

**PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA
(Studi pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 2 Bandar Lampung Semester Ganjil
Tahun Ajaran 2023/2024)**

(Skripsi)

Oleh

**FIKO FERDIANSYAH
NPM 2063021001**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA
(Studi pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 2 Bandar Lampung Semester Ganjil
Tahun Ajaran 2023/2024)**

Oleh

FIKO FERDIANSYAH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Matematika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA (Studi pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 2 Bandar Lampung Semester Ganjil Tahun Ajaran 2023/2024)

Oleh

FIKO FERDIANSYAH

Kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kemampuan yang penting untuk dikembangkan pada pembelajaran abad 21. Pada pembelajaran matematika, kemampuan berpikir kreatif menjadi bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi dan mendukung untuk menyelesaikan masalah matematika yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan pendekatan kuasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group design*. Populasi dalam penelitian ini yaitu 298 siswa kelas IX SMPN 2 Bandar Lampung yang terdistribusi ke dalam 10 kelas. Terpilih 29 siswa kelas IX.8 dan 27 siswa kelas IX.4 sebagai sampel penelitian menggunakan teknik *purposive sampling*. Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji *Mann-Whitney U*, diperoleh kesimpulan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM lebih tinggi dibandingkan peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan model pembelajaran konvensional. Dengan demikian, implementasi model *Project Based Learning* terintegrasi STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Kata kunci: kemampuan berpikir kreatif, *Project Based Learning*, STEM, pengaruh

ABSTRACT

EFFECTS OF STEM INTEGRATED PROJECT-BASED LEARNING MODEL ON STUDENTS' MATHEMATICAL CREATIVE THINKING SKILLS (Study on Grade IX Students of SMP Negeri 2 Bandar Lampung Odd Semester of the 2023/2024 Academic Year)

By

FIKO FERDIANSYAH

Creative thinking skills are one of the important skills to be developed in 21st century learning. In mathematics learning, creative thinking skills are part of higher order thinking skills and supports to solve complex mathematical problems. This study aims to determine the effect of STEM integrated Project Based Learning model on students' mathematical creative thinking skills. This research was a quantitative study using a quasi-experimental approach with a pretest-posttest control group design. Population in this study was 298 students of grade IX of SMPN 2 Bandar Lampung which were distributed into 10 classes. 29 students of class IX.8 and 27 students of class IX.4 were selected as research samples using purposive sampling technique. Based on the results of statistical analysis with the Mann-Whitney U test, it was concluded that the improvement of mathematical creative thinking skills of students who participated in learning with the STEM integrated Project Based Learning model was higher than the improvement of mathematical creative thinking skills of students who participated in learning using conventional learning models. Therefore, the implementation of STEM-integrated Project Based Learning model affects students' mathematical creative thinking skills.

Keywords: creative thinking skills, Project Based Learning, STEM, effect

Judul Skripsi

PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA (Studi pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 2 Bandar Lampung Semester Ganjil Tahun Ajaran 2023/2024)

Nama Mahasiswa

Fiko Ferdiansyah

Nomor Pokok Mahasiswa

2063021001

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

Dr. Sri Hastuti Noer, M. Pd.
NIP 19661118 199111 2 001

Widyastuti, S. Pd., M. Pd.
NIP 19860314 201012 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. Nurhanurawati, M. Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

Dr. Sri Hastuti Noer, M. Pd.

Sekretaris

Widyastuti, S. Pd., M.Pd.

Penguji

Bukan Pembimbing

Dra. Rini Asnawati, M. Pd.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M, Si

NIP 19651230 1991111 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 28 Mei 2024

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fiko Ferdiansyah
NPM : 2063021001
Program Studi : Pendidikan Matematika
Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang telah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Mei 2024



Fiko Ferdiansyah
NPM 2063021001

RIWAYAT HIDUP

Fiko Ferdiansyah lahir di Desa Gunungsari, Kecamatan Ulu Belu, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung pada tanggal 9 Juni 2002 dari pasangan Bapak Ponimin dan Ibu Yusriana. Penulis memiliki satu saudara laki-laki bernama Fajar Maulana Dhabid dan satu saudara perempuan bernama Adhira Hanum Azzahra. Sejak kecil penulis tinggal di desa kelahiran penulis. Kemudian, penulis tinggal di Kabupaten Pringsewu untuk melanjutkan pendidikan sejak jenjang sekolah lanjutan tingkat pertama (SLTP) hingga sekolah lanjutan tingkat akhir (SLTA).

Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Gunung Sari pada tahun 2008-2014. Lalu, penulis melanjutkan jenjang SLTP di SMP Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2014-2017 dan jenjang SLTA di SMA Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2017-2020. Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan MIPA, Universitas Lampung melalui Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Lampung (SIMANILA) Jalur Prestasi Khusus.

Selama aktif menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kompetisi jenjang mahasiswa di antaranya: peserta ON-MIPA Tingkat Wilayah Tahun 2022, 2023, dan 2024, Finalis Kompetisi Media Pembelajaran Matematika GMM UPI Tahun 2022, dan Semifinalis Sanata Dharma Calculus League (SaDharCalL) Tahun 2022. Pada kegiatan perkuliahan, penulis diamanahkan sebagai asisten praktikum Mata Kuliah Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika. Selain itu, penulis juga mengikuti Program Magang Dunia Usaha di Bidang Pendidikan dari Program Studi Pendidikan Matematika di tahun 2022.

MOTTO

"Sometimes we need to get uncomfortable to get comfortable"

Fiko Ferdiansyah

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah Subhanallahu wa ta'ala, Dzat Yang Maha Sempurna.

Sholawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wassalam

Dengan penuh rasa syukur, kupersembahkan karyaku ini sebagai tanda bakti dan kasih sayangku kepada:

Ayahku (Ponimin) dan Ibuku (Yusriana) tercinta yang telah membesarkan dan mendidikku dengan penuh kasih sayang, selalu mendoakan dan mendukung segala sesuatu yang baik untuk keberhasilanku.

Adikku (Fajar dan Hanum) yang telah mendoakanku dan selalu menjadi penyemangatku.

Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dukungan.

Para pendidik yang telah memberikan ilmu, membimbingku dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.

Semua sahabatku yang setia mendampingi di kala suka maupun duka, yang begitu tulus memberikan dukungan dan kasih sayang dengan segala kekuranganku, yang sabar mendengarkan keluh kesahku dan selalu bersedia memberikan bantuan saat dibutuhkan. Terima kasih telah hadir di kehidupanku dan mewarnai hari-hariku.

Almamater Universitas Lampung tercinta.

SANWACANA

Puji Syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Model *Project Based Learning* terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa (Studi pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 2 Bandar Lampung Semester Ganjil Tahun Ajaran 2023/2024)” sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan Ikhlas kepada:

1. Ibu Dr. Sri Hastuti Noer, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Ketua Program Studi Pendidikan Matematika yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan perhatian, nasihat, dan semangat kepada penulis selama menjadi mahasiswa dan selama penyusunan skripsi hingga selesai dan tersusun dengan baik.
2. Ibu Widyastuti, S. Pd., M. Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia membimbing, memberikan perhatian, semangat, dan motivasi kepada penulis hingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Dra. Rini Asnawati, M. Pd., selaku Pembimbing Akademik dan Dosen Pembahas yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, masukan, kritik, dan saran kepada penulis hingga skripsi ini tersusun dengan baik.
4. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M. Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung beserta jajaran dan staffnya yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

5. Ibu Dr. Nurhanurawati, M. Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA FKIP Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Matematika FKIP Universitas Lampung yang telah memberikan bekal ilmu dan pengalaman belajar yang bermanfaat bagi penulis selama menempuh pendidikan.
7. Kepala SMP Negeri 2 Bandar Lampung serta bapak/ibu guru dan staff atas perhatian dan kerja samanya selama proses penelitian.
8. Sahabat terbaik Mayang Puspita, Luthfi Azmi Haikal, dan Ramzi Abyan yang senantiasa mendengarkan keluh kesahku, bertukar ide dan pendapat, serta memberikan semangat dan keceriaan selama perkuliahan.
9. Sahabat seperjuangan Elisa Nur Aini, Rilla Oktaviyani, Angely Neliya Muchlis, dan Hafid Alzain yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama menjalani perkuliahan.
10. Sahabat tersayang Anisya Rama Dani, Dhea Nurul Faizah, Aryudi Indra Permana, Luchen David Sinaga, Luisa Javelintan, Regita Pramesti, Fathlul Huda, Ryandi Arya Putra.
11. Kakak sekaligus teman terbaik Ari Amanda dan Windi Puspita Sari yang telah memberikan semangat dan berbagi ilmu yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi.
12. Teman-teman Abdul Kadir Kost, GenBI Squad, Yayuk Family, Badar 2020, Anak Unila, Kabinet Kolaborasi Perubahan Medfu, dan KKN BKR 2023.

Semoga dengan kebaikan, bantuan dan dukungan yang telah diberikan pada penulis mendapat balasan pahala yang setimpal dari Allah SWT dan skripsi ini menjadi bermanfaat.

Bandar Lampung, 28 Mei 2024

Fiko Ferdiansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	2
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	9
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
A. Kajian Teori	11
1. Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis.....	11
2. Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	15
3. STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	18
4. <i>Project Based Learning</i> Terintegrasi STEM.....	22
5. Pembelajaran Konvensional.....	27
6. Pengaruh.....	28
B. Definisi Operasional	29
C. Kerangka Berpikir.....	29
D. Anggapan Dasar.....	32
E. Hipotesis Penelitian	33
III. METODE PENELITIAN.....	34
A. Populasi dan Sampel.....	34

B. Desain Penelitian	35
C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	35
1. Tahap Persiapan Penelitian	36
2. Tahap Pelaksanaan Penelitian	36
3. Tahap Akhir.....	36
D. Data dan Teknik Pengumpulan Data	37
E. Instrumen Penelitian	37
1. Validitas Instrumen	38
2. Reliabilitas Instrumen	38
3. Daya Pembeda.....	39
4. Tingkat Kesukaran	40
F. Teknik Analisis Data.....	42
1. Uji Normalitas	42
2. Uji Hipotesis.....	43
IV. HASIL PENELITIAN	46
A. Hasil Penelitian	46
1. Data Skor Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Awal Siswa.....	46
2. Data Skor Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Akhir Siswa.....	47
3. Data <i>Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis	47
4. Pencapaian Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis	48
5. Hasil Uji Hipotesis Penelitian	50
B. Pembahasan.....	52
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	65
A. Simpulan	65
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif.....	14
Tabel 2.2 Komponen-komponen STEM.....	19
Tabel 3.1 Rata-rata Nilai UAS Genap Matematika Kelas VIII Tahun Ajaran 2022/2023	34
Tabel 3.2 Desain Penelitian <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i>	35
Tabel 3.3 Interpretasi Koefisien Reliabilitas.....	39
Tabel 3.4 Interpretasi Nilai Daya Pembeda	40
Tabel 3.5 Interpretasi Tingkat Kesukaran.....	41
Tabel 3.6 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes.....	41
Tabel 3.7 Hasil Uji Normalitas Data Skor <i>Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa	43
Tabel 4.1 Data Skor Awal Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa	46
Tabel 4.2 Data Skor Akhir Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	47
Tabel 4.3 Data Skor <i>Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa	48
Tabel 4.4 Persentase Pencapaian Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	48
Tabel 4.5 Hasil Uji Hipotesis <i>Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa .	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Skor PISA Indonesia Tahun 2000-2018	3
Gambar 1.2 Perbandingan Rata-Rata Nilai UN Matematika Tahun 2016-2019	4
Gambar 1.3 Soal Tes Pendahuluan Kemampuan Berpikir Kreatif	5
Gambar 1.4 Jawaban Tes Pendahuluan Salah Satu Siswa	6
Gambar 2.1 Tahap Model <i>Project Based Learning</i> Terintegrasi STEM	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. PERANGKAT PEMBELAJARAN	
A.1 Silabus Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Terintegrasi STEM....	79
A.2 Silabus Model Pembelajaran Konvensional.....	93
A.3 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Model <i>Project Based Learning</i> Terintegrasi STEM	106
A.4 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Model Konvensional	130
A.5 Lembar Panduan <i>Project</i>	154
B. INSTRUMEN TES	
B.1 Kisi-Kisi Soal Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa	190
B.2 Soal Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	193
B.3 Rubrik Penilaian Soal Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis	195
B.4 Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis.....	208
C. HASIL UJI INSTRUMEN TES	
C.1 Form Validitas Isi Instrumen Tes	210
C.2 Skor Hasil Uji Instrumen Tes	212
C.3 Analisis Reliabilitas Butir Soal Instrumen Tes	213
C.4 Analisis Daya Pembeda Butir Soal Instrumen Tes.....	215
C.5 Analisis Tingkat Kesukaran Butir Soal Instrumen Tes	217
D. ANALISIS DATA	
D.1 Data Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Awal Siswa	219
D.2 Data Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Akhir Siswa	221
D.3 Skor <i>Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	223

D.4 Uji Normalitas Data <i>Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.	225
D.5 Uji <i>Mann-Whitney U</i> Data Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	229
D.6 Pencapaian Awal Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	234
D.7 Pencapaian Akhir Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa.....	238
 E. TABEL STATISTIK	
E.1 Tabel Distribusi Chi-Kuadrat	243
E.2 Tabel Distribusi Z	244
 F. LAIN-LAIN	
F.1 Surat Keterangan Penelitian.....	246
F.2 Hasil <i>Project</i> Siswa.....	248

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

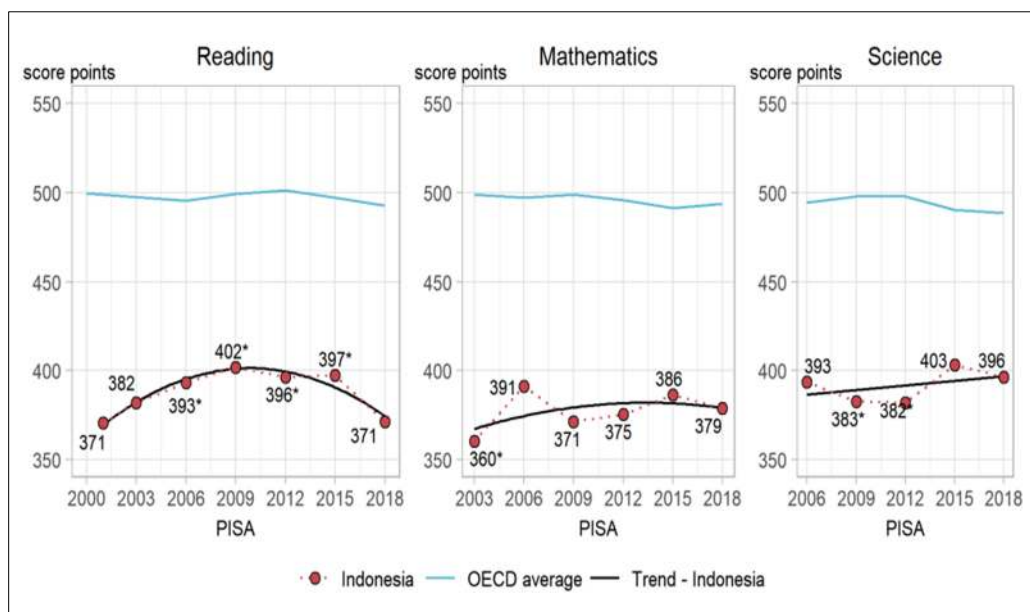
Era digital merupakan bentuk modernisasi dari teknologi yang semakin maju di abad ke-21 (Rahmatullah *et al.*, 2020). Pada abad ke-21, teknologi telah banyak dikembangkan dalam beragam bentuk sesuai dengan fungsinya dan berpotensi memainkan banyak peran dalam aspek kehidupan. Akibatnya, muncul tantangan bagi setiap individu dalam memanfaatkan teknologi sehingga mampu untuk menghadapi persaingan global pada berbagai bidang. Pada hal ini, kemampuan untuk menghadapi tantangan di abad 21 sangat dibutuhkan. Kemampuan abad 21 yang dimaksud yaitu 21st *century skills* yang terdiri dari *critical thinking*, *creativity*, *communication*, dan *collaboration* (Haviz, 2020). Oleh karena itu, upaya untuk pengembangan kemampuan yang dibutuhkan di abad ke-21 sangat diperlukan. Hal ini sesuai dengan pendapat Nakano & Wechsler (2018) yang menyatakan bahwa tantangan di abad ke-21 menuntut individu untuk memiliki kemampuan dalam mengatasi masalah secara kritis dan menghasilkan solusi yang kreatif. Oleh karena itu, upaya untuk mengembangkan kemampuan yang dibutuhkan di abad 21 sangat dibutuhkan.

