Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika
ISSN 26158132 (cetak)
ISSN 26157667 (online)

PENGARUH PENERAPAN MODEL PJBL DENGAN PENDEKATAN STEM TERHADAP PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA PADA MATERI BANGUN RUANG SISI LENGKUNG DI SMP

Nurwati Djam'an[1], Nur Amaliah[2], Fajar Arwadi[3]
Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Makassar[1,2,3]
Email: nurwati_djaman@unm.ac.id[1], namaliah45@gmail.com[2], fajar.arwadi@unm.ac.id[3]

Coressponding Author: Nurwati Djam'an. Email: nurwati_djaman@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas penerapan model Project Based Learning (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung. Metode yang digunakan adalah pre-experimental design dengan desain one group pretest-posttest, melibatkan 33 siswa kelas IX.7 di SMP Negeri 1 Pinrang. Data dikumpulkan melalui tes kemampuan berpikir kreatif matematis. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah diterapkan model PjBL-STEM, dengan rata-rata skor meningkat dari 40,58 menjadi 83,23 dan nilai N-Gain rata-rata sebesar 0,71. Sebanyak 60,61% siswa mencapai kategori sangat kreatif dan 39,39% dalam kategori kreatif. Hasil uji paired sample t-test menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest ($p < 0,05$). Dengan demikian, integrasi model PjBL dengan pendekatan STEM terbukti efektif dalam meningkatkan kreativitas matematis siswa melalui aktivitas pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual, kolaboratif, dan bermakna.

Kata Kunci: ***Project Based Learning*, STEM, berpikir kreatif, Matematika, Bangun Ruang Sisi Lengkung.**

Abstract. This study aims to examine the effectiveness of implementing the Project-Based Learning (PjBL) model with a STEM approach in enhancing students' mathematical creative thinking skills on the topic of curved-surface solids. The method used is a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest design, involving 33 students from Class IX.7 at SMP Negeri 1 Pinrang. Data were collected through creative thinking ability tests. The results showed a significant improvement in students' mathematical creative thinking abilities after the application of the PjBL-STEM model, with the average score increasing from 40.58 to 83.23 and an average N-Gain score of 0.71. A total of 60.61% of students reached the "very creative" category, while 39.39% were in the "creative" category. The paired sample t-test revealed a significant difference between pretest and posttest scores ($p < 0.05$). Thus, the integration of the PjBL model with the STEM approach proved to be effective in improving students' mathematical creativity through contextual, collaborative, and meaningful project-based learning.

Keywords: ***Project-Based Learning, STEM, Creative Thinking, Mathematics, Curved-Surface Solids.***

A. Pendahuluan

Perkembangan dunia di abad ke-21 ditandai dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (IPTEK) dalam semua aspek kehidupan. Dalam menghadapi kemajuan di abad ke-21, termasuk dalam era *society* 5.0 diperlukan pendidikan yang tepat untuk membentuk generasi yang kreatif, inovatif, dan kompetitif (Fadhilah, 2022). Hal ini sebagaimana dinyatakan oleh *National Education Association* dalam Yasifa (2023) jika siswa ingin bersaing di era global maka mereka harus memiliki kemampuan berkomunikasi (*communication*), berkolaborasi (*collaboration*), berpikir kritis (*critical thinking*) dan kreativitas atau lebih dikenal dengan 4C.

Pembelajaran Abad ke-21 merupakan pembelajaran yang dirancang untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi tuntutan dan tantangan di era modern. Mu'minah

CC BY SA

(2020) mengidentifikasi tiga fokus utama dalam pembelajaran abad ke-21, yaitu: (1) keterampilan belajar dan berinovasi yang mencakup cara berpikir dan cara bekerja secara kreatif dan kolaboratif; (2) penguasaan informasi, media, dan teknologi yang berkaitan dengan pemanfaatan alat dan sumber daya digital dalam proses pembelajaran dan pekerjaan; dan (3) keterampilan hidup dan berkarir yang mencakup kemampuan adaptasi dan pengembangan diri untuk menghadapi perubahan dalam kehidupan. Sejalan dengan itu, Djam'an dkk. (2021, 2023) menegaskan bahwa berpikir kreatif merupakan bagian esensial dari keterampilan abad ke-21 yang harus dikembangkan melalui pendekatan pembelajaran inovatif, seperti *project-based learning* berbasis literasi matematika, yang tidak hanya membangun pemahaman konseptual tetapi juga meningkatkan fleksibilitas, keluwesan, dan kebaruan berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah kontekstual. Oleh karena itu, keterampilan berpikir seperti berpikir kreatif, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan menjadi sangat penting untuk dikuasai oleh peserta didik dalam rangka menghadapi kompleksitas dunia modern.

