

PENGARUH PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS DAN *AFFECTIVE MATHEMATICS ENGAGEMENT*

Sri Rahayuningsih^{1*}, Nurasrawati², Rahmat Kamaruddin³

^{1*,3}STKIP Andi Matappa, Pangkajene, Indonesia

²STKIP YPUP, Makassar, Indonesia

*Corresponding author. Toddopuli 2 stapak 1 No. 19, Makassar, Indonesia

E-mail: sriahayuningsih@stkip-andi-matappa.ac.id^{1*)}

asra.math@stkip.ypup.ac.id²⁾

rahmat@stkip-andi-matappa.ac.id³⁾

Received 13 September 2022; Received in revised form 12 December 2022; Accepted 18 December 2022

Abstrak

Saat ini, zaman telah memasuki fase di mana Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) merupakan disiplin ilmu dasar. Matematika merupakan pusat dari berbagai profesi, tetapi dianggap sulit dan banyak siswa tidak menyukainya, bahkan mereka menutup keinginan untuk berkarir pada bidang sains, teknik, dan teknologi. Untuk menghadapi tantangan di era STEAM dibutuhkan *affective mathematics engagement* (AME) dan kemampuan berpikir kreatif matematis. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis 1) Pengaruh PjBL terhadap *affective mathematics engagement* (AME) siswa; 2) Pengaruh PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu (*Quasy Eksperimen*) dengan populasi siswa SMA yang ada di kota Makassar (n=245; Laki-laki= 170; Perempuan = 75). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *random sampling* sehingga ditetapkan sampel dalam penelitian ini adalah 70 orang (n= 70; laki-laki = 35; perempuan = 35). Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Terdapat pengaruh penerapan PjBL terhadap *Affective Mathematics Engagement* (AME) siswa. Hal tersebut diketahui dari nilai rata-rata *Affective Mathematics Engagement* (AME) siswa dimana pada kelas yang diterapkan PjBL berada pada kategori baik sedangkan pada kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional berada pada kategori cukup. (2) Terdapat pengaruh penerapan PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hal tersebut diketahui dari selisih nilai rata-rata kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu sebesar 4,903.

Kata kunci: *Affective Mathematics Engagement*; Kemampuan berpikir kreatif matematis; PjBL; STEAM

Abstract

Age has entered a phase where Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) are basic disciplines. Mathematics is at the center of many professions, but it is considered difficult and many students dislike it, even closing their desire for a career in science, engineering, and technology. To face the challenges in the STEAM era, *affective mathematics engagement* (AME) and mathematical creative thinking skills are needed. The purpose of this study was to analyze 1) the effect of PjBL learning on students' *affective mathematics engagement* (AME); 2) The effect of PjBL on students' mathematical creative thinking abilities. This type of research is a quasi-experimental (*Quasy Experiment*) with a population of high school students in the city of Makassar (n = 245; male = 170; female = 75). Sampling was done using random sampling technique so that the sample in this study was determined to be 70 people (n = 70; male = 35; female = 35). The results showed that (1) There was an effect of implementing PjBL on students' *Affective Mathematics Engagement* (AME). This is known from the average score of *Affective Mathematics Engagement* (AME) of students where the class that is implemented by PjBL is in the good category, while the class that applies conventional learning is in the sufficient category. (2) There is an effect of PjBL application on students' mathematical creative thinking ability. It is known from the difference in the average value of the experimental class and the control class that is equal to 4.903.

Keywords: *Affective Mathematics Engagement*; Mathematical creative thinking ability; PjBL; STEAM



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

PENDAHULUAN

Saat ini, zaman telah memasuki fase di mana Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) merupakan disiplin ilmu dasar. Matematika merupakan pusat dari berbagai profesi, tetapi dianggap sulit dan banyak siswa tidak menyukainya, bahkan mereka menutup keinginan untuk berkarir pada bidang sains, teknik, dan teknologi (Li et al., 2019). Baru-baru ini, *The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, 2019)* melaporkan bahwa siswa yang berusia 15 tahun tidak mencapai tingkat kompetensi matematika minimum. Sistem pendidikan di seluruh dunia telah berusaha untuk meminimalisir kesenjangan antara tuntutan masyarakat saat ini dan pelatihan akademis.

Dalam konteks kehidupan nyata seperti dunia kerja, pendidikan berbasis STEM menuntut pengetahuan dan keterampilan yang melampaui empat disiplin ilmu. Seseorang tidak hanya perlu menguasai konten dari berbagai disiplin ilmu tetapi juga harus memiliki keterampilan memecahkan masalah yang tidak jelas (*ill-defined problems*) melalui penalaran, yang melibatkan menafsirkan situasi nyata, membuat asumsi, merancang strategi, dan memverifikasi solusi (OECD, 2019). Saat ini, terdapat sejumlah alternatif pembelajaran yang mampu meningkatkan pemecahan masalah (Maass et al., 2019). Alternatif pembelajaran yang cocok diterapkan yaitu implementasi pembelajaran berbasis proyek atau *project based learning* (PjBL) (Diego-Mantecón et al., 2021). Beberapa penulis sebelumnya telah menekankan keefektifan PjBL untuk diterapkan pada pendidikan STEAM (Colucci-Gray et al., 2019 & Herro & Quigley, 2017). Meskipun peneliti sebelumnya telah membuktikan keefektifan PjBL

diterapkan pada pendidikan STEM, namun, hasil evaluasi pembelajaran tidak memberikan kesimpulan yang jelas, khususnya dalam menilai kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dan *affective mathematics engagement (AME)*. Penelitian sebelumnya mengungkap bahwa penerapan PjBL hanya efektif dalam pembelajaran secara umum misalnya ilmu terapan sains dan teknologi. Banyak penulis, terutama dari bidang pendidikan matematika, masih meragukan keefektifan penerapan PjBL terutama dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dan *affective mathematics engagement (AME)* (Diego-Mantecón et al., 2022; Godino et al., 2015; Lasa et al., 2020).