Upaya yang dapat mendukung pengembangan kemampuan abad 21 tidak lepas dari bidang pendidikan. Pendidikan yang berkualitas merupakan pondasi untuk menjadi individu yang profesional dan dapat membentuk pribadi yang siap menghadapi tantangan kehidupan (Sitepu dkk., 2023). Berdasarkan *framework* PISA (*Programme for International Student Assessment*) 2022, OECD (*Organizations for Economic Co-operation and Development*) telah menambahkan kemampuan berpikir kreatif sebagai bagian tes pada survei PISA tahun 2022. Artinya, OECD juga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kreatif sebagai salah satu

kemampuan yang dibutuhkan di abad 21. Selain itu, pada *framework* PISA 2022, bidang matematika dijadikan sebagai fokus utama pada survei tahun 2022. Item tes berpikir kreatif yang dikembangkan pada tes matematika PISA adalah tentang bagaimana siswa menggunakan metode yang berbeda untuk menyelesaikan masalah yang berbentuk informasi data ataupun geometri, meminta siswa untuk membuat jawaban/kesimpulan valid sebanyak mungkin dari sekumpulan data tertentu, atau menyajikan siswa dengan masalah terbuka yang membutuhkan solusi inovatif, efisien, dan efektif (OECD, 2023).

Pada proses berpikir matematika, kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kemampuan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah matematika. Suherman (dalam Kulsum, 2019) menyatakan dari 13 kemampuan matematis, kemampuan berpikir kreatif adalah salah satu kemampuan kognitif yang dibutuhkan siswa dan diharapkan dapat diperoleh dari proses belajar matematika. Menurut Hetzroni *et al.* (2019), kemampuan berpikir kreatif matematis didefinisikan sebagai kemampuan yang melibatkan keterampilan untuk menjawab masalah matematika dari ide atau gagasan yang dimunculkan. Kemampuan berpikir kreatif matematis juga dapat dipahami sebagai kemampuan memecahkan masalah matematika menggunakan cara yang berasal dari gagasan atau ide yang tidak biasa (Hadar & Tirosh, 2019).

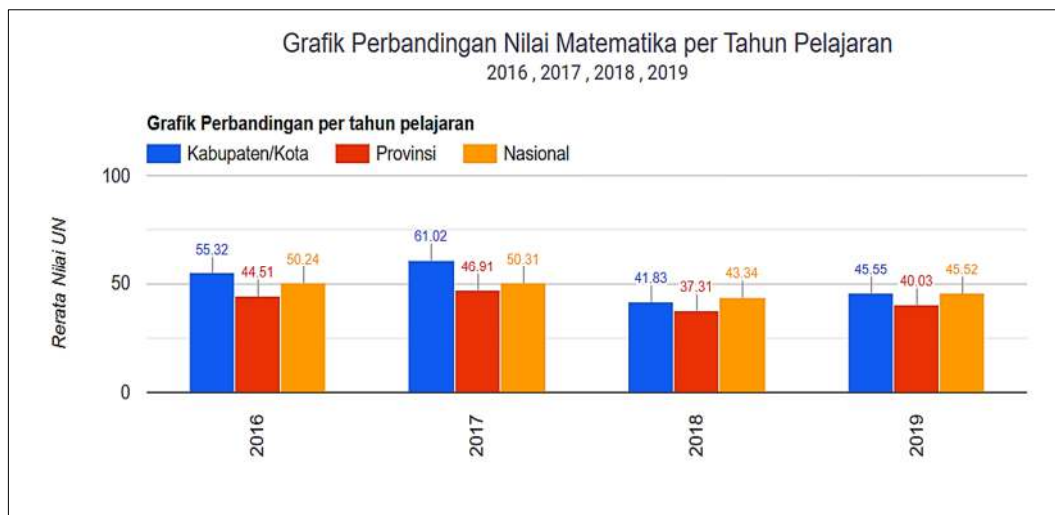
Pada kenyataannya, kemampuan berpikir kreatif matematis siswa di Indonesia tergolong relatif rendah. Salah satu hal yang mengindikasikan fenomena tersebut yaitu hasil survei PISA Indonesia yang tidak mengalami perubahan secara signifikan selama berpartisipasi menjadi negara peserta. Salah satu alasan rendahnya skor siswa Indonesia pada setiap komponen PISA diprediksi akibat siswa belum terbiasa dan rutin mengerjakan soal-soal PISA (Murtiyasa *et al.*, 2018). Selain itu, masalah matematika yang kompleks biasanya membutuhkan kemampuan untuk berpikir kreatif yang menciptakan inovasi dalam berbagai pemecahan masalah (Yaniawati *et al.*, 2020). Oleh karena itu, rendahnya skor kemampuan matematis PISA tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kreatif matematis siswa di Indonesia masih tergolong relatif rendah. Berikut ini disajikan grafik perbandingan skor PISA Indonesia tahun 2000-2018.



Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Skor PISA Indonesia Tahun 2000-2018

Berdasarkan hasil survei PISA tahun 2018, skor kemampuan matematis Indonesia mengalami penurunan dibandingkan hasil survei tahun 2015, dengan perolehan skor sebesar 379. Selain itu, berdasarkan laporan PISA 2018 rata-rata skor kemampuan matematis negara-negara ASEAN adalah 431, sedangkan rata-rata skor kemampuan matematis internasional adalah 490 (OECD, 2019). Hal tersebut menunjukkan bahwa peringkat Indonesia masih jauh di bawah rata-rata skor negara ASEAN dan seluruh negara peserta PISA tahun 2018.

Rendahnya rata-rata nilai Ujian Nasional matematika siswa juga mengindikasikan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang relatif rendah. Beberapa soal yang diujikan pada ujian nasional merupakan soal yang menerapkan tipe HOTS atau *high order thinking skills* (Rahmadhani & Hilliyani, 2023). Hal ini dikarenakan keterampilan yang ditekankan pada kurikulum 2013 adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi (Ariyana dkk., 2018). Pada pembelajaran matematika, kemampuan berpikir kreatif merupakan bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi (Hidajat, 2021). Oleh karena itu, rata-rata hasil UN matematika siswa juga dapat menjadi salah satu hal yang mengindikasikan rendahnya kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Berikut ini disajikan rata-rata hasil UN Matematika SMP Tahun 2016-2019.



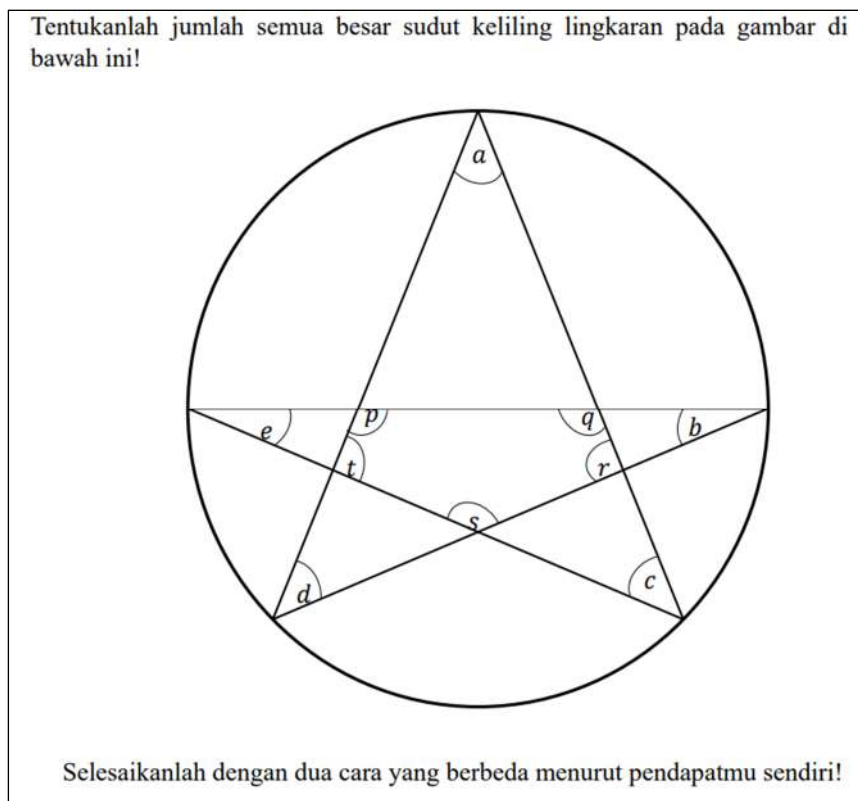
Gambar 1.2 Grafik Perbandingan Rata-Rata Nilai UN Matematika Tahun 2016-2019

Pusmenjar Kemdikbud mengkategorikan nilai ujian nasional dalam lima kategori yaitu baik sekali, baik, cukup, kurang, dan kurang sekali. Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa rata-rata nilai ujian nasional matematika secara nasional dalam empat tahun berturut-turut di bawah nilai 55 sehingga dikategorikan kurang. Hal tersebut juga terjadi pada rata-rata nilai ujian nasional matematika Provinsi Lampung dan Kota Bandar Lampung tahun 2019 yang masuk dalam kategori kurang (Pusmenjar Kemdikbud, 2019).

Salah satu sekolah di Kota Bandar Lampung yang termasuk ke dalam sekolah dengan level tinggi adalah SMPN 2 Bandar Lampung. Berdasarkan rata-rata nilai ujian nasional matematika tahun 2019, SMPN 2 Bandar Lampung berada pada peringkat 6 dari 152 sekolah negeri dan swasta yang terdapat di Kota Bandar Lampung (Pusmenjar Kemdikbud, 2019). Namun, rata-rata nilai ujian nasional matematika yang diperoleh hanya mencapai 68,94 dan termasuk dalam kategori cukup serta menjadi rata-rata nilai paling rendah dibandingkan tiga mata pelajaran lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SMPN 2 Bandar Lampung yang relatif rendah.

Kondisi di lapangan juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif matematis siswa masih relatif rendah. Hal tersebut ditunjukkan berdasarkan hasil tes pendahuluan pada siswa di SMPN 2 Bandar Lampung. Siswa diberikan

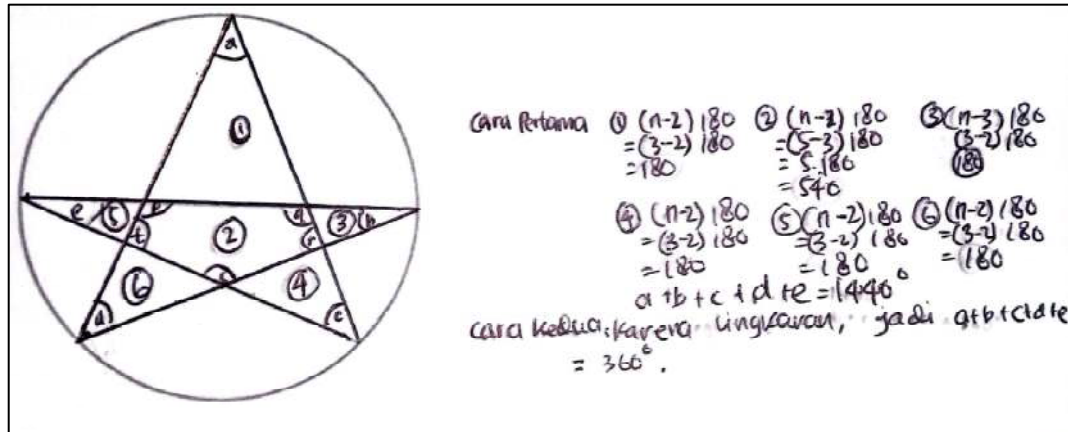
persoalan terkait menentukan jumlah besar sudut keliling lingkaran. Soal yang diberikan dapat diselesaikan dengan menggunakan ide dari konsep jumlah sudut dalam segi- n pada bangun datar. Cara pertama untuk memperoleh jumlah semua besar sudut keliling lingkaran pada soal tersebut yaitu penyelesaian dapat di pandang dengan konsep jumlah sudut dalam segitiga dan segilima, sedangkan cara kedua yaitu dengan memandang jumlah sudut dalam bangun layang-layang. Berdasarkan kedua cara tersebut, persoalan yang diberikan mengarahkan pada langkah penyelesaian secara analitik yang bervariasi untuk menentukan jumlah semua sudut keliling lingkaran.



Gambar 1.3 Soal Tes Pendahuluan Kemampuan Berpikir Kreatif

Soal tersebut diujikan pada sekelompok siswa kelas IX SMPN 2 Bandar Lampung untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif matematis siswa di lapangan dengan jumlah siswa yang mengikuti tes sebanyak 31 orang. Hasilnya yaitu hanya 5 siswa (16,12%) yang memberikan ide yang mengarah pada jawaban benar dan 26 siswa lainnya (83,87%) belum mampu untuk memberikan ide yang mengarah pada jawaban benar. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kreatif

matematis siswa di SMPN 2 Bandar Lampung masih relatif rendah. Salah satu contoh kesalahan tersebut tampak pada jawaban salah satu siswa pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Jawaban Tes Pendahuluan Salah Satu Siswa

Pada Gambar 1.4, siswa terlihat belum menunjukkan ketercapaian indikator kemampuan berpikir kreatif matematis. Pada jawaban siswa tersebut, siswa telah memberikan lebih dari satu ide/jawaban menurut pendapatnya sendiri. Pada cara pertama, siswa telah menggambarkan kepekaan dalam memberikan ide jawabannya sendiri dengan mengaitkannya pada jumlah sudut dalam segitiga dan segilima. Namun, terdapat kekeliruan pada langkah penyelesaiannya dan mengarah pada jawaban yang kurang tepat/salah. Selain itu, dari kedua cara yang diberikan siswa belum menunjukkan cara atau langkah yang menghasilkan jawaban benar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa indikator *flexibility* (keluwesan) tergolong rendah. Hal tersebut juga berakibat pada rendahnya indikator *fluency* (kelancaran), *originality* (keaslian) dan *sensitivity* (kepekaan) pada kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Siswa juga terlihat belum mampu memberikan perincian terkait ide/jawaban dan cara penyelesaian yang digunakan dan menunjukkan bahwa siswa belum dapat memenuhi indikator kemampuan berpikir kreatif dalam memperinci (*elaboration*) ide/jawaban yang diberikan.

Beberapa hal yang mendorong rendahnya kemampuan berpikir kreatif matematis siswa di atas salah satunya adalah siswa yang belum terbiasa menyelesaikan tipe soal yang menuntut untuk memandang suatu persoalan dari sudut pandang berbeda dan menggunakan variasi cara dalam menyelesaikan persoalan. Berdasarkan hasil

wawancara tidak sistematis dengan salah satu guru, siswa memang belum terbiasa dengan tipe soal yang mengarah pada berpikir kreatif. Siswa cenderung menggunakan cara rutin yang sudah jelas prosedur/cara dalam menyelesaikan suatu persoalan dan mengarah pada satu jawaban benar. Sumartini (2019) berpendapat bahwa proses berpikir kreatif pada pembelajaran matematika jarang dilatih karena siswa cenderung difokuskan pada bentuk penilaian yang diarahkan pada satu jawaban benar. Hal tersebut bersesuaian dengan pendapat Firdaus *et al.* (2018) yang menyampaikan bahwa rendahnya pencapaian indikator *flexibility* disebabkan oleh kelemahan siswa dalam memandang atau mempertimbangkan sesuatu dari sudut pandang yang berbeda.