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang memiliki peran penting dalam pengembangan kemampuan berpikir siswa, termasuk berpikir kreatif (Saidah dkk, 2020). Berpikir kreatif adalah kemampuan individu untuk berpikir secara berkelanjutan dan menghasilkan sesuatu yang inovatif dari ide atau gagasan yang ada dalam pikirannya (Hanany & Sumaji, 2021). Kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki oleh siswa dalam pembelajaran. Kemampuan ini memungkinkan siswa untuk menemukan berbagai solusi dari suatu masalah dan melihat hubungan antara konsep-konsep yang berbeda.

Berdasarkan hasil riset *Programme for International Student Assessment* (PISA), tingkat kreativitas di Indonesia masih tergolong rendah, yang menunjukkan perlunya penguatan dalam pengembangan keterampilan berpikir kreatif di lingkungan pendidikan, yakni pada kompetisi matematika dan sains internasional tahun 2015 kemampuan berpikir kreatif siswa berada di peringkat 63 dari 72 negara yang mengikuti kompetisi (Handayani dkk, 2018). Dari pernyataan tersebut, diketahui bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah model pembelajaran yang kurang efektif (Hidayat & Sutanto, 2020). Banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam mengembangkan kreativitas matematis mereka. Menurut Taufek (2023), hal ini disebabkan oleh pembelajaran kurang berpusat pada siswa dan kurang memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi ide serta menemukan solusi inovatif dalam menyelesaikan permasalahan matematika.

Berdasarkan hasil observasi awal di SMP Negeri 1 Pinrang, ditemukan bahwa proses pembelajaran yang selama ini diterapkan masih bersifat konvensional. Guru lebih banyak menggunakan model pembelajaran langsung dan pemberian latihan soal, sementara keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran cenderung pasif. Hal ini membuat siswa kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Siswa cenderung hanya menghafal materi tanpa memahami bagaimana ilmu tersebut dapat digunakan untuk memecahkan masalah sehari-hari atau menghasilkan solusi yang inovatif. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengubah model serta pendekatan pembelajaran agar lebih mendorong siswa berpikir kreatif matematis.

Pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematis menuntut penerapan model pembelajaran yang inovatif dan berorientasi pada pemecahan masalah. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif dalam konteks ini adalah *Project Based Learning* (PjBL), yaitu model pembelajaran berpusat pada siswa yang dimulai dari permasalahan nyata, dilanjutkan dengan proses investigasi, dan menghasilkan produk proyek yang bermakna untuk membangun kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan siswa (Mokanbu, 2022). Sejumlah studi sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Chaniago dan Dafit (2024) serta Ramadhan dan Hindun (2023), menunjukkan bahwa penerapan PjBL berkontribusi positif terhadap

peningkatan kemampuan pemecahan masalah, keterampilan berpikir tingkat tinggi, kolaborasi, serta pemahaman dan kreativitas peserta didik. PjBL memberikan ruang bagi siswa untuk secara aktif mengonstruksi pengetahuan melalui eksplorasi terhadap masalah otentik serta pelibatan dalam serangkaian tugas yang dirancang secara sistematis dan bermakna (Serin, 2019).

