

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING BERBASIS STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA

Daniel Sihotang¹, Ribka Kariani Sembiring², Imelda Sihombing³

¹²³ Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Katolik St. Thomas, Medan

sihotangdaniel07@gmail.com, ribkakariani@gmail.com, imelda@ust.ac.id

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effect of using the STEM-PJBL learning model on students' creative thinking skills. This study is a quantitative quasi-experimental study. The population used in this study consists of all junior high school students at an A-accredited school in the Binjai Timur sub-district. The sample comprises two classes: Class VII A, which serves as the experimental class implementing STEM-based PJBL, and Class VII B, which serves as the control class receiving conventional instruction. The instruments used in this study are pre-test and post-test questions. The data analysis techniques in this study involved prerequisite tests (normality and homogeneity tests) and hypothesis testing using the t-test. The results of the independent samples t-test showed that the calculated t-value was greater than the critical t-value ($2.390 > 1.675$) and the significance level was 0.002, which is less than 0.05. Therefore, H_0 is rejected and H_1 is accepted. Consequently, it can be concluded that learning using the STEM-based PBL model has an effect on students' creative thinking skills.

Keywords: Students' creative thinking skills; Project-Based Learning model; STEM.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan model pembelajaran STEM-PJBL terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif quasi experiment. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMP pada sekolah yang terakreditasi A di kecamatan Binjai Timur. Adapun sampel yang digunakan terdiri dari dua kelas, yakni kelas VII A yang berperan sebagai kelas eksperimen dengan penerapan pembelajaran PJBL berbasis STEM, serta kelas VII B sebagai kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal *pre-test* dan *post-test*. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan uji prasyarat (uji normalitas dan uji homogenitas) dan uji hipotesis menggunakan uji-t. Hasil perhitungan uji *independent sample t-test* diperoleh nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2,390 > 1,675$) dan nilai signifikansinya sebesar 0,002, yang lebih kecil daripada 0,05. sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Pembelajaran dengan model PJBL berbasis STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: Kemampuan berpikir kreatif siswa; model pembelajaran *Project Based Learning*; STEM

A. Pendahuluan

Pendidikan ialah suatu proses jangka panjang yang menjadi bagian dari kehidupan didunia ini yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana pengembangan serta penyelidikan terhadap kompetensi individu. Kompetensi tersebut meliputi pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dimiliki setiap orang. Kemajuan suatu bangsa sangat bergantung pada kualitas pendidikannya. Tingkat mutu pendidikan sendiri dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain peran tenaga pendidik, peserta didik, ketersediaan sarana dan prasarana, serta sistem pembelajaran yang diterapkan.

Abad ke-21 ditandai oleh percepatan perubahan dalam berbagai aspek kehidupan. Era ini dikenal sebagai abad pengetahuan, abad ekonomi berbasis informasi, era teknologi digital, serta ditandai dengan globalisasi dan Revolusi Industri 4.0 (Sukaesih, 2023). Kondisi ini menuntut kesiapan dari berbagai pihak, terutama dalam dunia pendidikan. Sekolah memiliki peran penting dalam membekali siswa dengan keterampilan 4C, atau keterampilan abad modern. Keterampilan 4C termasuk

kemampuan berkomunikasi dengan baik, berpikir kritis dan menyelesaikan masalah, kreatif, dan berkolaborasi (Realiwati dkk., 2024). Menurut Saputri & Herman (2022), matematika menjadi salah satu bidang studi yang sangat penting untuk mengembangkan dan melatih empat keterampilan tersebut. Oleh karena itu, pembelajaran matematika harus dilakukan dengan cara yang efektif dan bermakna.

Matematika merupakan salah satu ilmu yang memiliki peran penting dalam dunia pendidikan, sebab tidak hanya bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga berkontribusi terhadap kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan. Karena itu, sejak jenjang sekolah dasar, matematika telah ditetapkan sebagai mata pelajaran wajib. Menurut Suripah & Retnawati (2019), pembelajaran matematika membantu orang menjadi lebih disiplin, sistematis, kreatif, dan logis, serta lebih suka bekerja sama dengan orang lain. Salah satu tujuan penting dari pembelajaran matematika adalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Keterampilan berpikir kreatif sangat penting untuk menyelesaikan berbagai masalah yang dihadapi

setiap hari. Kemampuan berpikir kreatif adalah alat penting yang harus dimiliki siswa di era perkembangan teknologi (Machromah dkk., 2015).