Kemampuan berpikir kreatif tak kalah pentingnya dengan STEAM. Seseorang dituntut untuk memiliki kemampuan berpikir kreatif karena pergeseran dan perkembangan teknologi yang cepat (Collins, 2018). Teknologi mengubah cara manusia berpikir, bekerja, hidup, bermain, dan berkreasi lebih cepat dari sebelumnya. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika minat terhadap pendidikan STEAM muncul bersamaan dengan kreativitas sebagai hal yang penting bagi pendidikan kontemporer (Mishra & Mehta, 2017). Saat membahas berpikir kreatif dalam bidang matematika, peneliti sebelumnya hanya melihatnya dari skala kecil saja (Bicer et al., 2020), yaitu berpikir kreatif dari segi wawasan bermakna yang dialami oleh siswa saat mempelajari konsep baru (Muzaini et al., 2021). Jenis kemampuan berpikir kreatif yang akan dikaji dalam penelitian ini fokus pada interpretasi yang bermakna dari pengalaman, tindakan, dan peristiwa yang dimiliki siswa dalam menyelesaikan masalah matematika (Levenson, 2013 & Runco,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

1996). Efek positif dari beberapa intervensi instruksional (misalnya, pengajuan masalah, masalah terbuka, tugas multi-solusi) telah terbukti mendorong kreativitas matematika siswa (Bicer et al., 2020; Leikin & Elgrably, 2020; Leikin, 2014). Indikator untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif dalam penelitian ini, akan merujuk pada indikator berpikir kreatif yang dikemukakan oleh Rahayuningsih (2022) yaitu *cognitive novelty*, *cognitive variety* dan *cognitive framing*.

Selain keterlibatan ranah kognitif, keterlibatan ranah afektif juga sangat diperlukan melalui penerapan *PjBL* dalam pendidikan STEAM. Kwon et al., (2021) mengungkapkan bahwa pendekatan STEM *project-based learning*, merupakan salah satu strategi yang efektif dalam meningkatkan keterlibatan ranah afektif siswa. Lebih lanjut Headrick et al., (2020) dan Özcan & Eren Gümüş (2019) memperjelas bahwa pentingnya meningkatkan keterlibatan ranah afektif siswa ditingkat SMP dalam menerapkan STEAM karena keterlibatan afektif siswa berfungsi sebagai prasyarat yang diperlukan dalam mempersiapkan diri menuju pendidikan STEAM pada jenjang sekolah menengah atas. Pada proses belajar mengajar matematika, proses paradigma pembelajaran telah berubah dari yang fokus matematika menjadi berbasis pembelajaran yang berorientasi pada STEM (English, 2015), karena semakin banyak sekolah berfokus pada STEM dan mengadopsi strategi pembelajaran STEM (Bicer et al., 2015 & Honey et al., 2014), penting untuk memahami bagaimana strategi ini mempengaruhi keterlibatan afektif matematika (*affective mathematics engagement*) yang biasa disingkat dengan *AME*. Dari pemaparan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk

menganalisis pengaruh pembelajaran *PjBL* terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis dan *affective mathematics engagement* siswa. Eksplorasi tersebut dapat memberikan wawasan yang mempengaruhi konten dan pendekatan pembelajaran yang digunakan di kelas matematika ke depannya karena penekanan pada pendidikan STEM. Adapun pertanyaan penelitian dalam penelitian ini, yaitu:

1. Apakah ada pengaruh penerapan *PjBL* terhadap *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa.
2. Apakah ada pengaruh penerapan *PjBL* terhadap berpikir kreatif matematis siswa.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu (*Quasy eksperiment*). Eksperimen semu memiliki kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (Cook et al., 2002). Dalam penelitian ini desain yang digunakan adalah desain *nonequivalent control group design*. Berikut disajikan desain penelitian pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain penelitian

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

Sumber : (Cook et al., 2002)

Keterangan :

- O₁ : *Pretest* kelas eksperimen
O₂ : *Posttest* kelas eksperimen
X : Perlakuan menggunakan *PjBL*
- : Perlakuan menggunakan model pembelajaran konvensional
O₃ : *Pretest* kelas eksperimen
O₄ : *Posttest* kelas eksperimen

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa dari 7 Sekolah Menengah Atas yang ada di kota Makassar yang semuanya berjumlah 245 siswa yang terdiri dari 170 siswa laki-laki dan 75 siswa perempuan. Pertimbangan pemilihan populasi penelitian adalah sekolah yang menerapkan pembelajaran konvensional, memiliki siswa berkemampuan heterogen, budaya yang heterogen, dan strata ekonomi dan sosial yang heterogen. Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tertentu (Cook et al., 2002). Pengambilan sampel dilakukan dengan

menggunakan teknik *random sampling* sehingga ditetapkan sampel dalam penelitian ini adalah 70 orang ($n=70$; laki-laki = 35; perempuan = 35).

Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini adalah: angket *affective mathematics engagement (AME)*, *open-ended problem-solving tests (OEPST)*, lembar observasi (LO). *AME* dikembangkan oleh peneliti dan diterjemahkan dalam bahasa Indonesia sebelum dilakukan validasi oleh pakar. Hasil dari instrument *AME* yang sudah divalidasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Angket *affective mathematics engagement (AME)*

No	Pernyataan
1	Saya selalu memastikan bahwa semua pekerjaan saya harus selesai dengan baik
2	Yang paling penting bagi saya adalah mendapatkan jawaban atas masalah tersebut.
3	Saya selalu berusaha untuk mendapatkan jawaban atas masalah yang diberikan
4	Saya selalu mencoba untuk bekerja sama dengan anggota kelompok untuk mendapatkan jawaban dari masalah.
5	Saya ingin guru menganggap saya siswa yang baik.
6	Saya ingin selalu terlihat seperti sedang melakukan pekerjaan bahkan ketika saya tidak sedang bekerja.
7	Saya khawatir ketika mendapat masalah dengan guru.
8	Saya khawatir jika melakukan sesuatu yang akan membuat saya bermasalah dengan satu atau lebih siswa.
9	Saya selalu memperhatikan cara orang lain menanggapi saya.
10	Saya berharap orang lain tidak akan memperhatikan saya.
11	Saya lebih peduli tentang perasaan tenang daripada harus memecahkan masalah matematika.
12	Saya merasa lega ketika semua pekerjaan selesai.
13	Saya tidak akan membiarkan seseorang tidak menghormati saya
14	Saya berargumen dengan kuat untuk mendukung ide-ide saya.
15	Saya selalu berselisih paham dengan orang lain
16	Saya selalu mencatat materi yang baru tentang matematika setiap kali melakukan proyek
17	Ide-ide saya ditantang oleh orang lain.
18	Beberapa orang atau sekelompok orang kadang-kadang tidak menghormati saya.

Sumber : (Lee et al., 2019)

Angket yang diberikan dalam penelitian ini, berupa pernyataan untuk mengetahui keterlibatan ranah afektif siswa setelah diberikan perlakuan dengan penerapan model *PbL*. Sikap

ilmiah sebagai alat ukur yang terdiri dari 18 pernyataan, baik pernyataan positif maupun negatif. Penyusunan angket *AME* ini melalui pengembangan angket menurut penilaian (Lee et al.,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

2019) kemudian divalidasi oleh dua orang pakar, satu dari pakar psikologi dan satunya lagi dari pakar pendidikan matematika. Berdasarkan hasil penilaian oleh validator ahli diperoleh nilai rata-rata total $x = 4$ atau berada pada kategori "Valid".

Open-ended problem-solving tests (OEPST)

OEPST merupakan instrumen yang dikembangkan oleh Rahayuningsih et al., (2021). Menurut Rahayuningsih et al., (2022) konteks yang digunakan untuk melihat kreativitas matematika siswa adalah dengan menggunakan pemecahan masalah matematika *open ended* atau dengan kata lain instrument untuk mengukur kemampuan berpikir

matematis siswa dengan menggunakan lembar pemecahan masalah matematika *open ended*. Dalam konteks pemecahan masalah, Singer et al., (2013) menganggap bahwa seorang siswa memiliki kemampuan *cognitive flexibility* ketika mampu mengajukan penyelesaian masalah baru yang berbeda mulai dari strategi penyelesaian beragam, menghasilkan produk berupa penyelesaian yang belum pernah dijumpai sebelumnya, dan mampu mengubah kerangka berpikir sebelumnya. Indikator kemampuan berpikir kreatif matematis yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 3. Adapun tes yang digunakan berupa soal matematika dalam bentuk *open ended* yang terdiri dari 5 butir soal.

Tabel 3. Indikator kemampuan berpikir kreatif matematis

No	Indikator	Definisi Operasional
1	<i>Cognitive novelty</i>	<ul style="list-style-type: none"> Menemukan strategi lain yang tidak biasa dalam menyelesaikan masalah Memiliki cara berpikir yang lain dari yang
2	<i>Cognitive variety</i>	<ul style="list-style-type: none"> Merencanakan dan menggunakan berbagai strategi penyelesaian pada saat menghadapi masalah yang rumit serta kebuntuan. Mengganti strategi penyelesaian ketika yang dipilihnya mengalami kebuntuan dalam menyelesaikan masalah. Memikirkan macam-macam cara berbeda untuk menyelesaikan masalah. Memberikan cara menyelesaikan permasalahan dengan cara yang beragam.
3	<i>Cognitive framing</i>	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan langkah-langkah terperinci untuk mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah.