Selain model PjBL, pendekatan STEM merupakan sebuah inovasi pembelajaran yang melibatkan keaktifan siswa. Pendekatan STEM (*science, technology, engineering, and mathematics)* semakin populer dan dianggap mampu memberikan pengalaman belajar yang menyeluruh dan kontekstual (Putri & Pratama, 2021). Pendekatan STEM berperan dalam membentuk sumber daya manusia yang mampu berpikir secara kritis, kreatif, inovatif, serta terampil berkomunikasi dan berkolaborasi (Susanti, 2020). STEM memiliki dampak dalam meningkatkan pemahaman yang menyeluruh dan mendalam tentang bidang-bidang dasar ini. Dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika, siswa mendapatkan pendekatan multidisiplin yang mencerminkan hubungan antar mata pelajaran tersebut dalam konteks dunia nyata (Suranti & Wahyuningsih, 2024). Khususnya dalam pembelajaran matematika, pendekatan ini sangat berguna untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak melalui aplikasi nyata dan teknologi yang digunakan sehari-hari.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa baik PjBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Penelitian Fitriyah dan Ramadani (2021) menjelaskan bahwa STEM PjBL secara bersama-sama dapat menjadikan inovasi pembelajaran yang bisa memunculkan ide-ide dan solusi kreatif dan kritis, sehingga lebih mudah dalam memecahkan suatu permasalahan. Anindayati (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa perpaduan antara pendekatan STEM dengan Model PjBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penerapan Model PjBL dengan pendekatan STEM terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode penelitian *pre-experiment design*. Desain Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini *one group pretest-posttest design.* Penelitian ini menggunakan satu kelas kelompok eksperimen sebagai partisipan/subjek dengan tujuan utama melihat pengaruh penerapan model dengan pendekatan terhadap variabel yang diukur. *Pretest* digunakan untuk mengetahui tingkat berpikir kreatif matematis siswa sebelum diberikan perlakuan. Sedangkan *postest* digunakan untuk mengetahui tingkat berpikir kreatif matematis siswa setelah diberikan perlakuan. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas IX SMP Negeri 1 Pinrang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cluster random sampling*. Kelas yang terpilih menjadi sampel penelitian ini adalah kelas IX.7 dari sepuluh kelas IX yang homogen sebagai kelas eksperimen. Adapun pengambilan data dilakukan dengan menggunakan soal tes kemampuan berpikir kreatif matematis pada materi bangun ruang sisi lengkung. Selanjutnya untuk teknik analisis data menggunakan teknik analisis statistik deskriptif dan inferensial menggunakan uji *paired sample t-test*.

Dalam penelitian ini, indikator berpikir kreatif matematis yang digunakan terdiri dari *fluency, flexibility, originality,* dan *elaboration.* Untuk analisis penilaian setelah penskoran sebagai berikut:

$$Nilai = \frac{SDS}{SM} x\ 100\%$$

Keterangan:

$\boldsymbol{SDP}$ = Skor yang Diperoleh Siswa

CC BY SA

SM = Skor Maksimal

Adapun kategori skor keterampilan berpikir kreatif matematis pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa

Rentang Total Skor (%)	Kategori Berpikir Kreatif
81 – 100	Sangat Kreatif
61 – 80	Kreatif
41 – 60	Cukup Kreatif
21 – 40	Kurang Kreatif
0 – 20	Tidak Kreatif

Sumber: Qamariyah & Subekti (2021)

Untuk mengetahui peningkatan pembelajaran dengan menggunakan model PjBL dengan pendekatan STEM peneliti menggunakan gain ternormalisasi. Berikut adalah rumus gain ternormalisasi:

$$< g > = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Keterangan:
<g> = Nilai uji normalitas gain
S_{post} = Skor *posttest*
S_{pre} = Skor *pretest*
S_{max} = Skor *maximum*

Hasil perhitungan diinterpretasikan dengan menggunakan indeks N-Gain $< g >$ menurut Hake (1998) pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria N-Gain

Indeks N-Gain	Interpretasi
g > 0,70	Tinggi
0,30 < g ≤ 0,70	Sedang
g ≤ 0,30	Rendah

Uji Hipotesis

Uji hipotesis dimaksudkan untuk menjawab hipotesis penelitian yang telah diajukan. Uji hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah uji *paired sample t-test* dengan bantuan aplikasi SPSS. Adapun hipotesis yang diajukan yaitu sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung di SMP.

$$H_0: \mu_d \leq 0$$

H_1 : Terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung di SMP.