Berdasarkan pemaparan fakta dan masalah di atas, kemampuan berpikir kreatif matematis siswa perlu untuk ditingkatkan. Oleh sebab itu, dibutuhkan alternatif pembelajaran yang dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Winata (2020) berpendapat bahwa model pembelajaran yang digunakan guru harus dirancang untuk membantu siswa memahami, memprediksi, berpikir kreatif, dan kritis sehingga melatih peserta didik untuk memiliki keterampilan hidup abad 21. Berkaitan dengan itu, salah satu model pembelajaran yang dinilai dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif adalah model pembelajaran yang menghasilkan karya atau produk. Zakiah dkk. (2020b) menyatakan bahwa kreativitas dan kemampuan berpikir kreatif dapat dirangsang melalui aktivitas perencanaan produk, membuat produk, menyajikan dan mengevaluasi produk. Artinya, dibutuhkan model pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk menghasilkan karya atau produk yang dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Salah satu model pembelajaran yang mengimplementasikan proyek dan menghasilkan produk adalah model *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, dan mathematics*). Model ini mengintegrasikan antara pembelajaran berbasis proyek dengan sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika ke dalam satu kesatuan untuk melaksanakan pembelajaran dan menghasilkan produk sebagai output pembelajaran. Menurut

Ariyana dkk. (2018), pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang melibatkan aktivitas siswa dalam pemecahan masalah yang dilakukan secara berkelompok/mandiri melalui tahapan ilmiah dengan batasan waktu tertentu yang direalisasikan dalam sebuah produk untuk selanjutnya dipresentasikan kepada orang lain. Rais (dalam Adriyawati dkk., 2020) juga berpendapat bahwa *Project Based Learning* berfokus pada pembelajaran kontekstual melalui aktivitas kompleks dengan memberikan kebebasan kepada siswa untuk bereksplorasi dan merencanakan aktivitas pembelajaran, mengerjakan proyek kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan produk.

Pengintegrasian STEM dalam pembelajaran merupakan suatu inovasi pembelajaran yang mengombinasikan dua atau lebih bidang dikaitkan dalam pembelajaran dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami konsep-konsep yang dihubungkan dengan sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika melalui kegiatan diskusi, praktik, dan mengerjakan proyek (Surya & Wahyudi, 2018; Niam & Asikin, 2021). Antara *Project Based Learning* dan pendekatan STEM memiliki maksud yang sama yaitu untuk memfasilitasi siswa dalam pembelajaran dengan menghasilkan produk (Badriyah *et al.*, 2020). Terlihat bahwa antara STEM dan *Project Based Learning* memiliki kecocokan satu sama lain yaitu melaksanakan kegiatan pembuatan proyek dan menghasilkan produk. Hal ini membuat pembelajaran berbasis proyek dengan STEM menjadi salah satu model yang memberikan peluang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Jawad *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dapat menghasilkan ide-ide baru, menghasilkan karya yang belum ada sebelumnya, sehingga siswa mampu untuk berinovasi dan meningkatkan kreativitasnya. Selanjutnya, penggunaan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik pada kategori tinggi (Octaviyani dkk., 2020). Hasil penelitian lain oleh Mamahit dkk. (2020) juga menemukan bahwa model *Project Based Learning* yang

diintegrasikan dengan STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Studi yang dilakukan oleh Hanif dkk. (2019) juga menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa mengalami peningkatan setelah menerapkan pembelajaran berbasis proyek dengan STEM. Dengan demikian, model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dapat digunakan sebagai salah satu model pembelajaran alternatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh model *Project Based Learning* terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu “Apakah model *Project Based Learning* terintegrasi STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa?”.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* terintegrasi STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan informasi terhadap pembelajaran matematika, terutama terkait dengan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dan model *Project Based Learning* teritegrasi STEM.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan bagi praktisi pendidikan sebagai alternatif pembelajaran pembelajaran matematika menggunakan *Project Based Learning* terintegrasi STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi penelitian lanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis

Kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu aktivitas kognitif dalam proses pembelajaran. Kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan menganalisis sesuatu berdasarkan data dan informasi yang tersedia, menghasilkan konsep-konsep yang baru dan lebih sempurna, serta menghasilkan alternatif-alternatif berbeda dengan menggunakan beragam ide yang dapat digunakan untuk memecahkan suatu masalah (Siregar, 2020). Guilford menyampaikan bahwa berpikir kreatif mengacu pada kemampuan untuk menghasilkan ide dan solusi baru dalam proses pemecahan masalah (Hadar dan Tirosh, 2019; Suherman & Vidakovich, 2022).

Noer (2019) menyampaikan bahwa berpikir kreatif merupakan proses berpikir untuk mengembangkan ide, menghasilkan sesuatu baru, dan memperoleh wawasan baru tentang suatu konsep. Kemampuan berpikir kreatif berhubungan dengan pemikiran divergen dan konvergen, penemuan masalah, pemecahan masalah, mengamati keterkaitan baru, dan membuat kesatuan yang melibatkan cara, ide, dan bidang penerapannya (Hadar & Tirosh, 2019). Berpikir kreatif juga dapat dicirikan dengan terciptanya sesuatu yang baru dari hasil ide, deskripsi, konsep, pengalaman, dan pengetahuan. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat dipahami bahwa kemampuan berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk menghubungkan dan menganalisis konsep dan informasi yang ada untuk menghasilkan ide-ide baru dalam proses pemecahan masalah.

Kemampuan berpikir kreatif dalam proses belajar matematika disebut dengan kemampuan berpikir kreatif matematis (Noer, 2019). Haylock menerangkan bahwa kemampuan berpikir kreatif dalam matematika berfokus pada respon pemecahan masalah siswa dengan proses berpikir yang tidak biasa (Suherman & Vidakovich, 2022). Menurut Hetzroni *et al.* (2019), kemampuan berpikir kreatif matematis didefinisikan sebagai kemampuan yang melibatkan keterampilan untuk menjawab masalah matematika dari ide atau gagasan yang dimunculkan. Hamzah juga menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kreatif matematis yakni kemampuan dalam menggunakan proses berpikir terhadap suatu masalah berdasarkan konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang rasional (Soeviatulfitri & Kashardi, 2020).

Menurut Rahayuningsih dkk. (2021), kemampuan berpikir kreatif matematis mengacu pada kecenderungan seseorang untuk menemukan kebaruan dalam memecahkan masalah matematika. Proses berpikir kreatif juga ditandai dengan rasa ingin tahu yang tinggi dan diikuti dengan aktivitas mencari informasi dari sumber relevan yang dapat mendukung ide kreatif yang dimunculkan. Hal tersebut lah yang mampu memunculkan kebaruan dan ide-ide yang unik. Sumiyatiningsih dalam Lupa dkk. (2023) menyampaikan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi siswa memiliki kemampuan berpikir kreatif yaitu rasa ingin tahu siswa yang didorong dengan aktivitas menemukan informasi, menyelidiki masalah, dan menemukan solusi untuk menyelesaikan masalah dengan baik. Oleh karena itu, kemampuan berpikir kreatif tidak berada pada klasifikasi yang sama dengan kemampuan pemecahan masalah. Berpikir kreatif jauh lebih kompleks jika dibandingkan dengan kemampuan pemecahan masalah. Karena selain dapat menyelesaikan/menjawab masalah seseorang dituntut untuk bisa memunculkan beragam ide, cara, dan kebaruan dalam proses penyelesaiannya melalui penggabungan konsep, fakta, atau pengalaman yang pernah diperoleh. Hal ini sejalan dengan pendapat

Haylock, Silver, dan Eryvynck (dalam Munahefi dkk., 2020) juga menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif matematis adalah kemampuan menghasilkan solusi pemecahan masalah matematika yang unik dan bervariasi, meliputi

komponen-komponen kelancaran, fleksibilitas, elaborasi, dan keaslian. Pada hal ini, dapat dipahami bahwa pemecahan masalah matematis merupakan sarana bagi proses berpikir kreatif dan dapat menstimulasi kemampuan berpikir kreatif. Begitu juga sebaliknya, kemampuan berpikir kreatif dibutuhkan untuk memecahkan masalah matematika. Oleh sebab itu, kemampuan berpikir kreatif matematis dapat dipandang sebagai kemampuan untuk menggunakan proses berpikir dalam pemecahan masalah matematika dengan memunculkan ide atau gagasan yang unik dan bervariasi.

Kemampuan berpikir kreatif tentunya memiliki penanda yang mengindikasikan ukuran kemampuan berpikir kreatif siswa. Torrance menyatakan terdapat empat aspek yang menjadi penanda dari kemampuan berpikir kreatif yaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan elaborasi (*elaboration*) (Toheri *et al.*, 2019; Noer, 2019; Yaniawati *et al.*, 2020). Kelancaran (*fluency*) yaitu kemampuan mencetuskan banyak ide, jawaban, cara, atau alternatif lain dengan lancar dan relevan (Husna, Zubainur, dan Ansari, 2018). Keluwesan (*flexibility*) adalah kemampuan untuk menghasilkan ide, solusi, atau pertanyaan yang bervariasi (beragam) dan melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda (Aini *et al.*, 2020). Orisinalitas (*originality*) adalah kemampuan mengungkapkan ide dalam menghadapi suatu masalah yang bersifat unik, baru, tidak umum, atau berbeda dari biasanya (Ulfah *et al.*, 2018; Jawad *et al.*, 2021). Elaborasi (*elaboration*) merupakan kemampuan dalam mengembangkan ide, menambahkan atau mendeskripsikan secara rinci (detail), runtut, dan koheren terhadap prosedur, jawaban, atau situasi masalah tertentu yang sedang dihadapi meliputi tabel, grafik, gambar, model, dan kata-kata (Kulsum, dkk., 2019; Yaniawati, dkk. 2020).

Evans (dalam Herviani dkk., 2020) menyampaikan bahwa kepekaan (*sensitivity*) juga termasuk ke dalam indikator kemampuan berpikir kreatif. Ia berpendapat bahwa komponen berpikir kreatif terdiri atas *problem sensitivity*, *fluency*, *flexibility*, dan *originality*. Lebih lanjut lagi, Maulana (2017) juga menyampaikan bahwa indikator kemampuan berpikir kreatif matematis terdiri atas *sensitivity*, *fluency*, *flexibility*, *elaboration*, dan *originality*. Noer (2010) menguraikan indikator

kemampuan berpikir kreatif matematis berdasarkan lima indikator yaitu *sensitivity*, *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Indikator	Respon Siswa
Kepekaan (<i>sensitivity</i>)	Kemampuan untuk menangkap dan menghasilkan masalah-masalah sebagai tanggapan terhadap suatu situasi.
Keluwesannya (<i>flexibility</i>)	Kemampuan untuk menghasilkan gagasan, jawaban, atau pernyataan yang bervariasi, dapat melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda, mencari banyak alternatif yang berbeda, dan mampu mengubah cara pendekatan.
Kelancaran (<i>fluency</i>)	Kemampuan untuk mencetuskan banyak gagasan/ jawaban/ penyelesaian terhadap situasi yang dihadapi.
Keterperincian (<i>elaboration</i>)	Kemampuan untuk mengembangkan suatu gagasan, menambah atau memerinci secara detail suatu objek, gagasan, dan situasi.
Keaslian (<i>originality</i>)	Kemampuan untuk mengemukakan pendapat dirinya sendiri sebagai tanggapan terhadap situasi yang dihadapi.

Kemampuan berpikir kreatif dapat distimulasi dengan penyelesaian proyek yang menghasilkan output berupa produk. Menurut Aliyah (2017) pembelajaran dengan proyek dapat menggeser fokus pembelajaran dari fakta ke eksplorasi ide. Hal ini cocok dengan kemampuan berpikir kreatif yang mendasarkan untuk memunculkan ide yang unik dan bervariasi dalam aktivitas pembelajaran. Arsy & Syamsurizal (2021) juga menyampaikan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa dapat dikembangkan dengan melibatkan siswa secara langsung dalam proses mendesain dan menghasilkan produk yang kreatif. Selain itu, kreativitas dan kemampuan berpikir kreatif juga dapat dirangsang melalui proses perencanaan produk, membuat produk, menyajikan dan mengevaluasi produk (Zakiah dkk., 2020b). Artinya, kemampuan berpikir kreatif dapat distimulasi melalui penyelesaian proyek yang melibatkan proses merencanakan dan mendesain hingga menghasilkan produk.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kreatif matematis merupakan kemampuan untuk menyelesaikan masalah matematika dengan menciptakan

gagasan dan ide matematis yang bervariasi dengan menerapkan prinsip kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian/orisinalitas (*originality*), dan keterperincian (*elaboration*). Oleh karena itu, indikator yang digunakan sebagai penanda untuk memahami kemampuan berpikir kreatif dalam penelitian ini terdiri dari lima aspek antara lain: kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian/orisinalitas (*originality*), dan keterperincian (*elaboration*).

2. Model Project Based Learning (PjBL)

Project Based Learning jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia artinya pembelajaran berbasis proyek. Menurut Ariyana dkk. (2018), *Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang melibatkan keaktifan peserta didik dalam memecahkan masalah yang diselesaikan secara kelompok/mandiri melalui langkah-langkah ilmiah dengan batas waktu tertentu yang diuraikan dalam suatu produk untuk kemudian dipresentasikan kepada orang lain. Sedangkan, menurut Sumarni *et al.* (2016) model *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran konstruktivis dan kolaboratif dimana proses pembelajaran berpusat pada siswa, yang memungkinkan para siswa bekerjasama untuk memecahkan masalah dan belajar bersama untuk membangun pengetahuan dan pemahaman. Selaras dengan pernyataan sebelumnya, Fernandes *et al.* (2021) mendefinisikan *Project Based Learning* sebagai model pembelajaran yang melibatkan siswa untuk aktif mengembangkan keterampilan teknis dan transversal melalui kerja proyek dalam tim/kelompok. Selain itu, model *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran yang berfokus untuk menciptakan produk dalam proses pembelajarannya (Awab dkk., 2021). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *Project Based Learning* adalah pembelajaran kolaboratif berbasis proyek yang dengan melibatkan siswa untuk berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran melalui eksplorasi dari aktivitas kompleks dan penyelesaian proyek.

Pada pembelajaran berbasis proyek, aktivitas pembelajaran berpusat pada siswa dengan guru sebagai inspirator, motivator, dan fasilitator. yang mana siswa belajar

lebih aktif (Trianto, 2015). Noer (2019) juga menerangkan bahwa peran pendidik dalam pembelajaran berbasis proyek yaitu sebagai fasilitator, pelatih, penasehat, dan perantara untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan daya imajinasi, kreasi, dan inovasi dari siswa. Artinya, *Project Based Learning* membimbing siswa untuk bisa belajar mandiri dan aktif dalam aktivitas pembelajaran yang berpusat pada dirinya (*student-centered*) dengan guru sebagai fasilitator, motivator, inspirator, dan perantara dalam pembelajaran.