Sumber : (Rahayuningsih et al., 2022)

Lembar Observasi

Lembar observasi divalidasi oleh dua pakar pendidikan matematika. Berdasarkan hasil penilaian validator diperoleh nilai rata-rata total $x = 3,5$ atau berada pada kategori Valid.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa tes *open ended* dan angket yang diuraikan sebagai berikut:

Open-ended problem-solving tests (OEPST)

OEPST merupakan tes berupa soal yang diberikan kepada siswa untuk mendapatkan data yang kuantitatif guna mengetahui bagaimana kemampuan berpikir kreatif matematis siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan model *PjBL* pada materi geometri. Diberikan dua kali tes yaitu : *Pre Test* (tes sebelum dilakukan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

pembelajaran eksperimen) yakni tes yang diberikan kepada siswa sebelum dimulai kegiatan belajar-mengajar. *Pre test* ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki siswa sebelum penerapan *PjBL*. *Post test* (tes setelah dilakukan pembelajaran eksperimen). Tes yang diberikan kepada siswa setelah berlangsung proses pembelajaran. *Post test* ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah penerapan *PjBL*.

Angket Affective Mathematics Engagement (AME)

Memberikan angket kepada responden secara tertulis yang berkaitan dengan judul penelitian yang kemudian dijawab secara tertulis pula oleh responden. Kategori jawaban yang digunakan pada angket terdiri dari 5 yaitu, Sangat Setuju (SS) skor nilai 5, Setuju (S) skor nilai 4, Ragu-ragu skor nilai 3 (R), Tidak Setuju skor nilai 2 (TS), dan Sangat Tidak Setuju skor nilai 1 (STS)

Teknik Analisis Data

Statistik Deskriptif

Kriteria *affective mathematics engagement (AME)* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan, untuk pengkategorian kemampuan berpikir kreatif matematis siswa disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Kriteria *affective mathematics engagement (AME)*

No	Skor	Kategori
1	$80 < \text{skor} \leq 100$	Sangat Baik (SB)
2	$60 < \text{skor} \leq 80$	Baik (B)
3	$40 < \text{skor} \leq 60$	Cukup (C)
4	$20 < \text{skor} \leq 40$	Kurang (K)
5	$0 < \text{skor} \leq 20$	Sangat Kurang (SK)

Tabel 5. Kategori kemampuan berpikir kreatif

No	Skor	Kategori
1	$93 \leq \text{skor} \leq 100$	Sangat Baik (SB)
2	$84 \leq \text{skor} < 93$	Baik (B)
3	$75 \leq \text{skor} < 84$	Cukup (C)
4	$\text{skor} < 75$	Kurang (K)

Sumber: (Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, 2017)

Setelah mengetahui kemampuan berpikir kreatif siswa, kemudian peneliti mengelompokkan berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), jika skor rata-rata kemampuan berpikir kreatif matematis siswa ≥ 75 dikatakan tuntas (Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, 2017)

Statistik Inferensial

Jika data berdistribusi normal dan memiliki variansi yang homogen, maka pengujian hipotesis dilakukan dengan *T-Test* dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Cara menghitungnya dengan menggunakan uji *analysis of covariance* program *SPSS Statistics Base 22.0* kriteria pengujiaannya adalah jika *sig (2-tailed)* $\leq \alpha = 0,05$ maka *PjBL* berpengaruh terhadap *AME* dan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Sebaliknya jika *sig (2-tailed)* $> \alpha = 0,05$ maka *PjBL* tidak berpengaruh terhadap *AME* dan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Statistik Deskriptif

Distribusi Frekuensi AME

Jumlah butir instrumen *AME* terdiri dari 18 butir pernyataan dengan 5 alternatif jawaban. Skor yang diberikan adalah 5, 4, 3, 2, 1. Berdasarkan angket yang disebar pada 70 responden diperoleh jumlah skor tiap responden, selanjutnya disajikan distribusi frekuensi dan persentase *AME* pada Tabel 6.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

Tabel 6. Distribusi frekuensi dan persentase AME

No.	Skor AME (%)	PjBL		Pembelajaran langsung		Kategori
		Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)	
1	81-100	0	0	0	0	SB
2	61-80	27	77,14	18	51,43	B
3	41-60	7	20,00	17	48,57	C
4	21-40	1	2,86	0	0	K
5	0-20	0	0	0	0	SK
Jumlah		35	100	35	100	

Deskripsi skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa sebelum diberikan perlakuan (Pretest)

Untuk memberikan gambaran awal tentang kemampuan berpikir kreatif matematis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berikut disajikan statistik skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa sebelum diberikan perlakuan. Untuk kelas eksperimen diperoleh ukuran sampel 35; rata-rata 51, 43; nilai tengah

50; standar deviasi 11, 52; nilai terendah 30; nilai tertinggi 70. Sedangkan kelas kontrol diperoleh ukuran sampel 35; rata-rata 42,17; nilai tengah 40; standar deviasi 10,56; nilai terendah 23; nilai tertinggi 67. Apabila skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dikelompokkan ke dalam lima kelas interval skor, maka diperoleh skor kemampuan berpikir kreatif matematis sebelum diberi perlakuan pada Tabel 7.

Tabel 7. Skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa sebelum perlakuan (Pretest)

No	Interval	Eksperimen		Kontrol		Kategori kemampuan berpikir kreatif matematis
		Frekuensi	(%)	Frekuensi	(%)	
1	93-100	0	0	0	0	Sangat Baik
2	84-92	0	0	0	0	Baik
3	75-83	0	0	0	0	Cukup
4	<75	35	100	35	100	Kurang
Jumlah		35	100	35	100	

Berdasarkan Tabel 7, tidak ada siswa yang berada pada kategori kemampuan berpikir kreatif sangat baik, baik, cukup, dan sebanyak 35 siswa berada pada kategori kurang (kelas eksperimen). Hasil yang sama untuk kelas kontrol dan semua siswa berada pada kategori kurang.