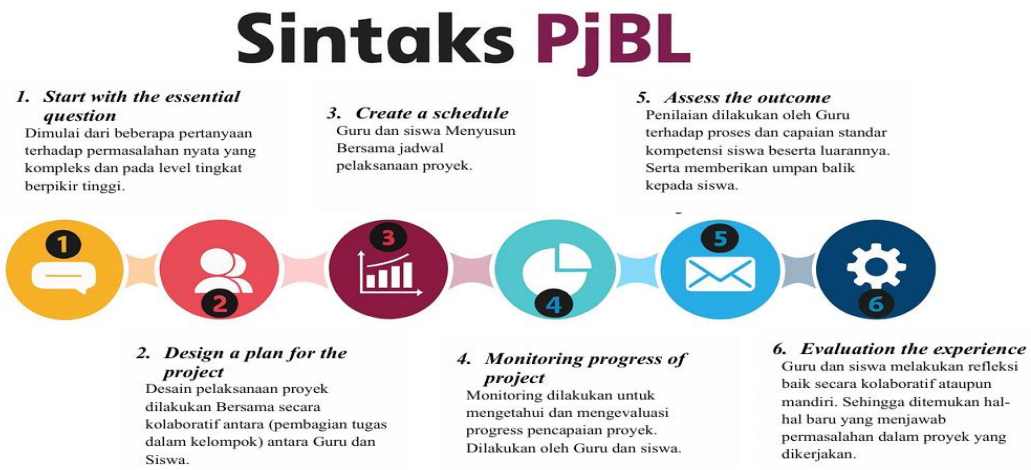
$$\boldsymbol{H_1: \mu_d > 0}$$

Dengan kriteria pengujian pada nilai signifikansi $\propto = 0{,}05$. Jika nilai signifikansi $\leq 0{,}05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Namun, jika nilai signifikansi $> 0{,}05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

CC BY SA

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Penelitian ini dilandaskan pada sintaks model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM, yang merupakan model pembelajaran inovatif berbasis proyek nyata dan menekankan keterlibatan aktif peserta didik secara mandiri maupun kolaboratif. PjBL terdiri atas enam tahapan utama, yaitu: merumuskan pertanyaan mendasar, menyusun perencanaan proyek, menyusun jadwal pelaksanaan, memantau kemajuan proyek, menilai hasil proyek, dan melakukan evaluasi serta refleksi pembelajaran, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sintaks *Project Based Learning* (PjBL)

Selama enam pertemuan, siswa terlibat dalam proses pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika melalui topik bangun ruang sisi lengkung (kerucut, tabung, dan bola). Gambar 2 menggambarkan bagaimana siswa aktif dalam proses pembelajaran dari tahap *start with the essential question*, *design a plan for the project*, *create a schedule, monitoring progress of project, assess the outcome*, hingga *evaluation the experience*, dengan mengerjakan LKPD secara kolaboratif. Pada setiap pertemuan, siswa diajak untuk mengeksplorasi konsep matematis melalui pengamatan fenomena nyata dan penggunaan teknologi seperti video dan slide presentasi, yang selanjutnya mereka aplikasikan dalam penyelesaian masalah dan diskusi kelompok.

Gambar 2. Kegiatan Pembelajaran PjbL-STEM pada Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung

CC BY SA

Memasuki pertemuan keempat hingga keenam, siswa mulai merancang dan membangun proyek berupa *pop-up book* tiga dimensi yang mengintegrasikan ketiga bangun ruang tersebut. Kegiatan ini menuntut siswa untuk menerapkan pemahaman matematis mereka dalam bentuk konkret melalui perhitungan luas, volume, dan proporsi. Gambar 3 menampilkan proses kreatif siswa dalam merancang, mengevaluasi, dan mempresentasikan proyek mereka secara sistematis. Penerapan tahapan PjBL seperti perencanaan proyek, pembagian peran, dan diskusi terbimbing menciptakan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi dan mengekspresikan ide secara inovatif, memperkuat kolaborasi dan keterampilan komunikasi matematis.