Model *Project Based Learning* termasuk ke dalam pembelajaran inovatif yang tentunya memiliki perbedaan dengan model pembelajaran yang lain. Menurut Aryani (2018), pembelajaran berbasis proyek memiliki karakteristik antara lain: 1) Pengerjaan tugas dilaksanakan secara mandiri dalam kelompok dari perencanaan hingga presentasi produk; 2) Siswa bertanggung jawab penuh atas proyek yang akan mereka laksanakan; 3) Proyek melibatkan teman sebaya, guru, orang tua, dan bahkan masyarakat; 4) Melatih kemampuan berpikir kreatif; dan 5) Situasi kelas sangat toleran dengan kekurangan dan pengembangan gagasan. Sementara itu, karakteristik *Project Based Learning* dalam Noer (2019) yaitu: 1) Siswa menentukan keputusan tentang sebuah kerangka kerja; 2) Terdapat permasalahan atau tantangan yang diberikan kepada siswa; 3) Siswa mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diberikan; 4) Siswa secara kolaboratif bertanggung jawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan; 5) Proses evaluasi dilakukan secara berkala; 6) Siswa secara berkala melakukan refleksi atas kegiatan-kegiatan yang sudah dijalankan; 7) Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif; dan 8) Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan. Berdasarkan uraian di atas, dapat dikatakan bahwa karakteristik dari *Project Based Learning* adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa, mengutamakan kemandirian siswa, kolaboratif, melatih kemampuan berpikir kreatif, dan pembelajaran yang toleran terhadap gagasan.

Karakteristik penyelesaian proyek pada model *Project Based Learning* dapat dibedakan menjadi proyek dengan jangka panjang dan proyek dengan jangka

pendek (Sari dkk., 2019). Pada proyek jangka panjang, siswa dapat menyelesaikan proyek di luar jam pembelajaran kelas dan melaporkan progress penyelesaian setiap kali pertemuan pembelajaran. Sedangkan, proyek jangka pendek diselesaikan dalam satu waktu pertemuan pembelajaran di dalam kelas dengan bimbingan guru. Baik proyek jangka panjang atau jangka pendek, keduanya disesuaikan dengan materi, tujuan pembelajaran, bentuk proyek yang digunakan, dan kesiapan siswa. Hal ini sesuai dengan pendapat Zakiah (2019) yang menyatakan bahwa dalam memilih model pembelajaran yang efektif harus memperhatikan karakteristik materi, ketersediaan media pembelajaran, dan karakteristik siswa. Karakteristik lain yang dimunculkan dari penerapan model ini yaitu aktivitas mendesain pada proses menyelesaikan proyek. Hal ini seperti yang disampaikan oleh Abdurrahman (2019) yang menyatakan bahwa karakteristik *Project Based Learning* menekankan pada proses mendesain yang mana merupakan pendekatan sistematis dalam mengembangkan solusi dari masalah yang ada. Berdasarkan beberapa karakteristik di atas, pembelajaran berbasis proyek mendukung siswa untuk dapat berkolaborasi, mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, dan mengarahkan mereka untuk mengakses informasi sendiri dan mendemonstrasikannya (Chiang dan Lee, 2016).

Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa model *Project Based Learning* memberikan pengaruh atau hasil yang positif. Pengaplikasian model *Project Based Learning* menurut Yani & Taufik (2020) dapat mendorong siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran, semakin kreatif, percaya diri, dan mampu bekerja mandiri dalam menyelesaikan suatu proyek yang diberikan. Menurut Hayati (2019), model pembelajaran berbasis proyek dianggap efisien untuk menciptakan kreativitas belajar dikarenakan peserta didik secara aktif berpartisipasi dalam kegiatan penyelidikan. Selain itu, *Project Based Learning* memiliki manfaat yang bermakna bagi keterampilan pemecahan masalah siswa yaitu: pemikiran kritis, kreatif, dan kemampuan spasial untuk memecahkan masalah (Hindriyanto dkk., 2019). Hasil studi menunjukkan bahwa *Project Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa (Wulandari dkk., 2019; Zakiah & Fajriadi, 2020; Zakiah dkk., 2020a). *Project Based Learning* memberikan kesempatan pada siswa untuk berinovasi dan menyampaikan ide-ide yang

diperoleh. Hal ini sejalan dengan pendapat Aliyah (2017) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu untuk menggeser fokus pembelajaran dari fakta ke eksplorasi ide. Berdasarkan uraian tersebut, *Project Based Learning* dikatakan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Fisher *et al.* (2022) merujuk pada enam tahapan *Project Based Learning* yang diterangkan oleh *The George Lucas Educational Foundation* antara lain: 1) *beginning with essential questions*; 2) *the planning rules of the project*; 3) *make a schedule of activities*; 4) *monitoring student project development*; 5) *evaluation of students' work*; 6) *evaluation of students' learning experiences*. Rismawati (2019) juga menyatakan tahapan *Project Based Learning* ke dalam lima Langkah yaitu: 1) mendiskusikan tema proyek dengan siswa; 2) memberikan kebebasan kepada siswa dalam menentukan pembagian kelompok; 3) memfasilitasi siswa dalam menemukan peralatan dan referensi yang mendukung proyek; 4) membimbing siswa secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek; dan 5) menentukan kriteria pelaporan hasil pembuatan proyek. Berikutnya, Siswono (2018) menyatakan bahwa terdapat enam tahapan *Project Based Learning* yang dalam hal ini sesuai dengan implementasi Kurikulum 2013 yang dipaparkan oleh tim pengembang kurikulum Kemdikbud RI antara lain: memulai dengan pertanyaan esensial (*start with the essential questions*), merancang perencanaan proyek (*desain a plan for the project*), menyusun jadwal penyelesaian proyek (*create a schedule*), memonitoring dan mengawasi kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*), menilai hasil proyek (*assess the outcome*), dan mengavaluasi hasil proyek (*evaluate the experience*).

3. STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

STEM merupakan akronim dari *science, technology, engineering, and mathematics*. Menurut Sartika (2019), STEM merupakan salah satu konsep pendidikan yang mengintegrasikan beberapa bidang ilmu pengetahuan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konsep pelaksanaan pembelajaran. Pada aktivitas pembelajaran, STEM dapat dipahami sebagai sebuah pendekatan

pembelajaran yang terintegrasi dengan empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk mengembangkan kemampuan kreativitas siswa melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Mulyani, 2019; Susanti & Kurniawan, 2020). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan empat aspek yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Komponen yang termuat dalam STEM terdapat dalam empat aspek sesuai dengan akronimnya yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika (Saputri *et al.*, 2022). Pada kurikulum 2013 hanya sains dan matematika yang lebih banyak diajarkan di tingkat dasar hingga menengah, sedangkan teknik dan teknologi dilibatkan dalam aktivitas pembelajaran melalui media pembelajaran ataupun bahan ajar yang digunakan (Rahmawati & Djuandi, 2022). Komponen yang ada di dalam STEM dideskripsikan oleh Izzati dkk. (2019) disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komponen-komponen STEM

Komponen	Deskripsi
Sains (<i>science</i>)	Berupa fakta, konsep, prosedur tentang sains yang terkandung di dalam kompetensi dasar yang akan dipelajari.
Teknologi (<i>technology</i>)	Berupa teknologi yang akan digunakan dan atau dikembangkan.
Teknik (<i>engineering</i>)	Aktivitas rekayasa: produk apa yang akan dirancang, alat dan bahan yang diperlukan, menguji coba keoptimalan produk, evaluasi hasil produk, dan lain-lain.
Matematika (<i>mathematics</i>)	Aktivitas matematika yang diperlukan dalam perhitungan, seperti: konsep matematika yang diterapkan, teorema/rumus yang diperlukan.

Wandini dkk. (2023) memberikan contoh penerapan pembelajaran menggunakan STEM untuk tiap komponennya antara lain: 1) pada bidang sains dapat diterapkan dengan mengaitkan masalah matematika dengan kehidupan sehari-hari; 2) pada bidang teknologi dapat diterapkan dengan menggunakan teknologi yang tepat salah satunya kalkulator matematika seperti aplikasi kalkulator matematika Desmos dan Geogebra; 3) pada bidang teknik dapat diterapkan dalam mencari solusi untuk

mengkonstruksi pemecahan masalah yang berkaitan; dan 4) pada bidang matematika dapat diterapkan melalui keterampilan untuk menganalisis dan menginterpretasikan data.

Adapun mengenai komponen yang termuat di dalam STEM, Kelley & Knowles (2016) menyatakan bahwa STEM adalah pendekatan dengan mengajarkan dua atau lebih aspek yang ada di dalam STEM pada siswa dalam aplikasi yang mengaitkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konteks kehidupan nyata untuk meningkatkan pengalaman belajar mereka. STEM melibatkan aplikasi yang berkaitan setidaknya dua bidang dari sains, teknologi, teknik, dan matematika yang disatukan dalam konteks berdasarkan kehidupan nyata (Moore *et al.*, 2014; Way *et al.*, 2019). Artinya, pendekatan STEM dapat diterapkan hanya dengan menggabungkan dua atau lebih bidang yang ada dalam STEM.

Penerapan STEM menurut Roberts dan Cantu (dalam Singgih, 2020) dibagi ke dalam tiga bentuk yaitu terpisah (*Silo Approach*), tertanam (*Embedded Approach*), dan terpadu atau terintegrasi (*Integrated Approach*). STEM terintegrasi mengaitkan seluruh komponen sebagai satu kesatuan komponen. Melalui STEM terintegrasi, guru harus mampu menghilangkan batasan masing-masing komponen STEM dan mampu menyampaikan kepada siswa dengan lancar, meskipun pembelajaran dilakukan pada kelas dan waktu yang berbeda. Sumaji (2019) menerangkan bahwa pendekatan STEM terpadu berbeda dari pendekatan STEM lainnya. Pada pendekatan terpadu, komponen STEM tidak diajarkan secara terpisah melainkan saling terintegrasi satu sama lain dan menuntut siswa untuk menghubungkan berbagai subjek STEM yang tersebut. Wang (dalam Sumaji, 2019) menyatakan bahwa pengintegrasian mata pelajaran tersebut dimulai dengan identifikasi masalah nyata yang terjadi di lingkungan siswa dengan menggunakan pemikiran tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah sehingga dapat diambil kesimpulan dalam upaya penyelesaian masalah tersebut.

Pada penerapannya, pendekatan STEM juga dapat diintegrasikan dengan beberapa model pembelajaran seperti *Problem Based Learning*, *Project Based Learning*, dan

Inquiry Learning (Wahono *et al.*, 2020). Astuti dkk. (2019) menyampaikan bahwa model pembelajaran berbasis proyek sangat berpotensi membuat pengalaman belajar siswa lebih menarik, di mana kerja sama dalam tim dapat membentuk kreativitas dan pengalaman belajar siswa dengan proyek yang nyata. Selain itu, pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM dapat mengembangkan inovasi dan ide kreatif pada diri siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Hanif *et al.* (2019) yang menyampaikan bahwa pelaksanaan pembuatan proyek berbasis STEM dapat mengembangkan *novelty* (kebaruan) yang terdiri atas aspek orisinalitas dan aspek *germinal* (menginspirasi munculnya ide-ide baru).

Terdapat banyak hal yang dapat diperoleh dengan mengintegrasikan STEM yang dapat mendukung pembelajaran. Pada aspek teknik dan teknologi, misalnya siswa dapat mengasah kemampuan pemecahan masalah dan membantu siswa untuk kreatif dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi (Bedada & Machaba, 2022). Selain itu, Sasmita *et al.* (2021) juga berpendapat bahwa STEM berusaha menumbuhkan inovasi dalam diri siswa dan mendorong siswa untuk mampu berpikir kreatif. Tidak hanya itu, penelitian yang dilakukan Khotimah *et al.* (2021) menyimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan STEM di Indonesia efektif diterapkan pada siswa untuk mendukung kemampuan literasi sains, berpikir kreatif, berpikir kritis, perilaku, dan karakter. Menurut Suherman *et al.* (2021), pembelajaran STEM yang diikaitkan dengan dunia nyata juga dapat melatih kepekaan (*sensitivity*) siswa khususnya peka terhadap permasalahan dunia nyata dan membuat siswa mampu memberikan berbagai jawaban atau solusi disertai justifikasi terhadap berbagai fenomena yang terkandung di dalamnya. Jadi, STEM merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang memiliki peluang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa dengan mengombinasikan dua atau lebih bidang ilmu yang memuat empat aspek pengetahuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika serta mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari.

4. *Project Based Learning* Terintegrasi STEM

Penerapan pendekatan STEM merupakan upaya untuk mengembangkan pemikiran, penalaran, kerja tim, investigasi, dan keterampilan abad 21 yang dapat digunakan oleh siswa dalam setiap aktivitas kehidupan mereka (Fajrina, dkk., 2020). Pembelajaran berbasis STEM dapat dikemas dalam model *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry Based Learning* dan *Project Based Learning* (Rahmania, 2021). Menurut Rahmawati & Juandi (2022), integrasi *Project Based Learning* terintegrasi STEM lebih banyak digunakan daripada *Problem Based Learning* terintegrasi STEM. Hal ini sejalan dengan pendapat Susanti & Kurniawan (2020) bahwa *Project Based Learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013, salah satunya yaitu penerapannya dalam pembelajaran matematika. Oleh sebab itu, beberapa materi dalam pembelajaran matematika dapat diintegrasikan menggunakan pendekatan STEM dengan memberikan tugas berbasis proyek yang berpusat pada siswa agar terlatih untuk berpikir kreatif dan kolaboratif (Sumaji, 2019).

STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan empat komponen utama dalam pendidikan yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika yang dapat membuat siswa memiliki kemampuan mendesain, kreativitas, dan inovasi (Narut dkk, 2022). Pendekatan STEM juga dapat menstimulus siswa untuk mengeksplorasi rasa ingin tahunya dalam memahami materi dan siswa dituntut untuk bertanggung jawab dalam kegiatan pembelajaran sehingga membuat siswa melakukan proses berpikir kritis (Khoiriyyah dkk., 2022). Dengan demikian, Melalui penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran, siswa memiliki pengalaman belajar yang sangat bermanfaat dengan memadukan pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis untuk mendukung kemampuan desain, kreativitas, dan inovasi.

Pada pembelajaran matematika, STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan nyata (Mulyani, 2019). Sedangkan, model *Project Based Learning* yaitu pembelajaran inovatif dan kolaboratif berbasis

proyek yang melibatkan siswa untuk berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran untuk membangun pengetahuan, pemahaman, keterampilan, dan memecahkan masalah (Kusadi, 2021; Fernandes *et al.*, 2021). Jadi, dapat disimpulkan bahwa *Project Based Learning* terintegrasi STEM adalah pembelajaran dengan mengombinasikan empat aspek utama yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika serta menekankan pada proses pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan siswa untuk berperan aktif, berpikir kritis, kreatif, dan inovatif dalam memecahkan masalah nyata.

Mengintegrasikan model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran merupakan salah satu hal yang cocok untuk mendukung kemampuan berpikir kreatif siswa. Rahmania (2021) berpendapat bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM yang diimplementasikan dalam model *Project Based Learning* akan membuat siswa menjadi tertantang untuk berpikir kritis, kreatif, inovatif dalam memecahkan masalah nyata dengan melibatkan kolaborasi aktivitas kelompok. Penelitian yang dilakukan oleh Hanif dkk., (2019) juga menyampaikan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa setelah menerapkan pembelajaran berbasis proyek dengan STEM terbukti lebih baik. Sejalan dengan itu, penggunaan model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik dengan kategori tinggi, yang mana mayoritas siswa menunjukkan respons yang cukup baik terhadap model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM (Octaviyani dkk., 2020).

Menurut Dewi dkk. (2023), model *Project Based Learning* akan lebih maksimal jika diintegrasikan dengan penggunaan teknologi sesuai dengan perkembangan zaman. Hal ini sesuai dengan aspek yang termasuk di dalam STEM yaitu *technology*. Bersesuaian dengan hal itu, Jannah & Atmojo (2022) berpendapat bahwa pendidikan abad 21 merupakan aspek yang berdampingan dengan pemanfaatan teknologi digital dan pembelajaran yang mendukung kemampuan yang dibutuhkan di era digital, salah satunya yaitu kemampuan berpikir kreatif. Terdapat banyak bentuk pengaplikasian teknologi dalam kegiatan pembelajaran.