Deskripsi kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah diberikan perlakuan (Posttest)

Untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif matematis siswa pada penerapan model PjBL dan model

pembelajaran langsung. Untuk kelas dengan penerapan PjBL diperoleh ukuran sampel 35; rata-rata 87,74; nilai tengah 87; standar deviasi 6,71; nilai terendah 77; nilai tertinggi 100. Sedangkan kelas dengan penerapan pembelajaran langsung diperoleh ukuran sampel 35; rata-rata 77,46; nilai tengah 77; standar deviasi 6,56; nilai terendah 67; nilai tertinggi 90. Selanjutnya disajikan skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah perlakuan pada Tabel 8.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

Tabel 8. Skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah perlakuan (*posttest*)

No	Interval	PjBL		Pembelajaran langsung		kemampuan berpikir kreatif matematis
		Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)	
1	93-100	9	25,71	0	0	Sangat Baik
2	84-92	14	40	5	14,29	Baik
3	75-83	12	34,29	17	48,57	Cukup
4	<75	0	0	13	37,14	Kurang
Jumlah		35	100	35	100	

Berdasarkan Tabel 8. dapat dilihat bahwa kelas dengan penerapan *PjBL* sebanyak 9 siswa berada pada kategori sangat baik, 14 siswa berada pada kategori baik, 12 siswa yang berada pada kategori cukup, dan tidak ada siswa yang berada pada kategori kurang. Sedangkan pada kelas dengan penerapan pembelajaran langsung tidak

ada siswa yang berada pada kategori sangat baik, 5 siswa berada pada kategori baik, 17 siswa yang berada pada kategori cukup, dan 13 siswa yang berada pada kategori kurang. Selanjutnya data hasil tes siswa berdasarkan kriteria ketuntasan belajar matematika dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Deskripsi ketuntasan belajar matematika

Interval skor	Kategori	PjBL		Pembelajaran langsung	
		Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)
≥75	Tidak Tuntas	0	0	13	37,14
<75	Tuntas	35	100	22	62,86
Jumlah		35	100	35	100,00

Dikatakan tuntas jika siswa memperoleh nilai paling sedikit 75. Semua siswa mencapai nilai ketuntasan dari hasil tes kemampuan berpikir kreatif matematis. Kesimpulannya bahwa setelah penerapan *PjBL*, siswa mampu memenuhi indikator ketuntasan yaitu ≥ 75 .

Pada penerapan pembelajaran langsung, 62,86% siswa mencapai nilai ketuntasan dari hasil tes kemampuan berpikir kreatif matematis, sedangkan 37,14% tidak mencapai nilai ketuntasan.

Analisis Statistik Inferensial

Hasil analisis statistik inferensial bertujuan menjawab hipotesis penelitian yang telah dirumuskan, sebelum melakukan analisis statistika inferensial terlebih dahulu dilakukan uji asumsi yaitu uji normalitas dan uji

homogenitas. Statistik uji yang digunakan dalam uji normalitas adalah *Kolmogorov-Smirnov*. Hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

H₀ : Data berdistribusi normal

H₁ : Data tidak berdistribusi normal

H₀ diterima jika P value > taraf signifikansi α (0,05)

Hasil perhitungan yang diperoleh untuk *AME* melalui *PjBL* syarat *P value* > α yaitu $0,095 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai angket kedua kelas baik kelas termasuk dalam kategori normal. Hasil perhitungan yang diperoleh untuk nilai *pretest* pada kelas *PjBL* yaitu $0.200 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *pretest* kedua kelas termasuk dalam kategori normal.

Hasil perhitungan yang diperoleh untuk *posttest* pada kelas dengan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

penerapan model *PjBL* yaitu $0.200 > 0,05$ dan hasil perhitungan yang diperoleh untuk nilai *posttest* pada kelas dengan penerapan model pembelajaran langsung yaitu $0.200 > 0,05$. Kriteria pengujiannya adalah data berdistribusi normal.

Uji homogenitas menggunakan uji *homogeneity of variance*. Pengujian homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah variansi kedua populasi homogen (sama). Adapun hipotesis yang diuji sebagai berikut:

H₀ : tidak ada perbedaan variansi diantara kedua kelompok

H₁ : ada perbedaan variansi diantara kedua kelompok

Kriteria Pengujian menerima H₀ apabila $P \text{ value} > \alpha$.

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh hasil perhitungan untuk skor *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa yaitu $0.608 > 0,05$. Jadi dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini memiliki variansi yang homogen. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh hasil perhitungan untuk skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yaitu $0.966 > 0,05$. Jadi dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini memiliki variansi yang homogen.

Setelah semua data sudah melalui uji prasyarat analisis, selanjutnya adalah pengujian hipotesis. Pengujian hipotesis dimaksudkan untuk menjawab hipotesis penelitian yang telah diajukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa *affective mathematics engagement (AME)* diperoleh nilai signifikan $0,001 < 0,05$. Maka disimpulkan bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima, artinya ada pengaruh penerapan *PjBL* terhadap *affective mathematics engagement (AME)* siswa.