Gambar 3. Presentasi Pop-Up Book 3D Siswa dalam Proyek PjBL-STEM

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbasis STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa, baik dalam memahami konsep abstrak maupun mengaplikasikannya secara nyata. Aktivitas menyeluruh dari pembuatan proyek *pop-up book* hingga presentasi akhir memperlihatkan adanya integrasi aspek STEM secara utuh dalam proses pembelajaran. Siswa tidak hanya ditantang untuk menyelesaikan soal, tetapi juga menciptakan solusi, merancang media, dan menyampaikan gagasan secara reflektif. Dengan demikian, pendekatan ini terbukti efektif dalam membangun pemahaman konseptual, keterampilan pemecahan masalah, serta menumbuhkan daya cipta dan inovasi siswa dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan data hasil test yang telah dilakukan pada kelas IX.7 berjumlah 33 orang yang menerima pembelajaran menggunakan model PjBL dengan pendekatan STEM, data hasil *pretest* kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kemudian diolah dengan menggunakan SPSS statistic 24 untuk menentukan hasil statistik deskriptif *posttest*. Diperoleh hasil data yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest Siswa

Statistik	*Pretest*	*Posttest*
Ukuran Sampel	33	33
Mean	40,58	83,23
Median	40,22	84,79
Modus	34,79	85,87
Range	48,91	29,34
Nilai Minimum	16,30	70,65
Nilai Maksimum	65,21	100
Standar Deviasi	13,92	8,51
Variance	194,03	72,51

CC BY SA

Pengelompokan nilai *pretest* dan *posttest* siswa dalam penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM terbagi dalam lima kategori dan diperoleh distribusi frekuensi seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi dan Presentasi Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa

No	Interval	*Pretest*		*Posttest*		Kategori
		Frekuensi	%	Frekuensi	%	
1	81-100	-	-	20	60,61%	Sangat Kreatif
2	61-80	2	6,07 %	13	39,39%	Kreatif
3	41-60	14	42,42 %	-	-	Cukup kreatif
4	21-40	14	42,42 %	-	-	Kurang Kreatif
5	0-20	3	9,09 %	-	-	Tidak Kreatif
	Jumlah	33	100 %	33	100%	

Berdasarkan Tabel 4, terdapat peningkatan dalam kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM. Pada pemberian *pretest* siswa 9,09% atau 2 siswa masih berada pada kategori tidak kreatif dengan skor (0-20). Sebagian siswa mendapat 42,42% atau 14 siswa termasuk dalam kategori kurang kreatif (21-40) dan cukup kreatif (41-60), sementara hanya 6,07% atau 2 siswa yang mencapai kategori cukup kreatif berada pada (61-80). Tidak ada satupun siswa yang mampu mencapai kategori sangat kreatif (80-100) sebelum perlakuan. Setelah mengikuti pembelajaran model PjBL dengan pendekatan STEM, terjadi peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hasil *posttest* menunjukkan bahwa tidak ada lagi siswa yang berada pada kategori tidak kreatif, kurang kreatif, maupun cukup kreatif. Sebanyak 39,39% atau 13 siswa berhasil mencapai kategori kreatif dan 60,61% atau 20 siswa masuk dalam kategori sangat kreatif. Perubahan ini menunjukkan bahwa seluruh siswa 100% mengalami peningkatan.

Selanjutnya data *pretest* dan *posttest* dihitung menggunakan rumus *normalized gain*. Tujuannya adalah adalah untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kelas IX SMP Negeri 1 Pinrang setelah diterapkan model PjBL dengan pendekatan STEM pada pembelajaran matematika materi bangun ruang sisi lengkung. Hasil pengolahan data yang telah dilakukan secara lengkap dapat dilihat pada lembar lampiran, selanjutnya analisis deskriptif terhadap N-Gain kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Statistik N-Gain Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa

Statistik	Nilai Statistik
Jumlah Sampel	33
Skor Ideal	1,00
Mean	0.71
Median	0,69
Skor Maksimum	1,00
Skor Minimun	0,47
Range	0,53
Varians	0,18
Standar Deviasi	0,13

CC BY SA

Selanjutnya data peningkatan N-Gain kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah diterapkan model PjBL dengan pendekatan STEM. Dari data yang diperoleh, nilai normalisasi gain dapat dikategorikan berdasarkan kriteria pada Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Frekuensi dan Persentase Nilai N-Gain

