

Inovasi Model Proyek Based Learning Berbasis Sains, Teknologi, Teknik, Dan Matematika Terhadap Penalaran Matematis Dan Motivasi Belajar Siswa SMA

Safri Tinamba¹, dan La Yusran La Kalamu^{2*}

^{1,2}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Bumi Hijra Tidore, Indonesia

Email Corresponding Author : llayusran@gmail.com

Info Artikel

Article history:

Kirim: 01/11/2025
Perbaikan: 01/12/2025
Terima: 30/01/2026
Publikasi: 04/02/2026

Kata-kata kunci:

Penalaran Matematis;
Motivasi Belajar;
Model Proyek;
Berbasis Sains;
Matematika (STEM).

ABSTRAK

Penalaran matematis merupakan kesanggupan seseorang dalam menyusun bukti, memberi penjelasan dan mengambil sebuah kesimpulan dari permasalahan yang dihadapi. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan (TIKEP) menunjukkan bahwa proses pembelajaran dan soal-soal evaluasi yang diberikan belum berorientasi untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematika. Hal ini mengakibatkan rendahnya kemampuan penalaran matematika siswa. Siswa kesulitan menganalisis informasi yang ada, cenderung menerima apa adanya informasi yang disampaikan maupun yang tertulis dalam buku, dan pasif dalam mengajukan pertanyaan-pertanyaan maupun menjawab pertanyaan dari permasalahan yang diajukan guru. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kemampuan penalaran matematika siswa masih rendah diakibatkan karena kurangnya motivasi belajar siswa. Tujuan penelitian ini adalah (1) mengetahui perbedaan penalaran matematis siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan sebelum dan sesudah perlakuan model pembelajaran PjBL berbasis STEM; (2) mendeskripsikan motivasi belajar siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan sebelum dan sesudah perlakuan model Proyek Based Learning (PjBL) berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Pre-Experimental one-Group pretest-posttest design. Waktu penelitian ini dilakukan semester genap. Jumlah populasi penelitian ini adalah 86 siswa dan sampel dipilih 1 kelas dari 3 kelas secara acak diperoleh sebanyak 28 siswa. Instrument pengumpulan data terdiri atas instrument tes dan non test. Instrument test dalam bentuk uraian untuk mengukur kemampuan penalaran matematis. Sedangkan instrument non test merupakan angket motivasi belajar dengan menggunakan Skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) terdapat perbedaan penalaran matematis siswa secara signifikan sebelum dan sesudah perlakuan model pembelajaran PjBL berbasis STEM; (2) terdapat perbedaan motivasi belajar siswa secara signifikan sebelum dan sesudah perlakuan model Proyek Based Learning (PjBL) berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Bagi peneliti lain, menjadikan hasil penelitian ini sebagai pedoman dan bahan pertimbangan dalam penelitian selanjutnya yang relevan.