Pada pembelajaran matematika salah satunya yaitu penggunaan *software* atau *website* kalkulator grafik seperti GeoGebra dan Desmos. *Software* tersebut dapat digunakan siswa sebagai media yang menjembatani sekaligus memudahkan siswa dalam memahami konsep dan digunakan sebagai alat pada pembelajaran berbasis proyek. Hal tersebut sesuai dengan hasil studi Sukamto (2022) yang menyatakan bahwa teknologi khususnya *software* matematika berperan untuk menjembatani masalah yang terdapat pada proyek sehingga siswa dapat menemukan solusi terhadap masalah tersebut.

Contoh penerapan lain teknologi dalam aktivitas pembelajaran yaitu penggunaan *game* digital sebagai bahan belajar. Hasil studi Dondio *et al.* (2023) menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan *game* efektif untuk mengurangi kecemasan belajar matematika (*math anxiety*). *Game* tertentu memiliki hal yang menarik untuk dijadikan bahan belajar. Hal tersebut dapat membuat siswa lebih nyaman ketika belajar karena tidak merasa terus belajar secara formal dan mendorong siswa untuk belajar atas dasar minat serta motivasi dari dalam diri mereka.

Tahap-tahap *Project Based Learning* terintegrasi STEM yang efektif menurut Laboy-Rush dalam Wijayanto dkk. (2020) dan Rahmania (2021) adalah menggunakan lima tahap yaitu refleksi (*reflection*), penyelidikan (*research*), penemuan (*discovery*), penerapan (*application*), dan komunikasi (*communication*).

a. Refleksi (*Reflection*)

Pada tahap refleksi, siswa diarahkan ke dalam konteks masalah dan menginspirasi siswa untuk segera melakukan penyelidikan. Siswa juga distimulasi untuk merefleksi topik pembelajaran yang sudah pernah diperoleh sebelumnya. Hal ini diharapkan mampu memotivasi siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran dan meningkatkan rasa ingin tahunya. Guru dapat membantu siswa untuk merefleksi dengan menggunakan media video atau gambar supaya dapat menarik minat siswa. Siswa diharapkan mampu untuk memahami topik pembelajaran secara utuh dengan diskusi dan tanya jawab untuk menelaah konteks masalah yang dikaitkan dengan dunia nyata. Agustina dkk. (2019) dan Wiratman dkk. (2019) menyatakan bahwa

pada tahap *reflection* model *Project Based Learning* terintegrasi STEM siswa mengaitkan pembelajaran dengan pengalaman dunia nyata.

b. Penyelidikan (*Research*)

Menurut Octaviyani dkk. (2020), pada tahap *research* siswa diarahkan untuk mencari informasi, mendesain dan mengembangkan pemahaman konseptual yang relevan berdasarkan proyek. Pada tahap ini, siswa diberikan kegiatan berupa tugas mengenai mencari atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan dan melakukan diskusi terkait materi pembelajaran untuk mendukung kegiatan proyek yang dilakukan. Guru berperan membimbing dan mengarahkan siswa untuk mengambil sumber informasi yang benar dan relevan yang meliputi kumpulan fakta, definisi, konsep, dan teori ilmiah yang berkaitan dengan materi. Siswa dibimbing untuk berdiskusi dalam menentukan proyek. Guru juga dapat memberikan pertanyaan yang menantang mengenai proses langkah kerja penyelesaian proyek. Tujuan dari tahap ini yaitu siswa dapat memahami prinsip kerja dan cara kerja proyek yang akan dibuat.

c. Penemuan (*Discovery*)

Tahap penemuan (*discovery*) merupakan tahap yang menghubungkan antara tahap penyelidikan (*research*) dengan tahap aplikasi (*application*). Pada tahap ini, siswa mencari temuan yang dilanjutkan dengan rencana penyusunan proyek. Temuan yang dimaksud yaitu menentukan apa yang belum diketahui dan menemukan kesulitan-kesulitan dalam topik pembelajaran. Proses mendesain juga dilakukan pada tahap *discovery*. Menurut Octaviyani dkk. (2020), tahap *discovery* membantu siswa untuk mampu menyajikan solusi yang mungkin dari sebuah masalah, berkolaborasi, dan menyusun langkah dari proses merancang untuk mendesain.

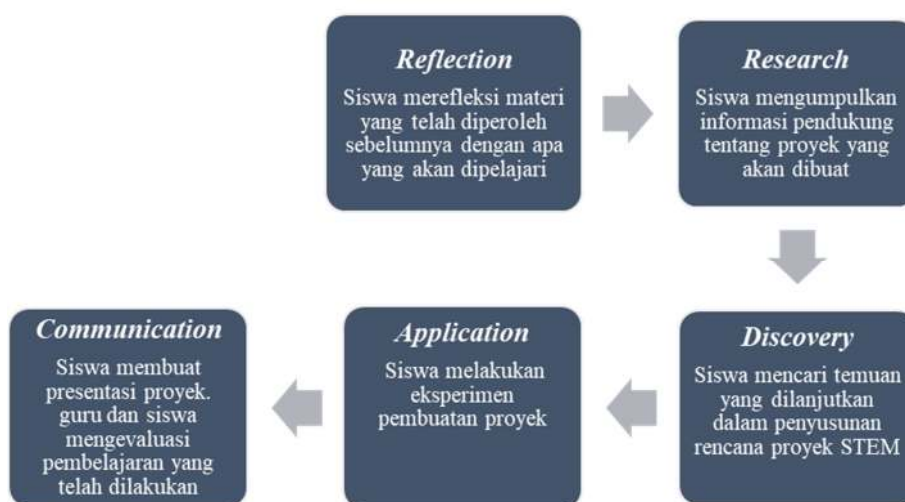
d. Aplikasi (*Application*)

Pada tahap ini, siswa menyelesaikan proyek dan menggunakan pengetahuan yang mereka miliki dan membuat mereka untuk berpikir kreatif. Siswa merealisasikan proyek dengan menerapkan langkah-langkah pengerjaan yang telah direncanakan.

Lalu, proyek yang telah dibuat oleh siswa diberikan penilaian proyek dalam tiga aspek yaitu bagaimana siswa melakukan perencanaan, hasil produk, dan laporan.

e. Komunikasi (*Communication*)

Tahap ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mempresentasikan hasil proyek dan pengamatan mereka. Menurut Mentzer (2011), pada tahap *communicating* siswa membagikan ide dan temuan mereka dengan siswa lain untuk menerima *feedback* seperti yang dilakukan seorang *engineer* dengan *engineer* lainnya. Aktivitas yang dapat dilakukan yaitu diskusi dan tanya jawab antar siswa secara terbuka.



Gambar 2.1 Tahap Model *Project Based Learning* Terintegrasi STEM (Adriyawati dkk., 2020)

Pada penerapannya, pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM lebih banyak dilakukan di luar jam pelajaran kelas ketika merealisasikan proyek. Sari dkk. (2019) menyampaikan bahwa siswa dapat mengerjakan proyek di luar jam pembelajaran sekolah dan melaporkan progres penyelesaian setiap kali pertemuan pembelajaran pada proses penyelesaian proyek. Hal ini berkaitan dengan jumlah waktu pada pembelajaran *Project Based Learning* terintegrasi STEM yang merupakan salah satu tantangan di mana sulit untuk menyelesaikan proyek STEM dalam waktu yang relatif singkat sehingga membutuhkan banyak aktivitas di luar jam sekolah. Oleh karena itu, supaya siswa menyelesaikan proyek STEM dengan tepat waktu dibutuhkan peran guru sebagai

motivator dan fasilitator selama proses pembelajaran (Yamin *et al.*, 2020). Hal ini bersesuaian dengan pendapat Ahmad dkk. (2020) yang menerangkan bahwa pada penerapan *Project Based Learning* dengan STEM, guru berperan penting untuk membimbing siswa memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian proyek, mengeksekusi rencana, dan membuat kesimpulan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* terintegrasi STEM adalah proses belajar mengajar dengan mengombinasikan empat aspek utama yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika serta menekankan pada proses pembelajaran berbasis proyek yang terdiri dari lima tahap yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*. Oleh karena itu, tahap model *Project Based Learning* terintegrasi STEM yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu refleksi (*reflection*), penyelidikan (*research*), penemuan (*discovery*), penerapan (*application*), dan komunikasi (*communication*).

5. Pembelajaran Konvensional

Menurut Magdalena (2018), pembelajaran konvensional merupakan pembelajaran yang digunakan guru dalam pembelajaran sehari-hari dengan menggunakan model yang bersifat umum dan tidak menyesuaikan model yang sesuai berdasarkan sifat dan karakteristik dari materi yang diajarkan (Magdalena, 2018). Menurut Wulansari (2014) pembelajaran konvensional merupakan kegiatan belajar mengajar yang selama ini kebanyakan dilakukan oleh guru yang ada di dalamnya aktivitas guru mendominasi kelas. Bersesuaian dengan itu, Jafar (2021) menjelaskan bahwa pembelajaran konvensional adalah pembelajaran yang umum dilakukan dalam proses pembelajaran melalui penerangan dan penuturan secara lisan oleh guru terhadap siswa di kelasnya. Khalaf dan Zin (2018) juga menjelaskan bahwa pada pembelajaran konvensional, guru merupakan pusat pembelajaran di kelas yang menjadi sumber informasi pembelajaran dan siswa sebagai penerima informasi.

Pembelajaran konvensional merupakan pembelajaran konvensional nasional. Menurut Depdiknas (2008), konvensional berasal dari kata konvensional yang berarti pemufakatan atau kesepakatan. Pembelajaran konvensional diartikan sebagai pembelajaran yang disepakati secara nasional. Konvensional yang dimaksud adalah pembelajaran konvensional pada Kurikulum 2013. Menurut Permendikbud No. 103 tahun 2014, pembelajaran pada Kurikulum 2013 menggunakan pendekatan saintifik atau pendekatan berbasis proses keilmuan. Pendekatan saintifik memberikan lima pengalaman belajar yaitu: 1) mengamati; 2) menanya; 3) mengumpulkan informasi/mencoba; 4) menalar/mengasosiasi dan 5) mengomunikasikan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran konvensional adalah pembelajaran yang telah disepakati dan biasa digunakan guru untuk diterapkan di dalam kelas dengan menyesuaikan materi yang diajarkan berdasarkan kurikulum yang berlaku. Pembelajaran konvensional yang dimaksud yaitu pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik kurikulum 2013 dalam aktivitas pembelajaran.

6. Pengaruh

Menurut KBBI, pengaruh adalah daya yang ada atau timbul dari sesuatu (orang atau benda) yang membentuk watak, kepercayaan, atau perbuatan seseorang. Menurut Cahyono (2016), pengaruh merupakan suatu daya yang membentuk atau memberi perubahan pada yang lainnya. Sedangkan, menurut Kusnia (2013), pengaruh menunjukkan pada suatu yang mampu memberikan dorongan atau motivasi dan bantuan dalam mencapai suatu tujuan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pengaruh adalah perlakuan atau usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh perubahan atau efek. Pada penelitian ini, pengaruh yang diberikan bertujuan untuk meng-*upgrade* proses pembelajaran ke arah yang lebih baik. Model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dikatakan berpengaruh apabila kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran lebih tinggi daripada tanpa menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM.

B. Definisi Operasional

Dengan memperhatikan variabel-variabel penelitian, didefinisikan:

1. Kemampuan berpikir kreatif matematis adalah kemampuan untuk memecahkan masalah matematika dengan menciptakan gagasan dan ide matematis yang bervariasi dengan menerapkan prinsip kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian/orisinalitas (*originality*), dan keterperincian (*elaboration*).
2. Model *Project Based Learning* terintegrasi STEM adalah proses belajar mengajar dengan mengombinasikan empat aspek utama yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika serta menekankan pada proses pembelajaran berbasis proyek yang terdiri dari lima tahap yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.
3. Pembelajaran konvensional adalah model pembelajaran yang biasa digunakan guru untuk diterapkan di dalam kelas dengan menyesuaikan materi yang diajarkan. Pembelajaran konvensional yang dimaksud yaitu pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik kurikulum 2013 dalam aktivitas pembelajaran.
4. Pengaruh merupakan perlakuan yang diberikan dengan tujuan untuk memperoleh efek atau perubahan. Dalam penelitian ini, pengaruh yang diberikan bertujuan untuk meng-*upgrade* proses pembelajaran ke arah yang lebih baik. Dalam penelitian ini, model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dikatakan berpengaruh apabila kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran lebih tinggi daripada tanpa menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM.

C. Kerangka Pikir

Penelitian tentang pengaruh model *Project Based Learning* terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa terdiri dari satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas

adalah model *Project Based Learning* terintegrasi STEM sedangkan variabel terikatnya adalah tingkat kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Fase pembelajaran *Project Based Learning* terintegrasi STEM terdiri dari lima fase yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*. Melalui kelima fase ini, karakteristik pembelajaran yang akan muncul adalah pembelajaran yang aktif dan berpusat pada siswa serta menghasilkan output berupa produk hasil proyek. *Project Based Learning* terintegrasi STEM mengarahkan siswa untuk bertanggung jawab terhadap proyek yang diberikan dengan mengintegrasikan *science*, *technology*, *engineering*, dan *technology* di dalam proyeknya.

Tahap *reflection* bertujuan untuk mendorong siswa agar fokus ke dalam konteks persoalan yang berkaitan dengan materi yang diberikan. Di tahap ini siswa dirangsang untuk merefleksikan materi penunjang yang pernah diperoleh untuk mendukung materi yang akan dipelajari. Selain itu, guru dapat menyampaikan materi pembelajaran dengan menggunakan media video atau gambar untuk menarik minat siswa dan memudahkan siswa untuk memahami topik pembelajaran dengan diskusi dan tanya jawab untuk menelaah konteks persoalan matematika. Pada tahap ini, dimaksudkan untuk meminta siswa memberikan beragam ide atau gagasan yang menarik dan menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari dari persoalan matematika yang diberikan. Hal ini akan mendukung tercapainya indikator dalam aspek kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), dan keterperincian (*elaboration*) di mana siswa mampu merespon dan menyimpulkan persoalan yang diberikan serta menjawab masalah matematika dengan jawaban yang beragam dan relevan sebagai akibat dari merefleksi, mengaitkan, dan menghubungkan beragam gagasan atau ide dari suatu persoalan matematika.

Pada tahap *research* siswa melakukan kegiatan berupa tugas mencari dan mengumpulkan informasi terkait materi pembelajaran untuk mendukung kegiatan proyek yang akan dilaksanakan. Guru berperan membimbing dan mengarahkan siswa untuk mengambil sumber informasi yang valid dan relevan antara lain: kumpulan fakta, definisi, konsep, dan teori ilmiah yang berkaitan dengan materi.

Tujuan dari tahap ini yaitu siswa dapat memahami prinsip kerja dan cara kerja proyek dari aktivitas mengumpulkan informasi yang menunjang pembuatan proyek. Selama fase *research*, guru juga membimbing diskusi untuk menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek yang akan dilaksanakan. Tahap ini akan mendukung tercapainya indikator dalam aspek kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), dan keluwesan (*flexibility*) di mana siswa mampu menjawab persoalan matematika dengan jawaban yang beragam, relevan, dan lancar sebagai akibat dari beragam informasi yang telah diperoleh dan diolah siswa.