No	Indeks N-Gain	Kategori	Model PjBL dengan Pendekatan STEM	
			Frekuensi	Persen
1	$g \leq 0{,}30$	Rendah	-	-
2	$0{,}30 < g < 0{,}70$	Sedang	17	51,52%
3	$g > 0{,}70$	Tinggi	16	48,48%

Berdasarkan Tabel 6, penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis N-Gain, di mana sebanyak 48,48% siswa berada pada kategori peningkatan tinggi, dan 51,52% lainnya berada pada kategori sedang, serta tidak terdapat siswa yang berada pada kategori rendah. Artinya, seluruh siswa mengalami peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis setelah mengikuti pembelajaran berbasis proyek dengan integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika, yang memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi, berinovasi, dan memecahkan masalah secara aktif dan bermakna.

Pengujian hipotesis dilakukan Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah nilai rata-rata hasil belajar siswa (*pretest* dan *posttest*) bertistribusi normal dengan menggunakan aplikasi SPSS. Pada penelitian ini digunakan uji Shapiro-Wilk dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05. Adapun kriteria pengujian (berdasarkan probabilitas):

Jika Nilai Signifikansi $\geq 0{,}05$ maka sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
Jika Nilai Signifikansi $< 0{,}05$ maka sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Hasil untuk uji normalitas *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas Pretest dan Posttest

	Statistik	df	Sig.
Pretest	0,967	33	0,403
Posttest	0,951	33	0,141

Tabel 7 menunjukkan hasil uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk terhadap data *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Nilai signifikansi (Sig.) untuk *pretest* sebesar 0,403 dan *posttest* sebesar 0,141, yang keduanya lebih besar dari taraf signifikansi α = 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal. Dengan demikian, asumsi normalitas terpenuhi sehingga dapat dilanjutkan ke uji hipotesis menggunakan paired sample t-test.

$$H_0 : \mu_d \leq 0 \text{ melawan } \mu_d : \mu > 0$$

Keterangan:μ_d= rata-rata nilai kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Kriteria dalam pengambilan keputusan pada uji ini sebagai berikut:

Dengan kriteria pengujian pada nilai signifikansi $\alpha = 0{,}05$. Jika nilai signifikansi $\leq 0{,}05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Namun, jika nilai signifikansi $> 0{,}05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Adapun hasil dari uji hipotesis terhadap data *pretest* dan *posttest* terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

CC BY SA

Tabel 8. Hasil Uji Paired Sample t-Test

Paired Samples Test	t	df	Sig. (2-tailed)
Pretest – Posttest	-17,963	32	.000

Berdasarkan Tabel 7, hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai t hitung = -17,963 dengan derajat kebebasan df = 32 dan nilai signifikansi Sig.(2-tailed) = 0,000. Karena nilai signifikansi 0,000 < α = 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*.

Dengan demikian, penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hasil ini memperkuat temuan bahwa pendekatan pembelajaran yang bersifat aktif, kontekstual, dan kolaboratif mampu mendorong pengembangan kemampuan berpikir kreatif dalam menyelesaikan masalah matematika.

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, terlihat peningkatan dalam kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM. Data *pretest* menunjukkan nilai rata-rata kemampuan awal siswa sebesar 40,58 dengan standar deviasi 13,92. Nilai minimum 16,30 dan maksimum 65,21 dengan *range* 48,91 menunjukkan adanya bahwa kemampuan awal siswa masih tergolong rendah dengan perbedaan kemampuan yang cukup besar antar siswa. Setelah diterapkannya model PjBL dengan pendekatan STEM pada proses pembelajaran, hasil *posttest* menunjukkan peningkatan. Nilai rata-rata kemampuan berpikir kreatif matematis meningkat menjadi 83,23 dengan standar deviasi yang lebih rendah yaitu 8,51. Penurunan standar deviasi ini mengindikasikan bahwa pencapaian siswa menjadi lebih merata setelah penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM. Nilai minimum yang awalnya 16,30 meningkat menjadi 70,65, sementara nilai maksimum mencapai skor 100. *Range* nilai yang awalnya 48,91 berkurang menjadi 29,34. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan kemampuan antar siswa semakin mengecil. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa model PjBL dengan pendekatan STEM terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Ferdiansyah dkk (2025) yang menyatakan bahwa peningkatan ini dapat dikaitkan dengan penekanan model pada tugas berbasis proyek yang menantang, yang merangsang keterlibatan kreatif dengan konsep-konsep matematis.