1. PENDAHULUAN

Penalaran matematis adalah kemampuan berpikir seseorang untuk mempelajari bagaimana pengambilan keputusan secara logis dan memberikan argumen berdasarkan informasi matematika serta memahaminya. Dapat dimaknai bahwa kemampuan penalaran membantu siswa mengambil sebuah kesimpulan dari permasalahan yang dihadapi. (La Kalamu, 2018). Penalaran matematika merupakan kegiatan yang sulit bagi siswa, meskipun standar telah diperkenalkan di seluruh dunia, penalaran jarang dipraktikkan di ruang kelas, (Smit, dkk., 2020). Kemampuan penalaran matematis merupakan suatu kemampuan siswa dalam menarik kesimpulan yang didasarkan dari berbagai pernyataan matematika, (Sofyan dan Kusuma, 2018). Indikator penalaran matematis: mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran solusi, memeriksa kesahihan suatu argumen, dan menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi, (La Kalamu, 2018; Sofyan & Kusuma, 2018; Sumartini, 2015). Sehingga, penalaran matematis adalah kesanggupan seseorang menyusun bukti, memberi penjelasan dan mengambil sebuah kesimpulan. Berdasarkan hasil observasi dan pengamatan di sekolah, menunjukkan proses pembelajaran dan soal-soal evaluasi yang diberikan belum berorientasi pada pengembangan kemampuan penalaran matematika. Hal ini mengakibatkan rendahnya kemampuan penalaran matematika siswa. Siswa kesulitan menganalisis informasi yang ada, cenderung menerima apa adanya informasi yang disampaikan maupun yang tertulis dalam buku, pasif dalam mengajukan pertanyaan maupun sulit menjawab pertanyaan dari guru, kurang mengemukakan ide ataupun gagasan penyelesaian. Kebanyakan siswa dalam menyelesaikan soal uraian tidak membuat penyelesaian dengan baik, ada yang mengerjakan soal tanpa sistematis yang jelas, tidak memahami soal dan lain-lain. Hasil pengamatan di sekolah tersebut proses pembelajaran yang diterapkan masih monoton dan kurang kreatif dengan proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi kemampuan penalaran matematika siswa adalah kurangnya motivasi belajar siswa. Motivasi belajar dapat diartikan sebagai keinginan yang timbul dalam diri seseorang untuk melakukan kegiatan belajar guna memperoleh tujuan yang diharapkan, (La Kalamu, 2021). Motivasi belajar sangat penting untuk mendukung kegigihan dan prestasi siswa dalam disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM), (Fiorella, dkk., 2021).

Motivasi belajar diartikan sebagai proses dimana dengan aktivitas yang diarahkan pada tujuan yang diinginkan dan dipertahankan, (Riswanto & Sri, 2017). Kegiatan pembelajaran di kelas, tentunya setiap individu memiliki motivasi belajar yang beragam. Pastinya, terdapat siswa yang tinggi motivasi belajarnya dan terdapat pula siswa yang rendah motivasi belajar yang dimilikinya. Motivasi belajar akan menyebabkan terjadinya suatu perubahan energi yang ada pada diri siswa sehingga berhubungan dengan persoalan gejala kejiwaan, perasaan juga emosi, untuk kemudian bertindak atau melakukan sesuatu. Semua ini didorong karena adanya tujuan, kebutuhan dan keinginan, (Kasim, dkk., 2024). Indikator motivasi belajar yaitu hasrat dan keinginan berhasil; dorongan dan kebutuhan dalam belajar; harapan dan cita-cita; penghargaan dalam belajar; kegiatan belajar yang menarik; lingkungan

belajar yang kondusif, (La Kalamu, 2019). Sehingga, motivasi belajar adalah dorongan yang timbul dalam diri seseorang untuk melaksanakan kegiatan belajar dengan tujuan untuk mencapai cita-cita atau visi yang telah dirumuskan.

Pembelajaran proyek berbasis STEM, yang merupakan model pembelajaran yang dikendalikan oleh siswa melalui bantuan guru, (Fernandes, dkk., 2014). Pembelajaran berbasis proyek dapat membantu siswa dalam proses pengkonstruksian pengetahuan secara individu sesuai dengan kapasitas masing masing siswa, (Anggi, dkk., 2021). Keahlian dalam pengumpulan dan penggunaan data untuk memandu dan menginterogasi hasil penyelidikan sains dan teknik dalam kegiatan STEM dapat sekaligus digunakan untuk mengembangkan literasi sains siswa, khususnya praktik sains yaitu mengajukan pertanyaan, mengembangkan sebuah rencana dan pengumpulan data, mewakili, menganalisis dan menafsirkan data dan mencapai suatu kesimpulan.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, yaitu Afifah & Ilmiyati (2019), bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL dan PjBL sebagai model yang tepat untuk meningkatkan prestasi belajar, kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematika. Rahayu dan Hartono (2016), bahwa model PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep (sedang) dan peningkatan keterampilan berpikir kritis. Harahap, dkk., (2021) bahwa terdapat perbedaan nilai kemampuan komunikasi matematis siswa yang diajarkan dengan pendekatan pembelajaran science technology engineering art mathematic dan konvensional. Rahman, dkk., (2025) bahwa model PjBL dapat meningkatkan minat belajar dan efikasi diri. Pendekatan PjBL memengaruhi variabel-variabel ini secara positif dalam kelompok eksperimen. Selain itu, Koefisien Determinasi (R^2) menunjukkan bahwa model PjBL menyumbang 73,5% varians minat belajar dan 90,2% varians efikasi diri. Prajoko dkk., (2023) bahwa model PJBL dengan pendekatan STEM, memberikan pengaruh terhadap pemahaman konsep dan kreativitas siswa. Rumusan penelitian ini adalah (a) bagaimana analisis penalaran matematis siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan pada inovasi model proyek based learning berbasis STEM? (b) Bagaimana analisis motivasi belajar siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan pada inovasi model proyek based learning berbasis STEM ?

2. METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian ini pre-experimental dengan one-group pretest-posttest design, dimana penelitian melakukan eksperimen dengan menerapkan pembelajaran dengan model PjBL berbasis STEM, dengan desain penelitian sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Pre-test	Perlakuan	Pos-test
Eksperimen	O ₁	X	O ₂

Keterangan

- X : Pembelajaran menerapkan model PjBL berbasis STEM
O₁ : Tes awal (*pre-test*) untuk kelas eksperimen
O₂ : Tes akhir (*post-test*) untuk kelas eksperimen.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan berjumlah 86 siswa terdiri atas 3 kelas. Kemudian memilih satu kelas secara simple random sampling dengan cara undian sebagai kelas eksperimen. Jumlah sampel penelitian ini adalah 28 siswa.

Instrumen Penelitian

Instrument pengumpulan data terdiri atas instrument tes dan non test. Instrument test dalam bentuk uraian sebanyak 7 soal untuk mengukur kemampuan penalaran matematis. Sedangkan instrument non test merupakan angket motivasi belajar dengan menggunakan Skala Likert. Sebelum instrument digunakan, terlebih dahulu dilakukan uji validitas (isi dan konstruk) dan uji reliabilitas

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini, yaitu: 1) memberikan angket motivasi belajar kepada responden sebelum melaksanakan pre-test. 2) melaksanakan pre-test kemampuan penalaran matematis sebelum perlakuan. 3) memberikan angket motivasi belajar kepada responden setelah mendapat perlakuan dan sebelum post-test. 4) melaksanakan post-test kemampuan penalaran matematis setelah perlakuan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian, yaitu analisis data deskriptif dan analisis data inferensial. Pengujian hipotesisnya dalam penelitian ini digunakan uji t atau uji *independent samples test* (SPSS). Kriteria pengujiannya terima H_0 jika : $t_{table} > t_{hitung}$ dengan pada taraf signifikan α yang dipilih, dalam keadaan lain tolak H_0 . Persyaratan harus dipenuhi untuk statistika uji t (*t-test*) adalah data diambil dari populasi yang homogen dan berdistribusi normal. Oleh sebab itu sebelum melakukan uji-t perlu analisis uji normalitas dan homogenitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- a. **Data Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Sebelum Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM**

Kemampuan penalaran matematis siswa sebelum penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM di peroleh dari jawaban sebanyak 28 orang responden, skor tertinggi adalah 85 dan terendah 50. Adapun nilai rata-ratanya adalah 68,14, modus 70,34, median 70,5 dan standar deviasi adalah 10,22.