Pengujian hipotesis dengan menggunakan uji *anacova (analysis of*

covariance) pada program SPSS, dengan kriteria signifikan $< 0,05$ maka H₀ ditolak. Hasil analisis menunjukkan bahwa uji hipotesis yang dilakukan pada skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh nilai signifikan $0,000 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima, karena nilai signifikan lebih kecil dari $0,05$. Adapun selisih nilai rata-rata kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu sebesar 4,903. Jadi, ada pengaruh penerapan *PjBL* terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Data aktivitas siswa ini diperoleh melalui instrument observasi aktivitas siswa yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung dengan penerapan *PjBL* terhadap skor kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Indikator aktivitas siswa terdiri dari dua puluh satu aspek observasi, observasi dilakukan berdasarkan petunjuk pada instrument pengamatan yang dilakukan pada setiap pertemuan. Data hasil pengamatan aktivitas siswa disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Deskripsi hasil persentase dan kriteria aktivitas siswa

Pertemuan	Persentase	Kriteria
I	64,09 %	Aktif
II	62,86 %	Aktif
III	65,03 %	Aktif
Rata-rata	64,03 %	Aktif

Berdasarkan data pada Tabel 10, tampak bahwa, aktivitas siswa untuk setiap pertemuan masuk kategori aktif.

Affective Mathematics Engagement (AME)

Berdasarkan hasil analisis data, pada kelas yang menerapkan *PjBL* menunjukkan bahwa *PjBL* berpengaruh terhadap *AME*, hal tersebut diketahui

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

dari hasil uji normalitas yang berdistribusi normal, uji homogenitas data dalam penelitian memiliki varians yang homogen, serta pengujian hipotesis diperoleh nilai yang signifikan. Adanya peningkatan *AME* siswa disebabkan karena adanya sikap antusias terhadap proyek yang diberikan, siswa cenderung suka dengan tantangan, proyek yang menarik menyebabkan minat belajar siswa yang meningkat secara signifikan. Pada penerapan *PjBL* titik awal pembelajaran berdasarkan masalah dalam kehidupan nyata lalu dari masalah ini siswa dirangsang untuk mempelajari masalah berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang telah mereka punya sebelumnya sehingga akan terbentuk pengetahuan dan pengalaman baru (Gao et al., 2020; Bogdan & García-Carmona, 2021; Zhao & Wang, 2022; Shin et al., 2021; Margot, n.d. 2019; Diego-Mantecon et al., 2021).

Berdasarkan indikator *AME*, kecenderungan siswa selama penerapan *PjBL*, siswa dapat menunjukkan perilaku positif seperti keinginan untuk mengkomunikasikan rasa bahagia terkait pembelajaran yang mereka lalui; keterlibatan konsentrasi yang terfokus untuk mencapai pemahaman matematika, pemecahan masalah, dan/atau mengalami ketertarikan terhadap matematika yang mereka pelajari; aktif membantu orang lain dengan berbagi ide atau pengetahuan matematika; dan minat untuk mengesankan orang lain bahwa mereka telah mengembangkan pengetahuan atau kemampuan matematika. Karakteristik model pembelajaran *PjBL* yang berpusat pada siswa dan memiliki penekanan pada kerja kolaboratif, mendorong lingkungan dan memfasilitasi diskusi dan pertukaran ide dan pengetahuan; Oleh karena itu,

melalui model pembelajaran *PjBL*, siswa memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan matematika dan nilai yang terkait dengan *AME*.

Keterlibatan ranah afektif siswa dari dulu dianggap sebagai faktor yang mempengaruhi kesuksesan pengalaman belajar, dan penerapan *PjBL* menurut teori merupakan strategi pembelajaran yang efektif dan inovatif yang memiliki potensi untuk meningkatkan *affective mathematics engagement* siswa (Barron et al., 1998); Honey et al., 2014; Ketelhut et al., 2010). Dalam penelitian ini, membandingkan dampak dari model *PjBL* dan pembelajaran konvensional terhadap *affective mathematics engagement*. Temuan penelitian ini mengungkapkan bahwa *PjBL* menunjukkan peningkatan *affective mathematics engagement* dibandingkan dengan penerapan pelajaran konvensional.

Kemampuan berpikir kreatif matematis

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menerapkan model *PjBL* menunjukkan adanya peningkatan dari hasil tes *Open-ended problem-solving tests (OEPST)*. Hal ini dapat dilihat dari analisis hasil tes siswa yang dapat dijelaskan bahwa nilai tes akhir meningkat dibandingkan dengan nilai tes awal. Pengaruh penerapan *PjBL* diukur berdasarkan selisih nilai *pretest* dan *posttest* dari masing-masing kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penerapan *PjBL* dilakukan secara kolaboratif yang justru merangsang kemampuan berpikir kreatif (Catarino et al., 2019) karena mampu mendorong siswa menghasilkan pendekatan dan strategi solusi yang berbeda terkait masalah yang diberikan (Estapa & Tank, 2017).

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa *PjBL* berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Siswa yang mendapatkan pengajaran dengan menggunakan model *PjBL* memiliki skor *OEPST* yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mendapat pengajaran konvensional. Penerapan model *PjBL* melibatkan siswa secara aktif dalam memahami konsep dan prinsip dari suatu materi karena karakteristik pembelajaran ini berupa pengajuan masalah kepada siswa. Masalah yang diberikan dapat melatih siswa dalam melakukan kebiasaan-kebiasaan memecahkan masalah yang akan berpengaruh kepada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan yang dimaksud misalnya membiasakan siswa untuk berpikir kreatif dengan mengeksplorasi dan mengemukakan ide-ide, serta mengidentifikasi pemecahan masalah yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan.