Pada hasil analisis inferensial diperoleh bahwa hasil tes kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PjBL dengan pendekatan STEM diuji menggunakan uji *paired sample t-test* untuk melihat pengaruh sebelum dan sesudah diterapkannya model PjBL dengan pendekatan STEM. Dari hasil uji *paired sample t-test* diperoleh nilai signifikansi yaitu $0{,}000 < 0{,}05$ yang artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh sebelum dan setelah diterapkannya model PjBL dengan pendekatan STEM terhadap peningkatan berpikir kreatif matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung kelas IX di SMP Negeri 1 Pinrang.

Integrasi antara model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM telah terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran yang autentik, di mana mereka menghadapi permasalahan kontekstual dari kehidupan sehari-hari dan menerapkan konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terpadu (Anindayati & Wahyudi, 2020). Melalui eksplorasi proyek, siswa tidak hanya mengembangkan pemahaman konseptual, tetapi juga dituntut untuk menghasilkan solusi inovatif dan kritis terhadap permasalahan yang dihadapi, sebagaimana ditegaskan oleh Fitriyah dan Ramadani (2021). Penelitian Sambali (2025) juga menunjukkan bahwa PjBL berbasis STEM menciptakan lingkungan belajar yang bermakna dengan mendorong eksplorasi, kolaborasi, dan refleksi mendalam terhadap konsep yang dipelajari. Temuan ini diperkuat oleh studi internasional,

seperti yang dilaporkan oleh Siew dkk (2015), bahwa PjBL-STEM mendorong keterlibatan aktif siswa dalam merancang solusi kreatif berbasis sains. Begitu pula dengan penelitian oleh Chang (2015), yang menekankan bahwa model ini meningkatkan motivasi dan kemampuan berpikir tingkat tinggi karena siswa memiliki otonomi dan tanggung jawab dalam mengelola proses belajarnya. Selain itu, studi oleh Thibaut et al. (2018) menunjukkan bahwa pendekatan integratif semacam ini meningkatkan kemampuan kolaboratif dan literasi STEM secara simultan. Dengan demikian, model PjBL dengan pendekatan STEM tidak hanya memperkuat pemahaman konsep matematika, tetapi juga memfasilitasi pembentukan keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas, berpikir kritis, dan kemampuan berinovasi dalam konteks nyata.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis deskriptif dan inferensial, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kelas IX SMP Negeri 1 Pinrang pada materi bangun ruang sisi lengkung. Hal ini dibuktikan oleh peningkatan nilai rata-rata dari pretest ke posttest, peningkatan skor N-Gain dengan kategori sedang hingga tinggi, serta hasil uji *paired sample t-test* yang menunjukkan perbedaan signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan. Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM mendorong kreativitas matematis siswa dalam mengaitkan konsep matematis dengan kehidupan nyata, serta memberikan ruang untuk eksplorasi, kolaborasi, dan ekspresi ide secara inovatif. Dengan demikian, model ini efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas dan kompetensi abad ke-21 siswa dalam konteks pendidikan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

Anindayati, A. T., & Wahyudi, W. (2020). Kajian pendekatan pembelajaran STEM dengan model PjBL dalam mengasah kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA, 5*(2), 217–225. http://dx.doi.org/10.31604/eksakta.v5i2.217-225

Chang, Y.-L., & Wu, H.-H. (2015). A case study of increasing vocational high school teachers' practices in designing interdisciplinary use of scientific inquiry in curriculum design. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(1), 37–51. https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1104a

Chaniago, Y., & Dafit, F. (2024). Pengaruh model pembelajaran Project Base Learning (PjBL) terhadap motivasi serta hasil belajar Bahasa Indonesia siswa kelas V sekolah dasar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan, 13*(2), 1435–1444. https://doi.org/10.58230/27454312.610

Djam'an, N., Bernard, B., & Sahid. (2021). Developing students' creativity in building city mathematics through project based learning. *Journal of Physics: Conference Series, 1899*(1), 012147. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1899/1/012147

Djam'an, N., Asrawati, N., Sappaile, B. I., & Sidjara, S. (2023). Development of a model of creative thinking based on mathematical literacy. *World Transactions on Engineering and Technology Education, 21*(4), 273–279.

Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Inspiratif Pendidikan, 10*(1), 209–226.

Fadhilah, A. N. (2022). Pembelajaran biologi berbasis STEAM di era Society 5.0. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi, 2*(1), 182–190.

Ferdiansyah, F., Noer, S. H., & Widyastuti, W. (2025). Enhancing secondary students' mathematical creative thinking through STEM project-based learning. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika, 10*(1), 47–66. https://doi.org/10.22236

Hanany, F., & Sumaji, S. (2021). Berfikir kreatif dalam matematika. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya, 5*(2), 77–83. https://doi.org/10.24269/silogisme.v5i2.2888

Handayani, U. F., Sa'dijah, C., & Susanto, H. (2018). Analisis kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SMP dalam menyelesaikan soal adopsi 'PISA'. *Jurnal Math Educator Nusantara, 4*(2), 143–156. https://doi.org/10.29407/jmen.v4i2.12109

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Hidayat, R., & Sutanto, H. (2020). Pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika, 11*(1), 22–33.

Mu'minah, I. H. (2020). Implementasi STEAM (science, technology, engineering, art and mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *Bio Educatio, 5*(1), 65–73. https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105

Mokambu, F. (2022, January). Pengaruh model Project Based Learning terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran IPA di kelas V SDN 4 Talaga Jaya. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar* (pp. 56–62). https://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/PSNPD/article/view/1051

Putri, L., & Pratama, R. (2021). Pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika: Studi kasus di SMP Negeri. *Jurnal Inovasi Pendidikan, 7*(3), 145–158.

Qomariyah, D. N., & Subekti, H. (2021). Analisis kemampuan berpikir kreatif: Studi eksplorasi siswa di SMPN 62 Surabaya. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains, 9*(2), 242–246.

Ramadhan, E. H., & Hindun, H. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek untuk membantu siswa berpikir kreatif. *Protasis: Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pengajarannya, 2*(2), 43–54. https://doi.org/10.55606/protasis.v2i2.98

Saidah, I., Dwijanto, D., & Iwan, J. (2020). Kemampuan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran matematika. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana, 3*(1), 1042–1045.

Sambali, H. S., Darsikin, D., Haeruddin, H., Nurjannah, N., Ratnaningtyas, D. I., & Ilmianih, R. (2025). Pengaruh model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online), 13*(1), 71–78. https://doi.org/10.22487/jpft.v13i1.4278

Serin, H. (2019). Project based learning in mathematics context. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies, 5*(3), 232–236. https://doi.org/10.23918/ijsses.v5i3p232

Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service teachers towards a STEM project-based learning approach to teaching science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11*(3), 577–588. https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1304a

Suranti, N. M. Y., & Wahyuningsih, B. Y. (2024). Project Based Learning dengan pendekatan STEM pada pendidikan sekolah dasar. *Indonesian Journal of Elementary and Childhood Education, 5*(3), 98–104. https://www.journal.publication-center.com/index.php/ijece/article/view/1586

Susanti, E., & Haris, K. (2020). Desain pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *Jurnal Aksioma, 11*(1), 37–52. https://doi.org/10.26877/aks.v11i1.5292

Taufek, M. (2023). Pengaruh model Project Based Learning terhadap kemampuan berpikir kreatif matematika di sekolah dasar. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah, 2*(2), 426–430. https://doi.org/10.55681/sentri.v2i2.522

Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education, 71*, 190–205. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0742051X17310235

Yasifa, A., Hasibuan, N. H., Siregar, P. A., Zakiyah, S., & Anas, N. (2023). Implementasi pembelajaran STEM pada materi ekosistem terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Journal on Education, 5*(4), 11385–11396. https://jonedu.org/index.php/joe/article/view/2081

CC BY SA