Berikutnya, di tahap *discovery* siswa melakukan aktivitas penyusunan jadwal proyek dan langkah-langkah pengerjaannya dalam kelompok yang telah ditentukan. Sebelum itu, guru mereview pembelajaran pada pertemuan sebelumnya. Siswa juga dibimbing untuk berdiskusi dengan kelompok untuk menentukan apa yang masih belum diketahui. Hal tersebut dilakukan melalui aktivitas mengidentifikasi dan mencoba-coba, seperti pada saat mendesain proyek. Setelah itu, siswa secara berkelompok menyusun perencanaan penyelesaian proyek. Secara garis besar langkah yang dapat diterapkan siswa dalam menyelesaikan proyek yaitu perencanaan, mendesain proyek, penyiapan alat dan bahan, pembuatan proyek, dan presentasi. Pada akhir tahap ini, guru dapat memberikan tugas untuk mengeksplorasi topik pembelajaran yang berkaitan dengan proyek. Tahap ini akan mendukung tercapainya indikator dalam aspek kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), dan keaslian (*originality*) di mana siswa dapat menggunakan beberapa cara dalam menyelesaikan persoalan matematika yang diberikan dengan cara yang tepat sebagai akibat dari temuan kesulitan atau hal-hal yang belum dipahami serta memberikan perincian jawaban berdasarkan ide dan cara yang diungkapkan.

Adapun di tahap *application*, siswa dimotivasi untuk menghadapi kesulitan dan membuat mereka untuk berpikir kreatif dalam menyelesaikan proyek dan menggunakan pengetahuan awalnya merealisasikan proyek sesuai rencana dan desain yang dibuat. Pada tahap ini, siswa menggunakan ide-ide baru dan

kreativitasnya untuk membuat proyek yang unik berdasarkan inovasi dari pemikiran mereka sendiri. Tahap ini akan mendukung tercapainya indikator dalam aspek kepekaan (*sensitivity*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), dan berpikir orisinal (*originality*) di mana siswa dapat mengungkapkan hal yang baru dan unik sebagai akibat dari realisasi perencanaan proyek yang kreatif dan berbeda dari orang lain.

Kemudian, tahap *communication* memberikan kesempatan bagi siswa untuk mempresentasikan hasil proyek dan pengamatan mereka. Siswa mengembangkan ide dari proyek dan disajikan dalam bentuk presentasi. Presentasi merupakan langkah yang penting dalam proses mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta menerima dan menerapkan perspektif orang lain. Lalu, proyek yang telah dibuat oleh siswa diberikan penilaian proyek dalam tiga aspek yaitu bagaimana siswa melakukan perencanaan, hasil produk, dan laporan. Tahap ini akan mendukung tercapainya indikator dalam aspek keluwesan (*flexibility*) dan keterperincian (*elaboration*) di mana siswa dapat memperinci secara detail suatu gagasan atau ide sebagai akibat dari pengembangan ide untuk dikomunikasikan dalam bentuk kegiatan presentasi secara kolaboratif.

Berdasarkan uraian di atas, tahap-tahap model *Project Based Learning* terintegrasi STEM memberikan kesempatan untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis pada siswa berdasarkan lima aspek indikator yang digunakan. Oleh karena itu, diharapkan penerapan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM tersebut memiliki peluang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

D. Anggapan Dasar

Anggapan dasar pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semua siswa kelas IX SMPN 2 Bandar Lampung memperoleh materi yang sama dan sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

2. Model *Project Based Learning* terintegrasi STEM belum pernah diterapkan di SMP Negeri 2 Bandar Lampung sebelum penelitian dilakukan.

E. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan sebelumnya, hipotesis pada penelitian ini yaitu:

1. Hipotesis Umum

Model *Project Based Learning* terintegrasi STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

2. Hipotesis Khusus

Terdapat hipotesis khusus dari penelitian ini yaitu peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM lebih tinggi daripada peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM.

III. METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 di SMP Negeri 2 Bandar Lampung. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas IX SMP Negeri 2 Bandar Lampung yang berjumlah 298 siswa dan terdistribusi ke dalam sepuluh kelas. Di antara sepuluh kelas tersebut terdapat dua kelas unggulan yaitu kelas IX-9 dan IX-10 sehingga kedua kelas tersebut dikecualikan dari pengambilan sampel. Distribusi kelas, guru matematika, dan nilai UAS terakhir kelas siswa IX disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rata-Rata Nilai UAS Matematika Semester Genap Tahun Ajaran 2022/2023

No	Kelas	Guru Kelas	Banyak Siswa	Rata-rata UAS
1	IX-1	A	28	47,00
2	IX-2		29	41,46
3	IX-3	B	30	58,38
4	IX-10		32	54,59
5	IX-5	C	30	34,83
6	IX-6		30	36,60
7	IX-7		29	42,86
8	IX-4	D	27	44,54
9	IX-8		29	45,83
10	IX-9		30	68,70
Rata-Rata				43,94

Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara memilih dua kelas yang diajar oleh guru yang sama dengan pertimbangan sebelum melakukan penelitian kedua kelas tersebut memperoleh perlakuan yang relatif sama. Setelah terpilih dua kelas yang menjadi sampel

penelitian, selanjutnya dipilih secara acak kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan teknik pengambilan sampel tersebut, terpilih dua kelas yaitu kelas IX-8 sebagai kelas eksperimen yang mendapatkan pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dan IX-4 sebagai kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran konvensional.

B. Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebasnya adalah model *Project Based Learning* terintegrasi STEM, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pretest-posttest control group design*. *Pretest* dilakukan sebelum diberikan perlakuan untuk mendapatkan data kemampuan awal berpikir kreatif matematis siswa. *Posttest* dilakukan setelah diberikan perlakuan untuk mendapatkan data kemampuan akhir berpikir kreatif matematis siswa. Menurut Sugiyono (2018) desain yang digunakan disajikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Desain Penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O_1	X	O_2
Kontrol	O_1	C	O_2

Keterangan:

O_1 : *Pretest* kemampuan berpikir kreatif matematis siswa

O_2 : *Posttest* kemampuan berpikir kreatif matematis siswa

X : Pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM

C : Pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran konvensional

C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu:

1. Tahap Persiapan Penelitian

Sebelum penelitian berlangsung, hal-hal yang dilakukan oleh peneliti meliputi:

- a. Melakukan observasi ke sekolah tempat penelitian yaitu SMPN 2 Bandar Lampung untuk melihat kondisi lapangan, seperti banyak kelas, banyak siswa, cara mengajar guru, dan karakteristik siswa pada tanggal 11 Agustus 2023.
- b. Menentukan populasi dan sampel penelitian yaitu memilih siswa kelas IX SMPN 2 Bandar Lampung sebagai populasi dan menetapkan penentuan sampel dengan teknik *purposive sampling*. Terpilih satu kelas eksperimen yaitu kelas IX.8 dan satu kelas kontrol yaitu kelas IX.4.
- c. Menetapkan materi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian yaitu materi fungsi kuadrat.
- d. Menyusun proposal penelitian beserta dengan perangkat pembelajaran materi fungsi kuadrat dan instrumen tes yang digunakan dalam penelitian.
- e. Melakukan uji validitas isi instrumen tes.
- f. Melakukan uji instrumen penelitian pada tanggal 10 September 2023.
- g. Menganalisis data hasil uji coba instrumen tes untuk mengetahui reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Saat penelitian berlangsung, hal-hal yang dilakukan oleh peneliti meliputi:

- a. Melaksanakan *pretest* untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif matematis awal siswa pada tanggal 24 September 2023 di kelas kontrol dan tanggal 26 September 2023 di eksperimen.
- b. Melaksanakan pembelajaran matematika menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol pada tanggal 25 September-26 Oktober 2023.
- c. Melaksanakan *posttest* untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif matematis akhir siswa pada tanggal 24 Oktober 2023 di kelas kontrol dan tanggal 27 Oktober 2023 pada di eksperimen.

3. Tahap Akhir

Setelah penelitian berlangsung, hal-hal yang dilakukan oleh peneliti meliputi:

- a. Mengumpulkan data dari sampel terkait hasil *pretest* dan *posttest*.
- b. Mengolah dan menganalisis hasil data yang diperoleh dari masing-masing kelas.
- c. Membuat kesimpulan dan laporan hasil penelitian.

D. Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang diolah dan dianalisis pada penelitian ini berupa data kuantitatif tentang kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Data tersebut terdiri dari dua data kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yaitu data awal sebelum mendapat perlakuan yang direpresentasikan dengan skor *pretest* dan data akhir setelah mendapat perlakuan yang direpresentasikan dengan skor *posttest*. Setelah memperoleh data skor *pretest* dan skor *posttest* diperoleh data peningkatan skor (*gain*) yang juga dianalisis sebagai hasil dari penelitian ini.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian adalah teknik tes berbentuk uraian. Tes dilaksanakan sebanyak dua kali yaitu pada awal (*pretest*) dan akhir (*posttest*) pembelajaran. Pemberian *pretest* dilakukan untuk mengetahui data awal kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Sedangkan pemberian *posttest* dilakukan untuk mengetahui data akhir kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Berdasarkan data *pretest* dan *posttest* yang didapat berikutnya dikalkulasi data peningkatannya (*n-gain*).

E. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen tes baik *pretest* maupun *posttest*. Instrumen tes pada penelitian ini menggunakan tiga soal uraian pada materi fungsi kuadrat kelas IX SMP/MTs. Tes yang digunakan yaitu jenis tes uraian di mana penskoran jawaban berdasarkan komponen indikator kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang disajikan pada Lampiran B.4 pada halaman 208. Untuk mendapatkan data yang akurat, instrumen yang digunakan harus memenuhi kriteria instrumen tes yang layak untuk digunakan. Instrumen tes yang

layak digunakan yaitu instrumen tes yang memenuhi syarat valid dan reliabel, serta memenuhi kriteria tingkat kesukaran dan daya pembeda.
yang ditentukan

1. Validitas Instrumen

Validitas pada penelitian ini didasarkan pada validitas isi. Validitas isi ini dapat diketahui dengan menilai kesesuaian antara isi yang terkandung pada instrumen tes terhadap indikator kemampuan berpikir kreatif matematis. Suatu tes masuk dalam kategori valid apabila butir soal tes telah sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kreatif matematis dan indikator pencapaian kompetensi yang diukur. Pada penelitian ini, validitas tes dikonsultasikan kepada dosen pembimbing dan guru mata pelajaran matematika. Penilaian kesesuaian antara isi tes dengan isi kisi-kisi tes yang diukur serta kesesuaian antara pemilihan diksi yang digunakan dalam tes dengan kemampuan bahasa pada siswa dilakukan dengan menggunakan daftar centang atau *checklist* oleh guru. Berdasarkan uji validitas yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa instrumen valid dan dapat digunakan. Hasil uji validitas selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.1 halaman 210.

2. Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas dipakai untuk menunjukkan tingkat keandalan instrumen. Menurut Arikunto (2008), reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data dalam penelitian. Perhitungan koefisien reliabilitas instrumen tes pada penelitian ini didasarkan pada pendapat Sudijono (2015) yang menyatakan bahwa untuk menghitung koefisien reliabilitas tes (r_{11}) dapat digunakan rumus *Alpha Cronbach* yaitu:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \left(\frac{\sum S_i^2}{S^2} \right) \right)$$

Keterangan:

r_{11} : koefisien reliabilitas tes
 n : Banyak item soal

- 1 : Bilangan konstan
 $\sum S_i^2$: Jumlah varians skor tiap item
 S_i^2 : Total varians

Kriteria reliabilitas tes yang digunakan adalah seperti yang disampaikan oleh Sudijono (2015), yaitu seperti yang disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Interpretasi Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas (r_{11})	Kriteria
$r_{11} \geq 0,70$	Reliabel
$r_{11} \leq 0,69$	Tidak reliabel

(Sumber: Sudijono, 2015)

Kriteria koefisien reliabilitas instrumen tes yang digunakan pada penelitian ini adalah koefisien reliabilitas dengan kriteria reliabel. Setelah dilakukan kalkulasi terhadap hasil uji coba instrumen tes kemampuan berpikir kreatif matematis siswa, diperoleh koefisien reliabilitas sebesar 0,78. Menurut hasil tersebut, instrumen dinyatakan telah memenuhi kriteria reliabel. Perhitungan reliabilitas instrumen tes dapat dilihat pada Lampiran C.3 halaman 213.

3. Daya Pembeda

Daya pembeda suatu item soal mengukur sejauh mana suatu soal mampu membedakan siswa berkemampuan tinggi dengan siswa berkemampuan rendah (Revita dkk., 2018). Sebelum menghitung daya pembeda tiap item soal, terlebih dahulu peneliti mengurutkan siswa yang memperoleh nilai paling tinggi sampai siswa yang memperoleh nilai paling rendah. Menurut Sudijono (2015), indeks daya pembeda butir soal dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DP = \frac{J_A - J_B}{\text{Skor maksimum}}$$

Keterangan:

- J_A : Rata-rata kelompok atas
 J_B : Rata-rata kelompok bawah
 DP : Indeks Daya pembeda

Kriteria tolak ukur daya pembeda butir soal yang digunakan menurut Sudijono (2015) ditampilkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Interpretasi Indeks Daya Pembeda

Indeks Daya Pembeda	Kriteria
$0,71 \leq DP \leq 1,00$	Sangat baik
$0,41 \leq DP \leq 0,70$	Baik
$0,21 \leq DP \leq 0,40$	Cukup
$0,01 \leq DP \leq 0,20$	Buruk
$-1,00 \leq DP \leq 0,00$	Sangat buruk

(Sumber: Sudijono, 2015)

Kriteria indeks daya pembeda instrumen tes yang digunakan pada penelitian ini adalah daya pembeda dengan kriteria cukup, baik, dan sangat baik. Berdasarkan perhitungan hasil uji coba instrumen tes kemampuan berpikir kreatif matematis, diperoleh bahwa indeks daya pembeda soal nomor 1 sebesar 0,40 dan terkategori cukup, soal nomor 2 sebesar 0,37 dengan kategori cukup, dan soal nomor 3 sebesar 0,35 dengan kategori cukup. Hal tersebut menunjukkan bahwa instrumen tes yang diujicobakan sudah mempunyai daya pembeda yang sesuai dengan kriteria yang dipakai. Perhitungan nilai daya pembeda tiap item soal dapat dilihat pada Lampiran C.4 halaman 215.

4. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran adalah salah satu indikator yang menunjukkan kualitas butir soal termasuk ke dalam kriteria sukar, sedang, atau mudah. Suatu butir soal dikatakan baik apabila termasuk ke dalam kriteria tidak terlalu mudah dan terlalu sukar (Revita dkk., 2018). Menurut Lestari dan Yudhanegara (2018), indeks tingkat kesukaran butir soal (TK) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$TK = \frac{N_p}{N}$$

Keterangan:

TK : Tingkat kesukaran

N_p : Jumlah skor yang diperoleh siswa pada suatu butir soal

N : Jumlah skor maksimum yang dapat diperoleh siswa pada suatu butir soal

Tingkat kesukaran butir soal yang digunakan menurut Lestari dan Yudhanegara (2018) diinterpretasikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Interpretasi Tingkat Kesukaran

Indeks Tingkat Kesukaran	Kriteria
$TK = 0,00$	Sangat sukar
$0,00 < TK \leq 0,30$	Sukar
$0,30 < TK \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < TK \leq 1,00$	Mudah
$TK = 1,00$	Sangat Mudah

(Sumber: Lestari dan Yudhanegara, 2018)

Interpretasi tingkat kesukaran instrumen tes yang digunakan pada penelitian ini adalah kesukaran dengan kriteria sedang dan sukar. Berdasarkan perhitungan hasil uji coba instrumen tes kemampuan berpikir kreatif matematis siswa, diperoleh tingkat kesukaran soal sebesar 0,53 dengan kriteria sedang untuk soal nomor 1, tingkat kesukaran sebesar 0,52 dengan kriteria sedang untuk soal nomor 2, dan tingkat kesukaran sebesar 0,29 dengan kriteria sukar untuk soal nomor 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa instrumen tes yang diujicobakan sudah mempunyai tingkat kesukaran yang sesuai dengan kriteria yang diterima. Perhitungan tingkat kesukaran tiap item soal selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.5 halaman 217. Berikut ini juga disajikan rekapitulasi hasil uji coba instrumen tes pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes

Nomor Soal	Validitas	Reliabilitas	Daya Pembeda	Tingkat Kesukaran	Kesimpulan
1	Valid	0,78 (Reliabel)	0,40 (Cukup)	0,53 (Sedang)	Layak Digunakan
2			0,37 (Cukup)	0,52 (Sedang)	
3			0,35 (Cukup)	0,29 (Sukar)	

Tabel 3.6 menunjukkan bahwa tiap item soal instrumen tes kemampuan berpikir kreatif matematis valid dan reliabel, serta daya pembeda dan tingkat kesukarannya sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Dengan demikian, seluruh item soal instrumen tes layak untuk digunakan dalam mengumpulkan data kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

F. Teknik Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk menguji kebenaran suatu hipotesis. Data yang diperoleh adalah data kuantitatif yang terdiri dari skor tes kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dan model pembelajaran konvensional. Dari tes kemampuan berpikir kreatif matematis, didapat data skor *pretest*, *posttest*, dan skor peningkatan (*normalized gain*). Data tersebut dianalisis menggunakan uji statistik untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* terintegrasi STEM ditinjau dari peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Menurut Hake (1998), besarnya peningkatan (*g*) dihitung dengan rumus gain skor ternormalisasi (*normalized gain*) yaitu:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{Posttest score} - \text{Pretest Score}}{\text{Maximum possible score} - \text{Pretest Score}}$$

Pengolahan data dan analisis data kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dilakukan dengan uji statistik terhadap data skor peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa (*gain*). Sebelum dilakukan uji statistik pada data skor peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa, perlu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Pengujian prasyarat ini dilakukan untuk mengetahui apakah data sampel berasal dari data populasi yang berdistribusi normal atau tidak normal dan memiliki varians yang homogen atau non homogen.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas data dilakukan untuk mengetahui apakah data pada dua kelompok sampel yang diteliti berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Rumusan hipotesis untuk uji ini antara lain:

H_0 : Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

H_1 : Data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal.