Kemampuan berpikir kreatif manusia sangat penting untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. Kemampuan berpikir kreatif muncul karena adanya keinginan untuk meningkatkan kualitas hidup, meskipun dalam situasi dan sumber daya yang terbatas. Negara-negara, termasuk Indonesia, bersaing untuk memenuhi kebutuhan warganya. Oleh karena itu, kemampuan berpikir kreatif sangat diperlukan sebagai solusi atas tantangan global (Afiani & Putra, 2017). Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih rendah. Metode pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) adalah salah satu faktor penyebabnya (Rahajaeng dkk., 2018). Ini diperkuat oleh penelitian *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022, yang menemukan bahwa siswa Indonesia menerima skor rata-rata 19 poin dari 60 poin, jauh di bawah rata-rata *Organisation for Economic Cooperation Development* (OECD, 2022). Jika

pembelajaran matematika terlalu berpusat pada guru, siswa tidak dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif mereka dan proses belajar hanya menghafal rumus tanpa pemahaman yang kuat. Akibatnya, kemampuan berpikir kreatif siswa menjadi lebih rendah.

Model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) adalah salah satu metode yang dianggap berhasil untuk meningkatkan kemampuan tersebut (Asmarini dkk., 2019). Menurut Alhayat dkk. (2023), *Project Based Learning* (PJBL) merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*), di mana peserta didik dituntut untuk belajar secara mandiri dan aktif. Model ini mendorong siswa untuk menghadapi dan menyelesaikan masalah melalui pembuatan proyek yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Dalam pelaksanaannya, PJBL memberikan ruang bagi siswa untuk menuangkan gagasan-gagasan kreatif mereka saat menyelesaikan proyek yang diberikan. Ningsih dkk. (2021) menambahkan bahwa PJBL merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada kemandirian siswa dalam memecahkan masalah yang relevan,

dengan menghasilkan proyek yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan nyata. Artinya, pembelajaran tidak lagi berfokus pada guru sebagai pusat informasi, tetapi pada aktivitas dan konstruksi pengetahuan oleh siswa itu sendiri.

Model PJBL akan memberikan hasil yang lebih optimal apabila diintegrasikan dengan pemanfaatan teknologi sesuai perkembangan zaman (Dewi dkk., 2023). Salah satu bentuk integrasi tersebut adalah dengan menggabungkan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam penerapan PJBL. Pendekatan STEM merupakan metode pembelajaran yang memadukan empat disiplin utama: sains, teknologi, teknik, dan matematika, yang bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan desain, kreativitas, dan inovasi pada peserta didik (Suwardi, 2021). Pendekatan ini berfokus pada penyelesaian masalah kontekstual yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. STEM juga mampu merangsang rasa ingin tahu siswa dalam memahami materi, serta menumbuhkan rasa tanggung jawab dalam proses belajar, yang secara tidak langsung mendorong

kemampuan berpikir kreatif siswa (Novitasari dkk., 2022).

Dywan & Airlanda (2020) meneliti pengaruh model PJBL-STEM. Hasil penelitian mereka menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen yang menggunakan PJBL-STEM dengan kelas kontrol, di mana nilai siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi. Penelitian tersebut dilakukan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, peneliti berencana menerapkannya pada kemampuan berpikir kreatif siswa. Demikian pula, hasil penelitian oleh Mawarni & Sani (2020) menunjukkan bahwa model PJBL-STEM secara umum memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa, namun penelitian tersebut dilakukan pada mata pelajaran fisika, peneliti berencana menerapkannya pada konteks pembelajaran matematika. Berdasarkan beberapa temuan tersebut, tampak bahwa masih terbatas kajian yang secara khusus mengkaji penerapan PJBL berbasis STEM terhadap salah satu kompetensi abad 21, yaitu berpikir kreatif dalam mata pelajaran matematika. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengambil penelitian

mengenai Pengaruh Model Pembelajaran PJBL Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMP Santo Thomas 2 Binjai kelas VII. Metode yang digunakan penelitian kuantitatif *quasi eksperimen*. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas (X) yaitu model PJBL berbasis STEM dan variabel terikat (Y) yaitu kemampuan berpikir kreatif siswa. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMP pada sekolah yang terakreditasi A di kecamatan Binjai Timur. Adapun sampel yang digunakan terdiri dari dua kelas, yakni kelas VII A yang berperan sebagai kelas eksperimen dengan penerapan pembelajaran PJBL berbasis STEM, serta kelas VII B sebagai kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *multistage random sampling* atau pengambilan sampel acak bertingkat. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal *pre-test* dan *post-test*. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan uji

prasyarat (uji normalitas dan uji homogenitas) dan uji hipotesis menggunakan uji-t.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini diperoleh data kemampuan berpikir kreatif sebelum dan sesudah perlakuan berupa pembelajaran PJBL berbasis STEM. Data hasil penelitian dari kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Deskripsi *Pretest* dan *Posttest* Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol T.A 2024/2025