Tabel 2. Daftar Distribusi Frekuensi Data Kemampuan Penalaran matematis (*pretest*)

Kelas Interval	Frekuensi (f)	Frekuensi Relatif
50 - 55	5	17,86
56 - 61	2	7,14
62 - 67	2	7,14
68 - 73	9	32,14
74 - 79	4	14,29
80 - 85	6	21,43
Jumlah	28	100

Tabel 2, menunjukkan bahwa terdapat 9 orang siswa atau 32.14% memiliki skor terendah dari interval kelas yang memiliki nilai skor rerata. 9 orang siswa atau 32.14% memiliki skor nilai sedang yang terdapat pada kelas interval skor rata-rata, 10 orang siswa atau 35.72 % memperoleh skor tertinggi dari kelas interval yang memiliki skor rerata. Dengan demikian dapat dianalisis berdasarkan nilai skor rata-rata (mean) dan modus dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa cenderung sedang. Data pada daftar distribusi frekuensi di atas dapat dilihat pada diagram berikut ini:

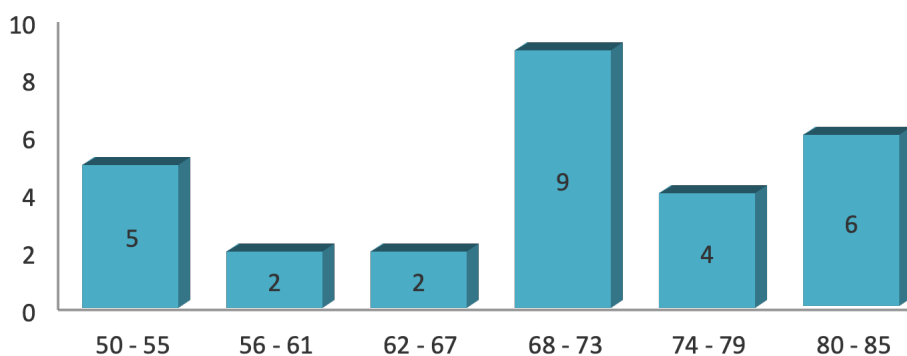


Diagram 1. Data Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Sebelum Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM (Pretest)

b. Data Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Setelah Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM (*Post-test*)

Kemampuan penalaran matematis siswa setelah penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM di peroleh dari jawaban sebanyak 28 orang responden skor tertinggi adalah 90 dan terendah 60. Rata-ratanya adalah 77,07, modus 81,10, median 79,81 dan standar deviasi adalah 8,20.

Tabel 3. Daftar Distribusi Frekuensi Data Kemampuan Penalaran matematis

Kelas Interval	Frekuensi (f)	Frekuensi Relatif
60 - 65	6	21,43
66 - 71	1	3,57
72 - 77	2	7,14
78 - 83	13	46,43
84 - 89	5	17,86
90 - 95	1	3,57
Jumlah	28	100

Tabel 3, menunjukkan bahwa terdapat 9 orang siswa atau 32.14% memiliki skor terendah dari interval kelas yang memiliki nilai skor rerata. 13 orang siswa atau 46.43% memiliki skor nilai sedang yang terdapat pada kelas interval skor rata-rata, 6 orang siswa atau 21.43% memperoleh skor tertinggi dari kelas interval yang memiliki skor rerata. Dengan demikian dapat dianalisis berdasarkan nilai skor rata-rata (*mean*) dan modus dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis setelah penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM siswa cenderung tinggi. Data pada daftar distribusi frekuensi di atas dapat dilihat pada diagram berikut ini:

