang diperlukan untuk meluncurkan roket agar dapat terbang dan sejauh mana. Integrasi STEM pada tahap ini terdapat pada *technology* dan *mathematics* yaitu terjadi dalam pengujian hasil proyek yang sudah mereka lakukan menggunakan alat modern sehingga memudahkan mereka dalam melakukan menguji proyek mereka.

Siswa beserta kelompoknya juga melakukan pengukuran dan perhitungan terkait uji hasil yang mereka lakukan. Sintaks ini memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif siswa pada indikator fluency dimana ketika siswa melakukan pengujian mereka dapat menjelaskan alasan bagaimana hal itu bisa terjadi dan pada indikator flexibility terjadi ketika siswa dapat memberikan jawaban yang tepat atas pertanyaan yang diberikan oleh guru ataupun kelompok lain saat pengujian proyek sedang dijalankan. Penelitian yang dilakukan menyatakan bahwa integrasi matematika memungkinkan siswa melakukan evaluasi objektif terhadap produk mereka, sehingga mereka dapat mencari alternatif jawaban jika hasil uji coba belum sesuai (Firdaus et al, 2018).

Sintaks keenam siswa melakukan evaluasi dengan menilai dan merefleksikan tindakan serta hasil dari proyek yang telah diselesaikan. Selama proses pembelajaran dan pengerjaan proyek, siswa diberi kesempatan untuk mengekspresikan gagasan, pengalaman, serta pemahaman yang diperoleh. Pada tahap ini, kelas juga dapat kembali mengeksplorasi isu-isu yang telah diangkat pada awal pembelajaran, kemudian mendiskusikannya secara bersama untuk mencapai kesepakatan atau konsensus mengenai konsep dan pengalaman belajar yang telah diperoleh. Integrasi STEM dalam tahap ini terjadi pada indikator *science* dimana terjadi diskusi pengalaman tentang proyek yang telah mereka lakukan. Siswa yang belum mengerti bagaimana konsep roket air dapat meluncur dengan bantuan tekanan angin juga dapat melakukan evaluasi agar lebih paham.

Tahap ini memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif siswa pada indikator elaborasi dimana siswa dapat menjelaskan kembali konsep proyek secara detail, pada indikator fluency siswa dapat menjawab dengan lancar pertanyaan dari guru maupun dari teman yang masih belum paham. Peneliti juga menyatakan bahwa penilaian terhadap produk akhir memberikan gambaran utuh tentang sejauh mana kreativitas siswa telah berkembang selama mengikuti seluruh tahapan PjBL-STEM (Fajri et al, 2025). Setelah rangkaian kegiatan belajar berakhir, keterampilan berpikir kreatif siswa diukur kembali melalui instrumen posttest. Data ini berfungsi sebagai tolak ukur untuk membandingkan hasil antara kelompok yang menerapkan STEM-PjBL dengan kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran tatap muka dan praktikum di akhir sesi. Fokus utama dari tes ini adalah untuk memverifikasi ada tidaknya peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian, terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, yang menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbasis STEM memberikan dampak terhadap kemampuan berpikir orisinal siswa. Penerapan model PjBL-STEM pada materi momentum dan impuls menghasilkan nilai rata-rata dalam kategori cukup baik. Hasil uji t juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa dipengaruhi secara signifikan oleh penerapan model PjBL. Selain itu, peningkatan kemampuan berpikir kreatif yang diukur melalui skor N-gain antara pretest dan posttest di kelas eksperimen mencapai 0,65 dan berada dalam kategori tinggi. Penelitian ini berimplikasi pada penguatan penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM sebagai strategi pembelajaran fisika yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, khususnya pada materi momentum dan impuls. Guru dapat memanfaatkan pembelajaran berbasis proyek untuk mendorong siswa mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pemecahan masalah kontekstual. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain cakupan sampel yang terbatas pada satu sekolah sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, waktu pelaksanaan proyek yang relatif singkat dan keterbatasan sarana pendukung STEM berpotensi memengaruhi optimalisasi hasil pembelajaran.

Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengkaji lebih banyak sumber relevan yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kreatif siswa serta mengoptimalkan alokasi waktu selama proses pembelajaran dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan yang telah diidentifikasi. Selain itu, penting bagi peneliti maupun pendidik untuk memastikan bahwa siswa memahami setiap tahapan kegiatan pembelajaran melalui pemberian penjelasan yang komprehensif dalam penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM. Penelitian lanjutan mengenai implementasi PjBL-STEM juga perlu dilakukan secara lebih mendalam agar akademisi dapat menentukan secara tepat jenis proyek berbasis teknologi yang sesuai untuk dikerjakan siswa dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran secara optimal.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Aulia, N. (2023). Penerapan model project based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa di sekolah dasar. *Jurnal Riset Madrasah Ibtidaiyah (JURMIA)*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.32665/jurmia.v3i1.338>
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2023). Pengaruh model pembelajaran project-based learning (PjBL) terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada pembelajaran biologi: Literature review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 49-60. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v3i1.550>
- Diana, H. A., & Saputri, V. (2021). Model Project Based Learning Terintegrasi Steam terhadap Kecerdasan Emosional dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Berbasis Soal Numerasi. *Numeracy*, 8(2), 113-127. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v8i2.1609>
- Fajri, S., Hasratuddin, Kusmawan, U., & Siregar, S. (2025). Peningkatan Kemampuan Penyelesaian Masalah dan Berpikir Kritis melalui Model PjBL Berbasis Pendekatan STEM di SMP Chandra Kumala. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 640–650. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.658>
- Firdaus, H. M., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2018). Analisis kemampuan berpikir kreatif dan proses pengembangan kemampuan berpikir kreatif siswa SMP pada pembelajaran Biologi. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(1), 21-28. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i1.11452>
- Hikmah, M. S., Sugiman, S., dan Munahefi, D. N. (2024). Penerapan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis dan Pemecahan Masalah. *Prosiding Seminar Nasional Matematika* (944-950).
- 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>
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202-207. <https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.809>

- Maulana, M. (2020). Penerapan model project based learning berbasis STEM pada pembelajaran fisika siapkan kemandirian belajar peserta didik. *Jurnal Teknodik*, 39-50. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v0i2.678>
- Mukhlis, M., Hiqmatunnisaq, N., & Barisah, B. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif. *Lantanida Journal*, 11(1), 96-106. <https://doi.org/10.22373/lj.v11i1.15679>
- Nahdiah, A., & Handayani, S. L. (2021). Pengaruh model project based learning berbantuan google meet terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2377-2383. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1228>
- Noviyana, H. (2017). Pengaruh model project based learning terhadap kemampuan berpikir kreatif matematika siswa. *JURNAL e-DuMath*, 3(2). <https://doi.org/10.52657/je.v3i2.455>
- Nur, N. M., Lubis, H. A., Amalia, A., Sitepu, S. B., & Wandini, R. R. (2021). Analisis kemampuan berpikir kreatif pada pembelajaran matematika dengan menerapkan model drill. *Edu Society: Jurnal Pendidikan, Ilmu Sosial Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3), 369-378. <https://doi.org/10.56832/edu.v1i3.142>
- Putra, N., Asrizal, A., & Usmeldi, U. (2023). Meta-analisis pengaruh stem pada pembelajaran fisika terhadap pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kreatif siswa. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 12(3), 228-239. <https://doi.org/10.20961/inkui.v12i3.79314>
- Putri, Y. A., & Zulyusri, Z. (2022). Meta-analisis pengaruh model project based learning terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran biologi. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 4(2), 84-94. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v4i2.11891>
- Ramadhani, S., Afza, A., & Susanti, D. (2025). Pengembangan Modul Berbasis STEM Pada Materi Ekosistem Untuk Peserta Didik Fase E Tingkat SMA Sederajat. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 446-455. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.898>
- Safriana, S., Ginting, F. W., & Khairina, K. (2022). Pengaruh model project based learning berbasis steam terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi alat-alat optik di sma. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(1), 127-136. <https://doi.org/10.30601/dedikasi.v6i1.2315>
- Saputri, M., dan Syukri, M. (2022). Analysis of momentum and impulse on students' creative thinking skill through project based learning integrated STEM (science, technology, engineering, mathematics). In *Journal of Physics: Conference Series* 2193 (1), 012-066. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012066>
- Sari, R. T. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning dengan Media Video Animasi Powtoon terhadap Hasil Belajar Matematika Materi SPLDV Pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 3 Nganjuk Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Dharma Pendidikan*, 16(2), 59-68. <https://doi.org/10.69866/dp.v16i2.179>
- Tamara, A., Setiawan, I., dan Sutarno, S. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Science Technology Engineering and Mathematic (STEM) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Fluida Dinamis. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 2(2), 54-61. <https://doi.org/10.33369/diksains.2.2.54-61>

Wafa, A. S., Abdurrahmat, A. S., Nana, N., Hernawati, D., & Badriah, L. (2025). Profil Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 5(1), 46-53.
<https://doi.org/10.51878/edutech.v5i1.4522>