Nilai	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
N	27	27	27	27
Nilai Terendah	25	56,25	31,25	56,25
Nilai Tertinggi	81,25	100	81,25	93,75
Rata-Rata	53,70	80,09	53,47	73,15
St. Deviasi	2,500	1,819	2,391	1,588

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 2 diketahui bahwa jumlah siswa dikelas eksperimen maupun kelas kontrol adalah sama, yaitu sebanyak 27 siswa. Jika dilihat dari rata-ratanya

nilai *pretest* di kelas eksperimen sebesar 53,70, sedangkan di kelas kontrol sebesar 53,47. Jika dilihat dari rata-rata skor *posttest* di kelas eksperimen sebesar 80,09, sedangkan di kelas kontrol sebesar 73,15. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa kemampuan awal siswa sama, jika dibandingkan dengan kemampuan akhir siswa yang memiliki perbedaan yang cukup besar. Hal ini salah satunya dipengaruhi oleh pemberian pembelajaran yang berbeda pada kedua kelas. Kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran dengan model PJBL berbasis STEM, sedangkan kelas VII-B dijadikan kelas kontrol dengan penerapan pembelajaran konvensional.

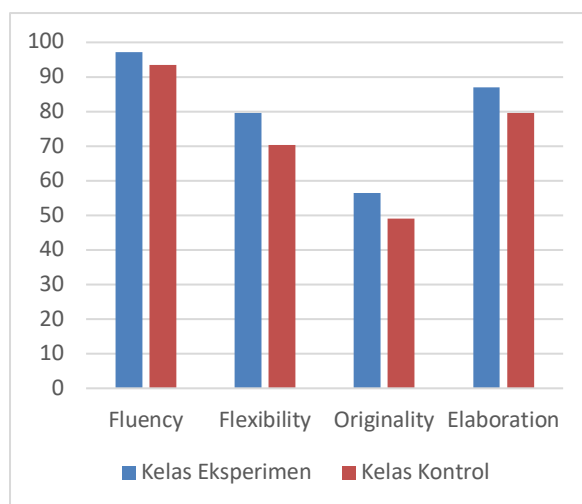
Data penelitian selanjutnya dianalisis menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, serta uji *independent sample t-test*. Peneliti terlebih dahulu melakukan uji coba instrumen pada kelas VIII sebelum memberikan soal *pretest* dan *posttest* kepada siswa. Hasil uji coba tersebut kemudian dianalisis melalui uji validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran. Soal yang memenuhi kriteria ditetapkan sebagai instrumen terpilih untuk digunakan dalam *pretest* dan *posttest*.

Hasil *pretest* dianalisis menggunakan uji normalitas dan homogenitas. Berdasarkan uji normalitas, data pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol menunjukkan distribusi normal. Sementara itu, hasil uji homogenitas memperlihatkan bahwa data bersifat homogen, sehingga dapat diartikan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan awal yang setara. Dengan demikian, kelas VII-A ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas VII-B sebagai kelas kontrol yang layak digunakan dalam penelitian.

Data akhir diperoleh melalui soal *posttest* yang dianalisis dengan uji normalitas dan homogenitas sebelum dilakukan uji hipotesis. Hasil analisis menunjukkan bahwa data pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol berdistribusi normal berdasarkan uji normalitas. Dengan demikian, data telah memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tahap pengujian hipotesis. Hipotesis diuji menggunakan *independent sample t-test* dan diperoleh nilai t_{hiung} adalah 2,390, sementara t_{tabel} dengan $dk = 52$ pada taraf signifikansi 0,05 sebesar 1,675. Karena $t_{hiung} > t_{tabel}$ ($2,390 > 1,675$), maka H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kreatif siswa pada kelas dengan model

PJBL-STEM lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional, yang artinya model pembelajaran PJBL berbasis STEM berpengaruh lebih baik daripada model pembelajaran konvensional terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis



Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Sig (2-tailed)	α	Interpretasi	Ke t.
Eksp erime n	2,390	1,675	0,020	0,05	$t_{hitung} > t_{tabel}$ Sig (2-tailed) < 0,05	H_0 ditolak
Kontr ol	2,390	1,675	0,021	0,05	$t_{hitung} > t_{tabel}$ Sig (2-tailed)	H_0 ditolak

					< 0,05	
--	--	--	--	--	--------	--

Kemampuan berpikir kreatif siswa di SMP Santo Thomas 2 Binjai khususnya pada materi kubus dan balok dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2. Penentuan aspek kemampuan berpikir kreatif siswa didasarkan pada skor maksimum yang diperoleh oleh siswa. Setiap siswa menjawab 4 soal yang diberikan skor sesuai dengan penyekoran yang telah ditentukan dalam instrumen tes. Skor yang diperoleh siswa untuk setiap soal didasarkan pada aspek kemampuan berpikir kreatif kemudian dicari skor maksimum penentuan aspek kemampuan berpikir kreatif yang sering muncul.

Gambar 1. Diagram Batang Presentase Skor Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Berdasarkan diagram batang tersebut juga terlihat bahwa kemampuan siswa kelas eksperimen dengan pembelajaran PJBL berbasis STEM dapat menyelesaikan indikator lebih unggul daripada kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional. Jika dilihat berdasarkan presentase tertinggi pada gambar 4.5, kemampuan terbaik terdapat pada indikator kemampuan siswa dalam

kelancaran menghasilkan jawaban (*fluency*) pada kelas model pembelajaran eksperimen dengan presentase 97,22%. Pada kelas kontrol presentase tertinggi juga diperoleh dari indikator kelancaran (*fluency*) atau kemampuan kelancaran menghasilkan jawaban dengan presentase 93,52%. Kemudian jika dilihat berdasarkan presentase terendah, kedua kelas juga sama-sama berada pada indikator kebaharuan (*originality*) dimana kemampuan siswa dalam memberikan jawaban baru diperoleh sebesar 56,48% untuk kelas eksperimen dan sebesar 49,07% untuk kelas kontrol.

Pelaksanaan pembelajaran di kelas VII-A dengan menggunakan model PJBL berbasis STEM selaku kelas eksperimen menghadirkan suasana baru di kelas serta mendorong siswa untuk lebih aktif dalam mengikuti setiap proses pembelajaran. Dalam kegiatan tersebut, siswa diarahkan untuk mengerjakan proyek sederhana yang berkaitan dengan materi bangun ruang sisi datar, yaitu pembuatan kubus dan balok berdasarkan petunjuk yang telah disediakan. Secara berkelompok, siswa ditantang

untuk memecahkan permasalahan dengan tujuan memperoleh cara menentukan luas permukaan dan volume bangun ruang. Siswa perlu mengandalkan berpikir kreatif mereka dalam menyelesaikan permasalahan. Meskipun demikian, sebagian besar siswa masih menghadapi kendala dalam menyelesaikan proyek dikarenakan mereka terbiasa dengan pembelajaran konvensional yang cenderung monoton dan berpusat pada guru. Berbanding terbalik dengan model PJBL berbasis STEM, dimana siswa dibiasakan untuk mengomunikasikan kesulitan yang dihadapi, serta terdorong untuk aktif bertanya dan berdiskusi baik dengan guru maupun rekan sebaya. Hal ini menjadikan siswa lebih terlibat dibandingkan pembelajaran yang bersifat satu arah. Guru turut berperan aktif sejak awal hingga tahap penyusunan laporan guna memantau perkembangan siswa. Hasil akhir proyek menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami materi karena diterapkan secara langsung, sehingga memudahkan pula proses mengingat.

Pelaksanaan pembelajaran di kelas VII-B yang berfungsi sebagai kelas kontrol dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran

konvensional. Proses pembelajaran berlangsung melalui metode ceramah sebagaimana yang biasa diterapkan guru di sekolah. Kegiatan belajar hanya mengandalkan buku sekolah, dengan pola penyampaian materi, kemudian siswa diminta mengerjakan soal dalam buku, dan selanjutnya hasilnya dibahas bersama.