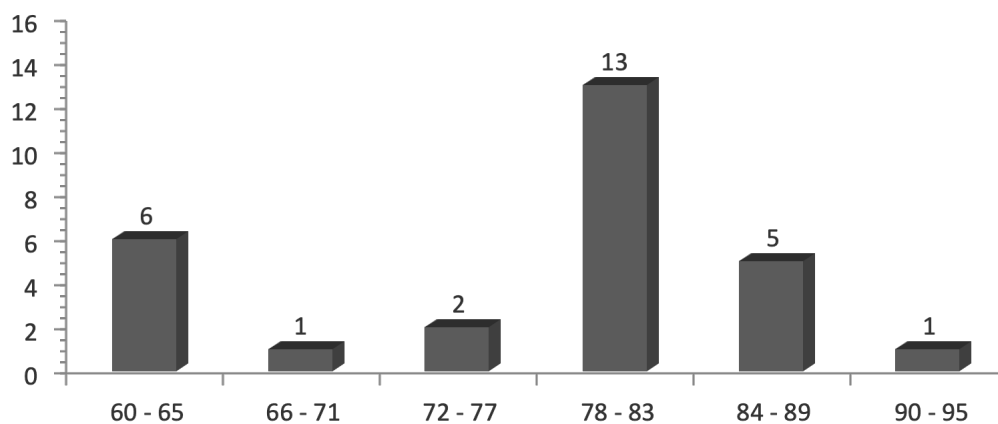


Diagram 2. Data Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Setelah Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM

c. Data Motivasi Belajar Siswa Sebelum Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM

Motivasi belajar siswa sebelum penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM di peroleh dari jawaban sebanyak 28 orang responden, skor tertinggi adalah 96 dan terendah 50. Rata-ratanya adalah 71,50, modus 68,70, median 71,5 dan standar deviasi adalah 12,19.

Tabel 4. Daftar Distribusi Frekuensi Data Motivasi Belajar

Kelas Interval	Frekuensi (f)	Frekuensi Relatif
50 – 57	4	14,29
58 – 65	4	14,29
66 – 73	8	28,57
74 – 81	5	17,86
82 – 89	4	14,29
90 – 97	3	10,71
Jumlah	28	100

Tabel 4, menunjukkan bahwa terdapat 8 orang siswa atau 28.57% memiliki skor terendah dari interval kelas yang memiliki nilai skor rerata. 8 orang siswa atau 28.57% memiliki skor nilai sedang yang terdapat pada kelas interval skor rata-rata, 12 orang siswa atau 42.86 % memperoleh skor tertinggi dari kelas interval yang memiliki skor rerata. Dengan demikian dapat dianalisis berdasarkan nilai skor rata-rata (mean) dan modus dapat disimpulkan bahwa kemampuan motivasi belajar sebelum penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM siswa cenderung rendah. Data pada daftar distribusi frekuensi di atas dapat dilihat pada diagram berikut ini:

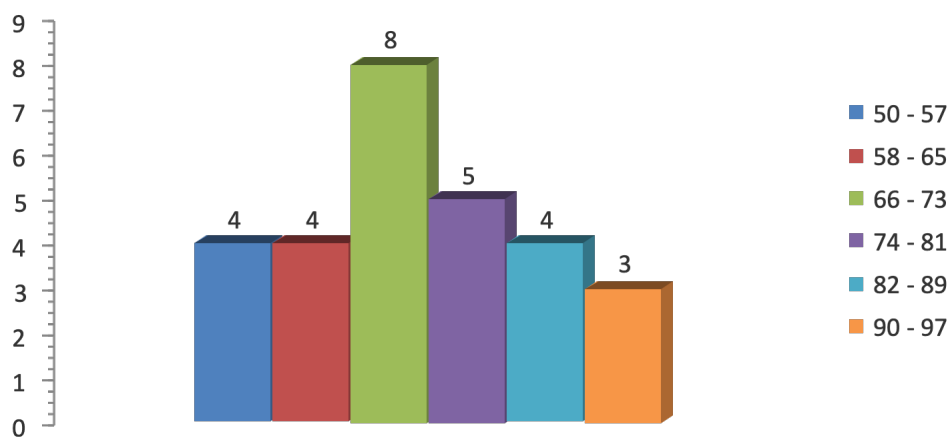


Diagram 3. Data Kemampuan Motivasi Belajar Siswa Sebelum Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM

d. Data Motivasi Belajar Siswa Setelah Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM

Motivasi belajar siswa setelah penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM di peroleh dari jawaban sebanyak 28 orang responden, skor tertinggi adalah 98 dan terendah 58. Nilai rata-ratanya adalah 76,25, modus 74,83, median 75,50 dan standar deviasi adalah 11,45.