Dalam penelitian ini digunakan uji Chi-Kuadrat untuk menguji hipotesis di atas. Uji Chi-Kuadrat menurut Sudjana (2005:65) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

- χ^2 : Harga uji Chi-Kuadrat
- O_i : Frekuensi harapan
- E_i : Frekuensi yang diharapkan
- k : Banyaknya pengamatan

Dengan kriteria uji yaitu H_0 diterima jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$, dengan $\chi^2_{tabel} = \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$.

Hasil uji normalitas data skor peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil Uji Normalitas Data Skor Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa

Kelas	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Keputusan Uji
Eksperimen	1,897	7,815	H_0 diterima
Kontrol	16,758		H_0 ditolak

Berdasarkan hasil uji normalitas, diketahui bahwa keputusan ujij untuk kelas eksperimen adalah H_0 diterima sehingga disimpulkan bahwa data *gain* berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan keputusan uji untuk kelas kontrol adalah H_0 ditolak sehingga disimpulkan bahwa data *gain* berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.5 halaman 237.

2. Uji Hipotesis

Setelah dilakukan uji normalitas pada data *gain* kemampuan berpikir kreatif matematis siswa diketahui bahwa data *gain* berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal. Menurut Hollander *et al.* (2015), jika data yang berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal maka uji hipotesis yang digunakan adalah

uji nonparametrik. Karena data tidak berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal, maka uji hipotesis yang dilakukan yaitu menggunakan uji nonparametrik.

$H_0 : \theta_1 = \theta_2$ (Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan (*gain*) kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti model pembelajaran konvensional.)

$H_1 : \theta_1 \neq \theta_2$ (Terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan (*gain*) kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti model *Project Based Learning* terintegrasi STEM dan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti model pembelajaran konvensional.)

Pada penelitian ini, uji nonparametrik yang digunakan untuk data *gain* kemampuan berpikir kreatif matematis siswa adalah uji *Mann-Whitney U*. Siegel (2020) menyampaikan langkah pertama dalam melakukan uji *U* adalah mengurutkan data pada kedua kelompok sampel dalam peringkat. Peringkat dapat diurutkan dari peringkat tertinggi atau sebaliknya. Langkah berikutnya yaitu menganalisis data dengan rumus sebagai berikut:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1 \text{ dan } U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum R_2$$

Keterangan:

- n_1 : Banyak sampel kelas eksperimen
- n_2 : Banyak sampel kelas kontrol
- $\sum R_1$: Jumlah ranking kelas eksperimen
- $\sum R_2$: Jumlah ranking kelas kontrol
- U : Nilai U

Statistik U yang akan digunakan adalah nilai U yang lebih kecil. Jika sampel lebih dari dua puluh, maka digunakan pendekatan kurva normal dengan mean (μ_U).

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa penerapan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kelas IX SMPN 2 Bandar Lampung semester ganjil Tahun Ajaran 2023/2024. Hal tersebut dapat diketahui dari peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM lebih tinggi daripada peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat disampaikan yaitu:

1. Kepada guru yang ingin mengimplementasikan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM disarankan untuk memperhatikan pemilihan topik STEM yang diintegrasikan ke dalam matematika sehingga tidak terjadi kesenjangan antara konsep matematika dengan konsep lain yang diintegrasikan.
2. Kepada peneliti yang tertarik melakukan penelitian menggunakan model *Project Based Learning* terintegrasi STEM disarankan untuk menerapkan bentuk proyek STEM yang mengarah pada aspek psikomotorik/kinestetik yang lebih diminati siswa sehingga memungkinkan untuk memberikan pengaruh yang lebih signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2019. Developing STEM Learning Makerspace for Fostering Student's 21st Century Skills in the Fourth Industrial Revolution Era. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1), 1-6. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012002>. Diakses pada 20 Desember 2023.
- Adriyawati, Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah A. 2020. STEAM-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientific Literacy on Alternative Energy Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863-1873. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Agustina, M., Tinggi, S., Islam, A., Teungku, N., & Meulaboh, D. 2018. Problem Base Learning (PBL): Suatu Model Pembelajaran Untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kreatif Siswa. *At-Ta'dib: Jurnal Ilmiah Prodi Pendidikan Agama Islam*, 10(2), 164-173. (Online). Tersedia di: <https://ejournal.stain.dirundeng.ac.id/index.php/tadib/article/view/173>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Ahmad, D. N., Astriani, M. M., & Alfahnum, M. 2020. Analisis mengukur kemampuan berpikir kritis melalui pembelajaran menggunakan metode STEAM-PjBL. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 6(1), 331-336. (Online). Tersedia di: <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNP/Munindra/index>. Diakses pada: 5 Januari 2024.
- Aini, M., Narulita, E., & Indrawati. 2020. Enhancing Creative Thinking and Collaboration Skills Through ILC3 Learning Model: A Case Study. *Journal Of Southwest Jiatong University*, 55(4), 1-10. (Online). Tersedia di: <http://ascilite.org.au/conferences/singapore07/procs/northcott.pdf>. Diakses pada 25 Juli 2023.
- Aliyah, H. 2017. Pengembangan Model Pembelajaran Tematik Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(2), 36-50. (Online). Tersedia di: <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpd/article/view/5317>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Arikunto, S. (2008). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara. 334 hlm.

- Ariyana, dkk., 2018. *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Jakarta: Dirjen GTK. 88 hlm.
- Arsy, I., & Syamsulrizal, S. 2021. Pengaruh Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) terhadap Kreativitas Peserta Didik. *Biolearning Journal*, 8(1), 24-26. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.36232/jurnalbiolearning.v8i1.1019>. Diakses pada: 1 Januari 2024.
- Astuti, I. D., Toto, & Yulisma, L. 2019. Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 93-98. (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1915>. Diakses pada: 15 Desember 2023.
- Awab, Z.A., Kosim, N., & Putri, N. 2021. Pembelajaran Berbasis Proyek pada Pelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 1(1), 77-82. (Online). Tersedia di: https://jim.unindra.ac.id/index.php/himpunan/article/view/3708/pdf_1. Diakses pada 28 Juli 2023.
- Aydoğan, D., & Büyükşahin, Y. 2023. STEM and Early Algebra: Reflections from Primary School Teachers' Practices. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 4(1), 81-116. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.52911/ital.1277799>. Diakses pada: 30 Desember 2023.
- Badriyah, N., Anekawati, A., & Azizah, L. 2020. Application of PjBL with Brain-Based STEAM Approach to Improve Learning Achievement of Students. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 88-100. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.29884>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Bedada, T. B., & Machaba, F. 2022. The Effect of GeoGebra on STEM Students Learning Trigonometric Functions. *Cogent Education*, 9(1), 1-18. (Online). Tersedia: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2034240>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Cahyono, A. S. 2016. Pengaruh Media Sosial Terhadap Perubahan Sosial Masyarakat di Indonesia. *Publiciana*, 9(1), 140-157. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.36563/publiciana.v9i1.79>. Diakses pada 9 Agustus 2023.
- Chiang, C. L., & Lee, H. 2016. The Effect of Project-Based Learning on Learning Motivation and Problem-Solving Ability of Vocational High School Students. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(9), 709-712. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.7763/IJiet.2016.V6.779>. Diakses pada 10 Februari 2024.
- Dewi, N. N. S. K., Aryana, I. B. P., & Margunayasa, I. G. 2023. Project Based Learning Berbasis STEM: Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 133-143.

- (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.23887/jippg.v6i1.59857>. Diakses pada: 3 Januari 2024.
- Dondio, P., Gusev, V., & Rocha M. 2023. Do Games Reduce Math Anxiety? A Meta-analysis. *Elsevier: Computer and Education*, 194(104650), 1-20. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.31234/osf.io/pbq27>. Diakses pada 23 Desember 2023.
- Fajri, G., Ginting, E. M., & Simanjuntak, M. P. 2023. The Effect of the Project Based learning-STEM Model on Students Critical and Creative Thinking. *Proceedings of the 8th Annual International Seminar on Transformative Education and Education Leadership, AISTEEL 2023*. (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.4108/eai.19-9-2023.2340544>. Diakses pada 30 Januari 2024.
- Fajrina, S., Lufri, L., & Ahda, Y. 2020. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) as a Learning Approach to Improve 21st Century Skills: A Review. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 16(7), 95-104. Tersedia di: <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i07.14101>. Diakses pada 30 Januari 2024.
- Fernandes, S., Dinis-Carvalho, J., & Ferreira-Oliveira, A. T. 2021. Improving the Performance of Student Teams in Project-Based Learning with Scrum. *MDPI: Education Science*, 11(8), 1-16. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.3390/educsci110804>. Diakses pada 4 September 2023.
- 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. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i1.11452>. Diakses pada: 28 Juli 2023.
- Fisher, D., Kusumah, Y. S., & Dahlan, J. A. 2020. Project-Based Learning in Mathematics: A Literatur Review. *Journal of Physics: Conference Series 2nd ISAMME 2020*, 1657(1), 1-7. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012032>. Diakses pada 19 Juli 2023.
- Hadar, L. L., & Tirosh, M. 2019. Creative thinking in Mathematics Curriculum: An Analytic Framework. *Elsevier: Thinking Skills and Creativity*, 33, Article 100585. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100585>. Diakses pada 20 Januari 2024.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-Engangement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Course. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. Tersedia di: <https://doi.org/10.1119/1.18809>. Diakses pada 20 Agustus 2023.
- Hanif, S. Wijaya, A. F. C., & Winarno, Nanang. 2019. Enhancing Student's Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science*

- Learning*, 2(2), 50-57. (Online). Tersedia di: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1226168.pdf>. Diakses pada 23 Juli 2023.
- Haviz, M., Karomah H., Delfita, R., Umar M. I., & Maris, I.M. 2018. Revisiting Generic Science Skills As 21st Century Skills on Biology Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(3), 355-363. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i3.12438>. Diakses pada: 10 Agustus 2023.
- Hayati, D., Victoria, D.C., & Priyanto, I. J. 2019. Peningkatan Kreativitas Peserta Didik dengan Menggunakan Model Project Based Learning (PjBL) pada Materi Zat Tunggal dan Campuran Kelas V SD Ashfiya Bandung. *Primaria Educationem Journal*, 2(2), 115-126. (Online). Tersedia di: <http://journal.unla.ac.id/index.php/pej/index>. Diakses pada: 18 Desember 2023.
- Herviani, W., Hartoyo, A., & Bistari. 2020. Pengembangan LKPD berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 9(12), 1-10. (Online). Tersedia di: <https://dx.doi.org/10.26418/jppk.v9i12.44082>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Hetzroni, O., Agada, H., & Leikin, M. 2019. Creativity in Autism: An Examination of General and Mathematical Creative Thinking Among Children with Autism Spectrum Disorder and Children with Typical Development. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(9), 3833-3844. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04094>. Diakses pada 20 Agustus 2023.
- Hidajat, F. A. 2021. Students Creative Thinking Profile as A High Order Thinking in The Improvement of Mathematics Learning. *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1247-1258. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.3.1247>. Diakses pada 24 Agustus 2023.
- Hindriyanto, R. A., Utaya, S., & Utomo, D. H. 2019. Pengaruh Model Project Based Learning terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Geografi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(8), 1092-1096. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.17977/JPTPP.V4I8.12682>. Diakses pada 7 Agustus 2023.
- Hollander, M., Wolfe, D. A., & Chicken E. 2015. *Wiley Series in Probability and Statistics: Nonparametric Statistical Methods*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 819 hlm. Tersedia di: <https://doi.org/10.1002/9781119196037>. Diakses pada 10 Agustus 2023.
- Husna, U., Zubainur, C. M., & Ansari, B. I. 2018. Students' creative thinking ability in learning mathematics through learning model of logan avenue problem solving (LAPS)-heuristic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1088(1), 1-6. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012067>. Diakses pada 20 Juli 2023.

- Izzati, N., Rosmery, L. T., Susanti, & Siregar, N. A. R. 2019. Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), 83-89. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>. Diakses pada 26 Juli 2023.
- Jafar, A. F. 2021. Penerapan Metode Pembelajaran Konvensional Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *Al Asma: Journal of Islamic Education*, 3(2), 190-199. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.24252/asma.v3i2.23748>. Diakses pada 26 Juli 2023.
- Jannah, D. R. N. & Atmojo, I. R. W. 2022. Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 Pada Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1064-1074. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2124>. Diakses pada 27 Juli 2023.
- Jawad, L. F., Majeed, B. H., & Rikabi, H. T. S. A. 2021. The Impact of Teaching by Using STEM Approach in The Development of Creative Thinking and Mathematical Achievement Among the Students of The Fourth Scientific Class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(13), 172-188. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i13.24185>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Kelley, T. R. & Knowles J. G. 2016. A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Kemdikbud RI. 2014. *Implementasi Kurikulum 2013*. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI: Jakarta. 115 hlm.
- Khalaf, B. K., & Zin, Z. B. 2018. Traditional and Inquiry-Based Learning Pedagogy: A Systematic Critical Review. *International Journal of Instruction*, 11(4), 545-564. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11434a>. Diakses pada 19 Juli 2023.
- Khotimah, R. P., Adnan, M., Ahmad, C. N. C., & Murtiyasa, B. 2021. Science, Mathematics, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in Indonesia: a Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1), 1-8. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012028>. Diakses pada 25 Juli 2023.
- Kulsum, S. I., Hidayat, W., Wijaya T. T., & Kumala, J. 2019. Analysis on High School Students' Mathematical Creative Thinking Skills on The Topic of Sets. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 431-436. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i2.128>. Diakses pada 27 Juli 2023.
- Kusnia, R. N. 2013. Efektivitas Model Pembelajaran Teams Games Tournament (TGT) Pokok Bahasan Tindakan, Motif Dan Prinsip Ekonomi Dalam

- Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VII F Smp 5 Kudus. Skripsi Unnes. (Online). Tersedia di: lib.unnes.ac.id. Diakses pada: 25 Agustus 2023.
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. 2018. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT. Rafika Aditama. 366 hlm.
- Lupa, M. W. V., Fernandez, A. J., dan Jagom, Y. 2023. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika. *Arsen: Jurnal Penelitian Pendidikan*, 1(1), 29-38. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.30822/arsen.v1i1.2465>. Diakses pada: 2 Februari 2024.
- Magdalena, M. 2018. Kesenjangan Pendekatan Model Pembelajaran Conventional dengan Model Pembelajaran Contextual terhadap Hasil Belajar Pancasila di Program Studi Teknik Akademi Maritim Indonesia-Medan. *Majalah Ilmiah Warta Dharmawangsa*, 58(1), 1-18. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.46576/wdw.v0i58.389>. Diakses pada 20 Juli 2023.
- Maulana. 2017. *Konsep Dasar Matematis dan Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis-Kreatif*. Sumedang: UPI Sumedang Press. 291 hlm.
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwon, H. 2020. Efektivitas Model *Project-Based Learning* Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(9), 1284-1289. (Online). Tersedia di: <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>. Diakses pada 28 Juli 2023.
- Mentzer, N. 2011. High School Engineering and Technology Education Integration Through Design Challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136. (Online). Tersedia di: <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol48/iss2/7>. Diakses pada 4 Januari 2024.
- Moore, T. J. & Smith, K. A. 2014. Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Integration*, 15(1), 5-10. (Online). Tersedia di: https://www.researchgate.net/publication/294427783_Advancing_the_State_of_the_Art_of_STEM_Integration. Diakses pada 15 Februari 2024.
- Mulyani, T. 2019. Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industry 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (Prosnampas)*, 2(1), 453-460. (Online). Tersedia di: <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/325/351>. Diakses pada 21 Juli 2023.
- Munahefi, D. N., Kartono, Waluya, B., & Dwijanto. 2020. Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis pada Tiap Gaya berpikir Gregorc. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 3, 650-659. (Online). Tersedia di: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/37590>. Diakses pada: 10 Januari 2024.