Jadi berdasarkan uji *independent sample t-test* sebelumnya diperoleh nilai t_{hitung} adalah 2,390, sementara t_{tabel} dengan $dk = 52$ pada taraf signifikansi 0,05 sebesar 1,675. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2,390 > 1,675$), maka H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kreatif siswa pada kelas dengan model PJBL-STEM lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional, yang artinya model pembelajaran PJBL berbasis STEM berpengaruh lebih baik daripada model pembelajaran konvensional terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Hasil ini sejalan dengan penelitian Mawarni & Sani (2020) yang menemukan bahwa rata-rata nilai kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol, sehingga menguatkan bahwa PJBL berbasis

STEM berdampak positif pada kemampuan berpikir kreatif siswa. Berdasarkan analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan pula bahwa model ini layak dijadikan alternatif untuk mendorong siswa berpikir lebih kreatif dengan arahan guru, sekaligus menjadikan pembelajaran di kelas lebih menarik dan tidak monoton.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, menunjukkan bahwa model pembelajaran PJBL berbasis STEM dapat mempengaruhi kemampuan berpikir kreatif siswa. Hal ini terlihat dari hasil perhitungan uji *independent sample t-test* diperoleh nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2,390 > 1,675$) dan nilai signifikansinya sebesar 0,002, yang lebih kecil daripada 0,05. sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Pembelajaran dengan model PJBL berbasis STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Afiani, K.D.A. and Putra, D.A., 2017.
Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Siswa

- Kelas III SD Melalui Pembelajaran Berbasis Pengajaran Masalah. *ELSE (Elementary School Education Journal)*, 1(1), pp.38-47.
- Alhayat, A., Mukhidin, M., Utami, T. and Yustikarini, R., 2023. *The Relevance of the Project-Based Learning (PjBL) Learning Model with "Kurikulum Merdeka Belajar"*. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1), pp.105-116.
- Asmarini, L., Turut, T. and Arsi, A.A., 2024. Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Peserta Didik Kelas VII A SMPN 23 Semarang Tahun Pelajaran 2023/2024. *Prosiding Webinar Penguatan Calon Guru Profesional*, pp.825-833.
- Dywan, A.A. and Airlanda, G.S., 2020. Efektivitas Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM Dan Tidak Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), pp.344-354. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353>.
- Machromah, I.U., Riyadi, R. and Usodo, B., 2015. Analisis proses dan tingkat berpikir kreatif siswa SMP dalam pemecahan masalah bentuk soal cerita materi lingkaran ditinjau dari kecemasan matematika. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 3(6).
- Mawarni, R. and Sani, R.A., 2020. Pengaruh Model *Project Based Learning* Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Pada Materi Pokok Fluida Statis di Kelas XI SMA Negeri 4 Tebing Tinggi TP 2019/2020. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 8(2), pp.8-15.
- Ningsih, M.Y., Efendi, N. and Sartika, S.B., 2021. Pengaruh model project based learning terhadap berpikir kreatif peserta didik dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 2(2), pp.42-51.
- Novitasari, Febriyanti, R., & Wulandari, I. A. (2022). *Students' Worksheet Effectivity Ethnomathematics-Based with STEM Approach to Critical Thinking Ability*. *Vygotsky: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 4(1), 57–66. <https://doi.org/10.30736/voj.v4i1.521>.
- Rahajeng, N.K.A., Santyasa, I.W. and Suswandi, I., 2018. Pengaruh Model Pembelajaran *Group Investigation Flipped Classroom* Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 8(1), pp.80-101.
- Realitawati, R., Ikrom, F.D., Herawan, E. and Kadarsah, D., 2024. Penerapan 4c Skills Dalam Pembelajaran Abad 21 di Sekolah Dasar. *Muallimuna: Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, 10(1), pp.22-32.
- Saputri, V. and Herman, T., 2022. Integrasi STEM Dalam Pembelajaran Matematika: Dampak Terhadap Kompetensi Matematika Abad 21. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(1), pp.247-260.
- Sukaesih, S., 2023, November. Mewujudkan Generasi Cerdas, Kompetitif Dan Berkarakter Pada Abad 21 Melalui Pendidikan Biologi Dan Inovasi Riset Berkelanjutan. In *Prosiding*

- Seminar Nasional Biologi* (Vol. 11, pp. 16-22).
- Suripah, S. and Retnawati, H., 2019. *Investigating Students' Mathematical Creative Thinking Skill Based On Academic Level And Gender. International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(8), pp.227-231.
- Suwardi, S.U.W.A.R.D.I., 2021. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 1(1), pp.40-48.