Tabel 5. Daftar Distribusi Frekuensi Data Motivasi Belajar (Pre-test)

Kelas Interval	Frekuensi (f)	Frekuensi Relatif
----------------	---------------	-------------------

58 - 64	4	14,29
65 - 71	6	21,43
72 - 78	7	25,00
79 - 85	3	10,71
86 - 92	6	21,43
93 - 99	2	7,14
Jumlah	28	100

Tabel 5, menunjukkan bahwa terdapat 10 orang siswa atau 35.71% memiliki skor terendah dari interval kelas yang memiliki nilai skor rerata. 7 orang siswa atau 25% memiliki skor nilai sedang yang terdapat pada kelas interval skor rata-rata, 11 orang siswa atau 39.29 % memperoleh skor tertinggi dari kelas interval yang memiliki skor rerata. Dengan demikian dapat dianalisis berdasarkan nilai skor rata-rata (*mean*) dan modus dapat disimpulkan bahwa kemampuan motivasi belajar setelah penerapan model proyek *based learning* berbasis STEM siswa cenderung tinggi. Data pada daftar distribusi frekuensi di atas dapat dilihat pada diagram berikut ini:

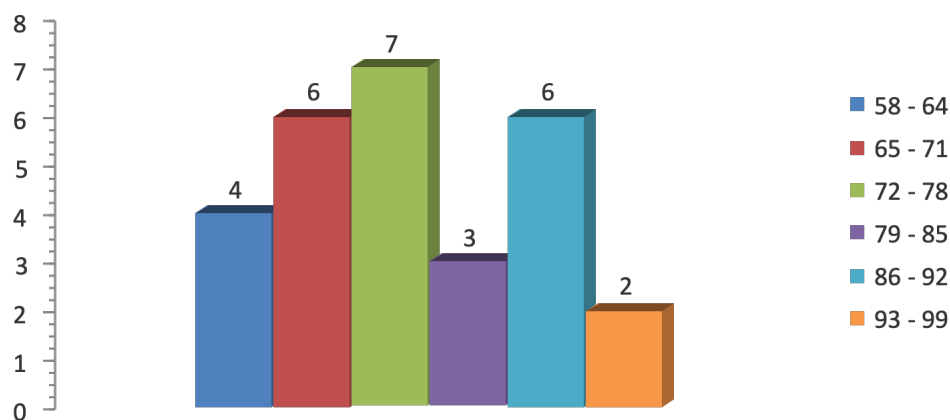


Diagram 4. Data Kemampuan Motivasi Belajar Siswa Setelah Penerapan Model Proyek *Based Learning* Berbasis STEM

Pengujian persyaratan Analisis

Uji persyaratan analisis kemampuan penalaran matematis, dengan uji *Kolmogorof-Smirnov* sebelum dibelajarkan dengan model pembelajaran proyek *based learning* berbasis STEM (A_1) dan penerapan model pembelajaran proyek *based learning* berbasis STEM (A_2).

Tabel 6. Uji Normalitas Kelompok A₁

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Penalaran_Matematis_pretest
N		28
Normal Parameters ^a	Mean	68.93
	Std. Deviation	10.216
Most Extreme Differences	Absolute	.220
	Positive	.101
	Negative	-.220
Kolmogorov-Smirnov Z		1.166
Asymp. Sig. (2-tailed)		.132
a. Test distribution is Normal.		

Berdasarkan tabel 6, output SPSS tersebut, diketahui bahwa nilai signifikansi Asymp.Sig (2-tailed) sebesar 0.132 lebih besar dari 0.05. disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Uji persyaratan normalitas terpenuhi.

Tabel 7. Uji Normalitas Kelompok A₂

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Penalaran_Matematis_Posttest
N		28
Normal Parameters ^a	Mean	76.96
	Std. Deviation	8.203
Most Extreme Differences	Absolute	.323
	Positive	.142
	Negative	-.323
Kolmogorov-Smirnov Z		1.709
Asymp. Sig. (2-tailed)		.006
a. Test distribution is Normal.		