Meskipun terjadi peningkatan keterampilan berpikir kreatif matematis siswa secara signifikan, namun beberapa permasalahan selama penerapan model *PjBL* yang tidak bisa dihindari. Seperti sulitnya guru menyusun tema proyek yang mampu melibatkan keterampilan berpikir kreatif siswa karena hampir semua proyek tidak dikontekstualisasikan dalam kehidupan nyata. Potari et al., (2016) dan Quigley et al., (2020) mengungkapkan bahwa beberapa penelitian terkait penerapan *PjBL* secara umum masih belum berhasil diterapkan dikarenakan proyek hampir tidak dikontekstualisasikan dalam kehidupan nyata. Sebagian besar proposal yang dihasilkan siswa tidak memiliki arti, karena sulitnya diatur dalam konteks dunia nyata. Potari et al., (2016)

menyarankan bahwa kemampuan untuk mengatur konteks yang berkaitan dengan spesialisasi pendidik, menjadi lebih menantang pada konteks pembelajaran matematika dibanding pembelajaran sains. Para peneliti menunjukkan kesulitan serupa dalam memecahkan masalah yang tidak jelas; misalnya, aktivitas pemodelan biasanya memerlukan cara yang unik untuk mencapai solusi (Dogan, 2020) atau penerapan model melalui teknologi (Markula & Aksela, 2022). Kesulitan dalam memasukkan dimensi pembelajaran berbasis inkuiri juga telah diidentifikasi. Hasil penelitian Kang, (2022), mengungkap penelitian eksperimental yang melibatkan calon guru sekolah dasar, bahwa dua pertiga dari guru kesulitan mengintegrasikan dimensi penyelidikan akibatnya proposal yang mereka kerjakan tidak memiliki studi empiris untuk menganalisis variabel.

Karakteristik model *PjBL* selanjutnya yaitu berpusat pada masalah, berimplikasi pada pemecahan masalah dalam konteks otentik (Avsec & Savec, 2019; Margot, & Kettler, 2019). Pemberian masalah yang cenderung terbuka dan tidak jelas, mendorong jalur solusi kreatif (Aldig & Arseven, 2017) dan banyak jawaban (Schoevers et al., 2020). Pembelajaran berbasis proyek berusaha untuk mempromosikan proses seperti bertanya, membuat hipotesis, bereksperimen, dan memberi kesimpulan (Pedaste et al., 2015; Thibaut et al., 2018). Oleh sebab itu sangat cocok menerapkan *PjBL* dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa: (1) Terdapat pengaruh penerapan *PjBL* terhadap *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa. Hal tersebut diketahui dari nilai rata-rata *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa dimana pada kelas yang diterapkan *PjBL* berada pada kategori baik sedangkan pada kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional berada pada kategori cukup. (2) Terdapat pengaruh penerapan *PjBL* terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hal tersebut diketahui dari selisih nilai rata-rata kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu sebesar 4,903.

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa: (1) Terdapat pengaruh penerapan *PjBL* terhadap *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa. Hal tersebut diketahui dari nilai rata-rata *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa dimana pada kelas yang diterapkan *PjBL* berada pada kategori baik sedangkan pada kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional berada pada kategori cukup. (2) Terdapat pengaruh penerapan *PjBL* terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Hal tersebut diketahui dari selisih nilai rata-rata kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu sebesar 4,903.

Saran peneliti untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk lebih memperluas responden penelitian khususnya pada tingkat perguruan tinggi. Selanjutnya peneliti menyarankan untuk menelusuri lebih mendalam karakteristik *Affective Mathematics Engagement (AME)* siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldig, E., & Arseven, A. (2017). The Contribution of Learning Outcomes for Listening to Creative Thinking Skills. *Journal of Education and Learning*, 6(3), 41.
<https://doi.org/10.5539/jel.v6n3p41>
- Avsec, S., & Savec, V. F. (2019). Creativity and critical thinking in engineering design: the role of interdisciplinary augmentation. *Global Journal of Engineering Education*, 21(1), 30–36.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 271–311.
- Bicer, A., Lee, Y., Perihan, C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2020). Considering mathematical creative self-efficacy with problem posing as a measure of mathematical creativity. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 457–485.
<https://doi.org/10.1007/s10649-020-09995-8>
- Bicer, A., Navruz, B., Capraro, R. M., Capraro, M. M., Oner, T. A., & Boedeker, P. (2015). STEM schools vs. non-STEM schools: Comparing students' mathematics growth rate on high-stakes test performance. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 138–150.
- Bogdan, R., & García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