- Murtiyasa, B., Rejeki, S., & Setyaningsih, R. 2018. PISA-like Problems Using Indonesian Contexts. *Journal of Physics: Conference series*, 1040(1), 1-8. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1040/1/0102032>. Diakses pada 23 Oktober 2023.
- Nakano, T. D. C., & Wechsler, S. M. 2018. Creativity and Innovation: Skills for the 21st Century. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 35(3), 237-246. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1590/1982-02752018000300002>. Diakses pada: 24 April 2024.
- Narut, Y. F., Wahyu, Y., & Herlinda, S. M. 2022. Implementasi Pendekatan STEM dan Dampaknya Terhadap Proses dan Hasil Belajar IPA bagi Siswa SD. *Jurnal Literasi Pendidikan*, 3(2), 103-110. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.36928/jlpd.v3i2.1787>. Diakses pada 23 Oktober 2023.
- Niam, M. A. & Asikin, M. 2021. Pentingnya Aspek STEM dalam Bahan Ajar terhadap Pembelajaran Matematika. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 4*, 329-225. (Online). Tersedia di: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/44975>. Diakses pada 21 Agustus 2023.
- Noer, S. H. 2010. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis, Kreatif, dan Reflektif (K2R) Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. Disertasi. UPI: Bandung.
- Noer, S. H. 2019. *Desain Pembelajaran Matematika*. Graha Ilmu: Yogyakarta. 176 hlm.
- Nur'aeni, S., Lestiana, H.T., & Toheri. 2023. Penerapan Science, Technology, Engineering, Mathematics-Project Based Learning (STEM-PjBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Differential: Journal on Mathematics Education*, 1(1), 27-36. (Online). Tersedia di: <https://jurnal.umpalembang.ac.id/differential/article/view/5877/3506>. Diakses pada 22 Desember 2023.
- OECD. 2019. *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing: Paris. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>. Diakses pada 21 Agustus 2023.
- OECD. 2023. *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing: Paris. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>. Diakses pada 21 Agustus 2023.
- Octaviyani, I., Kusumah, Y. S., & Hasanah, A. 2020. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Project-Based Learning dengan Pendekatan STEM. *Journal on Mathematics Education Research*, 1(1), 10-14. (Online). Tersedia di: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JMER/article/view/24569/11850>. Diakses pada 26 Juli 2023.
- Perdana, R., Rudibyani, R. B., Budiyono, Sajidan, & Sukarmin. 2020. The Effectiveness of Inquiry Social Complexity to Improving Critical and

- Creative Thinking Skills of Senior High School Students. *International Journal of Instruction*, 13(4), 477-490. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13430a>. Diakses pada 23 Desember 2023.
- Prajoko, S., Sukmawati, I., Maris, A. F., & Wulanjani, A. N. 2023. Project Based Learning (PJBL) Model with STEM Approach on Students Conceptual Understanding and Creativity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 401-409. (Online). Tersedia di: <https://journal.unnes.ac.id/nju/jpii/issue/view/1722>. Diakses pada 5 Desember 2023.
- Pratiwi, I. 2019. Efek Program PISA terhadap Kurikulum di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 4(1), 51-71. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.24832/jpnk.v4i1.1157>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Pusmenjar Kemdikbud. 2019. Laporan Hasil Ujian Nasional Tahun 2018/2019. (Online). Pusmenjar Kemdikbud RI Tersedia di: https://hasilun.pusmenjar.kemdikbud.go.id/#2019!smp!capaian_nasional. Diakses pada 20 Juli 2023.
- Rahayuningsih, S., Sirajudin, & Ikram, M. 2021. Using Open-ended Problem-solving Tests to Identify Students' Mathematical Creative Thinking Ability. *Participatory Educational Research (PER)*, 8(3), 285-299. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.17275/per.21.66.8.3>. Diakses pada 21 Agustus 2023.
- Rahmadhani, E., & Hilliyani, H. 2023. Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Tipe HOTS (Meta analisis). *JPMI–Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 6(4), 1709-1724. (Online). Tersedia di: [10.22460/jpmi.v6i4.16923](https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i4.16923). Diakses pada 23 Oktober 2023.
- Rahmania, I. 2021. Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, 4(1), 1161-1167. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.33258/birci.v4i1.1727>. Di akses pada 20 Juli 2023.
- Rahmatullah, A. S., Mulyasa, E., Syahrani, S., Pongpalilu, F., & Putri, R. E. 2022. Digital Era 4.0: The Contribution to Education and Student Psychology. *Linguistics and Culture Review*, 6(3), 89-107. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.21744/lingcure.v6nS3.2064>. Diakses pada: 20 Januari 2024.
- Rahmawati, L., & Djuandi, D. 2022. Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan STEM: Systematic Literature Review. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 149-160. (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>. Diakses pada 26 Juli 2023.
- Rismawati, Sarwanto, & Saputro, B. 2019. Project Based Learning and Guided Inquiry Learning: Students Response to Rectilinear and Circular. *Jurnal*

- Ilmiah Pendidikan Fisika Al Biruni*, 8(20), 187-196. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v0i0.4422>. Diakses pada 20 Juli 2023.
- Ruseffendi. 1998. *Statistika Dasar untuk Penelitian Pendidikan*. Bandung: Andira Bandung. 304 hlm.
- Saputri, M., Syukri, M., & Elisa. 2022. Analysis of Momentum and Impulse on Students' Creative Thinking Skill Through Project Based Learning Integrated STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *Journal of Physics: Conference Series*, 2193(1), 1-7. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012066>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Sari, S.P., Manzilatusifa, U. & Handoko, S. 2019. Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Ekonomi Akuntansi*, 5(2), 119-131. (Online). Tersedia di: <http://jurnal.fkip.unla.ac.id/index.php/jp2ea/article/view/329/309>. Diakses pada 28 Agustus 2023.
- Sartika, D. 2019. Pentingnya pendidikan berbasis STEM dalam kurikulum 2013. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 3(3), 89-93. (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.58258/jisip.v3i3.797>. Diakses pada 28 Agustus 2023.
- Sasmita, D., Adlim, M., Gani, A., & Syukri, M. 2021. Implementation of STEM-based Student Worksheet to Increase Student Entrepreneurial Innovation Through the Development of Candied Nutmeg Products. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(1), 112-120. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i1.551>. Diakses pada 14 juli 2023.
- Siegel, S. 2020. *Nonparametric Statistics*. Jakarta: Gramedia Pustaka. 374 hlm.
- Singgih, S., Dewantari, N., & Suryandari. 2020. STEM dalam Pembelajaran IPA di Era Revolusi Industri 4.0. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 3(1), 299-304. (Online). Tersedia di: <https://www.researchgate.net/publication/34320622>. Diakses pada 15 Juli 2023.
- Siregar, R. N., dkk. 2020. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pendekatan Matematika Realistik. *Jurnal Edumaspul*, 4(1), 52-62. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v4i1.338>. Diakses pada 13 Agustus 2023.
- Siswono, T., Hartono, S., & Kohar, A. W. 2018. Effectiveness of Project Based Learning in Statistics for lower Secondary Schools. *Eurasian Journal of Educational Research*, 7(5), 197-210. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.14689/ejer.2018.75.11>. Diakses pada 13 Agustus 2023.
- Sitepu, E. M. R., Nainggolan, J. A., & Lumbansiantar, R. A. 2023. Urgensi Bagi Pendidikan di Negara Indonesia yang sedang Berkembang. *Jurnal Edukasi*

- Nonformal*, 4(1), 100-108. (Online). Tersedia di: <https://ummaspul.e-journal.id/JENFOL/article/view/5764>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Soeviatulfitri, S., & Kashardi, K. 2020. Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa melalui Model Problem Based Learning (PBL) dan Model Pembelajaran Osborn di SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(3), 35-43. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/jpmr.v5i3.11502>
- Sudijono, A. 2015. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada. 487 hlm.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 456 hlm.
- Suherman, S., Vidákovich, T., & Komarudin, K. 2021. STEM-E: Fostering Mathematical Creative Thinking Ability in the 21st Century. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 1-11. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012164>. Diakses pada 26 Agustus 2023.
- Suherman, S., & Vidákovich, T. 2022. Assessment Of Mathematical Creative Thinking: A Systematic Review. *Elsevier: Thinking Skills and Creativity*, 44(1), 1-13. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101019>. Diakses pada 12 Agustus 2023.
- Sukamto, A. 2022. Systematic Literature Review: Tren Penggunaan Teknologi dalam Penerapan Project Based Learning pada Pembelajaran Matematika. *Indonesian Journal of Teaching and Learning*, 1(1), 97-108. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.56855/intel.v1i1.114>. Diakses pada 30 Januari 2024.
- Sumaji. 2019. Implementasi Pendekatan STEM. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Fkip, Universitas Muria Kudus*, 1(1), 7-15. (Online). Tersedia di: <https://conference.umk.ac.id/index.php/snapmat/article/download/112/132>. Diakses pada 27 Juli 2023.
- Sumarni, W., Wardani, S., & Gupitasari, D. N. 2016. Project Based Learning to Improve Psychomotoric Skills: A Classroom Action Research. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 157-163. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.4402>. Diakses pada 27 Juli 2023.
- Sumartini, T. S. 2019. Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa Melalui Pembelajaran Mood, Understanding, Recall, Detect, Elaborate, and Review. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 13-24. (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.31980/mosharafa.v8i1.366>. Diakses pada 20 Juli 2023.

- Surya, J. P., & Wahyudi, I. 2018. Implementation of the STEM Learning to Improve the Creative Thinking Skills of High School Student in the Newton Law of Gravity Material. *Journal of Komodo Science Education*, 1(1), 106-116. (Online). Tersedia di: <http://ejournal.stkipsantupaulus.ac.id/index.php/jkse>. Diakses pada 14 Agustus 2023.
- Susanti, E., & Kurniawan, H. 2020. Design Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *Jurnal AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 37-52. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.26877/aks.v11i1.5292>. Diakses pada 18 Juli 2023.
- Toheri, Winarso, W., & Haqq, A. A. 2019. Three Parts of 21 Century Skills: Creative, Critical, and Communication Mathematics through Academic-Constructive Controversy. *Universal Journal of Educational Research*, 7(11), 2314–2329. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071109>. Diakses pada 10 Agustus 2023.
- Trianto, I. B. 2015. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif*. Jakarta: Prenada Media Group. 312 hlm.
- Ulfah, U., Prabawanto, S., & Jupri, A. 2017. Students' Mathematical Creative Thinking Through Problem Posing Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 1-7. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012097>. Diakses pada 20 Agustus 2023.
- Wahono B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(36), 1-18. (Online) Tersedia di: <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>. Diakses pada 19 Agustus 2023.
- Wandini, S., Setyansah, R. K., & Masfingatin, T. 2023. Development of Mathematics e-Modules based on PjBL STEM on Materials Constructing Flat Side Space to Improve Mathematical Communication Ability of Junior High School Students. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 15(1), 533-548. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i1.2497>. Diakses pada 16 Juli 2023.
- Way, J., Attard, C., Anderson, J., Bobis, J., McMaster, H., & Cartwright, K. 2020. Research in Mathematics Education in Australasia 2016–2019. *Mathematics Education Research Group of Australia*, 24(1), 109-113. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1080/14794802.2021.1899971>. Diakses pada 8 Agustus 2023.
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning dengan Pendekatan STEM terhadap Hasil Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113-120. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.18561>. Diakses pada 20 Januari 2024.

- Winata, K. A. 2020. Model Pembelajaran Kolaboratif dan Kreatif untuk Menghadapi Tuntutan Era Revolusi Industri 4.0. *SCAFFOLDING: Jurnal Pendidikan Islam dan Multikulturalisme*, 2(1), 12-24. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.37680/scaffolding.v2i1.193>. Diakses pada 16 Agustus 2023.
- Wiratman, A., Mustaji, M., & Widodo, W. 2019. The Effect of Activity Sheet Based on Outdoor Learning on Student's Science Process Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2), 1-5. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022007>. Diakses pada 16 Agustus 2023.
- Wulandari, N., Koeswanti, H. D., & Giarti, S. 2019. Penerapan Model Project Based Learning Berbantuan Media Pop Up Book untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas V. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*. 4(1), 19-23. (Online). Tersedia di: <http://dx.doi.org/10.26737/jpdi.v4i1.947>. Diakses pada 7 Agustus 2023.
- Yamin, Y., Permanasari, A., Redjeki, S., & Sopandi, W. 2020. Project Based Learning to Enhance Creative Thinking Skills of the Non-Science Students. *JHSS (Journal of Humanities and Social Studies)*, 4(2), 107-111. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.33751/jhss.v4i2.24>. Diakses pada 15 Desember 2023.
- Yani, L. I., & Taufik, T. 2020. Penerapan Model Project Based Learning dalam Pembelajaran Tematik Terpadu di Kelas V Sekolah Dasar (Studi Literatur). *E-Jurnal Inovasi Pembelajaran SD*, 8(9), 70-82. (Online). Tersedia di: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pgsd>. Diakses pada 18 Agustus 2023.
- Yaniawati, P., Kariadinata, R., Sari, N. M., & Pramiasih, E. E. 2020. Integration of e-Learning for Mathematics on Resource Based Learning: Increasing Mathematical Creative Thinking and Self-Confidence. *International Journal of Emerging Technology in Learning*, 15(6), 60-78. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i06.11915>. Diakses pada 17 Juli 2023.
- Zakiah, N. E., & Fajriadi, D. 2020a. Hybrid-PjBL: Creative Thinking Skills and Self-Regulated Learning of Pre-Service Teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(1), 1-7. (Online). Tersedia di: <https://doi.org/10.1088/17426596/1521/3/032072>. Diakses pada 30 Juli 2023.
- Zakiah, N. E., Fatimah, A. T., & Sunaryo, Y. 2020b. Implementasi Project Based-Learning untuk Mengeksplorasi Kreativitas dan Kemampuan Berpikir Kreatis Matematis Mahasiswa. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(2), 285-293. (Online). Tersedia di: <https://jurnal.unigal.ac.id/teorema/article/view/4194/3416> . Diakses pada 9 Agustus 2023.