- una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 65–80.
- Catarino, P., Vasco, P., Lopes, J., Silva, H., & Morais, E. (2019). Aprendizaje cooperativo para promover el pensamiento creativo y la creatividad matemática en la educación superior. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 17(3).
- Collins, H. (2018). *Creative research: the theory and practice of research for the creative industries*. Bloomsbury Publishing.
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics). *Oxford Research Encyclopedia of Education*.
- Cook, T. D., Campbell, D. T., & Shadish, W. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin Boston.
- Creswell, J. W. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Diego-Mantecón, J.-M., Blanco, T.-F., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. *Comunicar*, 29(66), 33–43.
- Diego-Mantecón, J.-M., Ortiz-Laso, Z., & Blanco, T. F. (2022). Implementing STEM projects through the EDP to learn mathematics: the importance of teachers' specialization. In *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence* (pp. 399–415). Springer.
- Diego-Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM - Mathematics Education*, 53(5), 1137–1148.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Dogan, M. F. (2020). Evaluating pre-service teachers' design of mathematical modelling tasks. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 28(1).
- English, L. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. *Proceedings of the 39th Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, PME 39 (Volume 1)*, 4–18.
- Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–16.
- Gao, X., Li, P., Shen, J., & Sun, H. (2020). Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–14.
- Godino, J. D., Batanero, C., Cañadas, G. R., & Contreras, J. M. (2015). Articulación de la indagación y transmisión de conocimientos en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Congreso Internacional Didáctica de La Matemática. Una Mirada Internacional Empírica y Teórica*, 249–269.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

- Headrick, L., Wiesel, A., Tarr, G., Zhang, X., Cullicott, C. E., Middleton, J. A., & Jansen, A. (2020). Engagement and affect patterns in high school mathematics classrooms that exhibit spontaneous problem posing: an exploratory framework and study. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 435–456. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09996-7>
- Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416–438.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *Committee on Integrated STEM Education, National Academy of Engineering, National Research Council. STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academies Press.
- Kang, J. (2022). Interrelationship Between Inquiry-Based Learning and Instructional Quality in Predicting Science Literacy. *Research in Science Education*, 52(1), 339–355. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09946-6>
- Kebudayaan, K. P. D. (2017). *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ketelhut, D. J., Nelson, B. C., Clarke, J., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 56–68.
- Kwon, H., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2021). When I Believe, I Can: Success STEMs from My Perceptions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21(1), 67–85. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00132-4>
- Lasa, A., Abaurrea, J., & Iribas, H. (2020). Mathematical Content on STEM Activities. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 333–346.
- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective Mathematics Engagement: a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 270–289. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>
- Leikin, R. (2014). *Challenging Mathematics with Multiple Solution Tasks and Mathematical Investigations in Geometry*. 59–80. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04993-9_5
- Leikin, R., & Elgrably, H. (2020). Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers. *International Journal of Educational Research*, 102(July 2018), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.002>
- Levenson, E. (2013). Tasks that may occasion mathematical creativity: Teachers' choices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(4), 269–291.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

- <https://doi.org/10.1007/s10857-012-9229-9>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM education. In *Journal for STEM Education Research* (Vol. 2, Issue 2, pp. 93–104). Springer.
- Maass, K., Cobb, P., Krainer, K., & Potari, D. (2019). Different ways to implement innovative teaching approaches at scale. *Educational Studies in Mathematics*, 102(3), 303–318.
- Margot, K. C. (n.d.). & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of stem integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1).
- Markula, A., & Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x>
- Mishra, P., & Mehta, R. (2017). What we educators get wrong about 21st-century learning: Results of a survey. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(1), 6–19.
- Muzaini, M., Rahayuningsih, S., Nasrun, N., & Hasbi, M. (2021). Creativity in synchronous and asynchronous learning during the covid-19 pandemic: a case study. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1722–1735.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I, II, & III): Combined executive summary*. OECD Publishing Paris.
- Özcan, Z. Ç., & Eren Gümüş, A. (2019). A modeling study to explain mathematical problem-solving performance through metacognition, self-efficacy, motivation, and anxiety. *Australian Journal of Education*, 63(1), 116–134. <https://doi.org/10.1177/0004944119840073>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Potari, D., Psycharis, G., Spiliotopoulou, V., Triantafyllou, C., Zachariades, T., & Zoupa, A. (2016). Mathematics and science teachers' collaboration: Searching for common grounds. *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 91–98.
- Quigley, C. F., Herro, D., King, E., & Plank, H. (2020). STEAM designed and enacted: understanding the process of design and implementation of STEAM curriculum in an elementary school. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 499–518.
- Rahayuningsih, S., Nurhusain, M., & Indrawati, N. (2022). Mathematical Creative Thinking Ability and Self-Efficacy: A Mixed-Methods Study involving Indonesian Students. *Uniciencia*, 36(1), 1–16. <https://doi.org/10.15359/ru.36->

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6110>

- 1.20
- Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S., & Ikram, M. (2021). Using open-ended problem-solving tests to identify students' mathematical creative thinking ability. *Participatory Educational Research*, 8(3), 285–299.
- Runco, M. A. (1996). Personal creativity: Definition and developmental issues. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 1996(72), 3–30. <https://doi.org/10.1002/cd.23219967203>
- Schoevers, E. M., Leseman, P. P. M., & Kroesbergen, E. H. (2020). Enriching Mathematics Education with Visual Arts: Effects on Elementary School Students' Ability in Geometry and Visual Arts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(8), 1613–1634. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10018-z>
- Shin, N., Bowers, J., Krajcik, J., & Damelin, D. (2021). Promoting computational thinking through project-based learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00033-y>
- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: New questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9478-2>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., & De Cock, M. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- Zhao, Y., & Wang, L. (2022). Correction: A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-022-00059-w>