Berdasarkan tabel 7, bahwa nilai signifikansi Asymp.Sig (2-tailed) sebesar 0.006 lebih kecil dari 0.05. dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi tidak normal. Dengan demikian, asumsi atau persyaratan normalitas dalam uji kelompok A₂ tidak terpenuhi.

Uji persyaratan analisis motivasi belajar, dengan uji *Kolmogorof-Smirnov* sebelum dibelajarkan dengan model pembelajaran proyek *based learning* berbasis STEM (A₁) dan penerapan model pembelajaran proyek *based learning* berbasis STEM (A₂).

Tabel 8. Uji Normalitas Kelompok A₁

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Motivasi_Belajar
N		28
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	72.25
	Std. Deviation	12.192

	Absolute	.080
	Positive	.080
	Negative	-.055
Test Statistic		.080
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		
d. This is a lower bound of the true significance.		

Berdasarkan tabel 8, bahwa nilai signifikansi Asymp.Sig (2-tailed) sebesar 0.20 lebih besar dari 0.05. Disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 9. Uji Normalitas Kelompok A₂

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Motivasi Belajar_ Posttest
N		28
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	76.43
	Std. Deviation	11.449
Most Extreme Differences	Absolute	.127
	Positive	.127
	Negative	-.096
Test Statistic		.127
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		
d. This is a lower bound of the true significance.		

Berdasarkan tabel 9, bahwa nilai signifikansi Asymp.Sig (2-tailed) sebesar 0.20 lebih besar dari 0.05. Disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Maka dilanjutkan uji homogenitas. Hasil pengujian homogenitas data kelompok A₁ dan A₂ dapat diamati pada tabel berikut.

Tabel 10. Uji Homogenitas Data				
Test of Homogeneity of Variances				
Motivasi Belajar				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	.002	1	54	.968

Berdasarkan tabel 10, nilai signifikansi (Sig.) pada siswa kelas A₁ dan A₂ adalah sebesar 0.968. Karena nilai sig. $0.968 > 0.05$, disimpulkan bahwa varians data motivasi belajar pada siswa kelas A₁ dan A₂ adalah homogen.

Pengujian Hipotesis

1) Uji Hipotesis Kemampuan Penalaran Matematis

Setelah data dinyatakan tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis penelitian ini menggunakan uji statistika non parametrik dengan uji Mann-Whitney. Hasil pengujian hipotesis dapat diamati pada tabel berikut:

Tabel 11. Pengujian Hipotesis Penelitian Penalaran Matematis

Test Statistics ^a	
	Penalaran matematis
Mann-Whitney U	211.500
Wilcoxon W	617.500
Z	-3.016
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003

a. Grouping Variable: Metode

Berdasarkan tabel 11, *output* nilai Asymp sig. (2-tailed) sebesar $0.003 < 0.05$, disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan penalaran matematis siswa sebelum dan sesudah dibelajarkan model proyek *based learning* berbasis STEM.

2) Pengujian Hipotesis Motivasi Belajar

Pengujian hipotesis menggunakan uji *Paired Samples Test* dengan bantuan SPSS. Hasil pengujian hipotesis dapat diamati pada tabel berikut:

Tabel 12. Pengujian Hipotesis Penelitian Motivasi Belajar

		Paired Samples Test							
		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Motivasi_Belajar_Pretest - Motivasi_Belajar_Posttest	-4.179	2.278	.430	-5.062	-3.295	-9.706	27	.000

Berdasarkan tabel 12, diketahui nilai sig. (2-tailed) sebesar $0.00 < 0.05$, disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata motivasi belajar siswa kelas A_1 dan kelas A_2 . Dengan kata lain bahwa motivasi belajar siswa pada kelas yang menerapkan pembelajaran model proyek *based learning* berbasis STEM lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang sebelum diajarkan model proyek *based learning* berbasis STEM.

Pembahasan

1. Perbedaan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Sebelum dan Sesudah Penerapan Model Proyek Based Learning Berbasis STEM

Hasil pengujian hipotesis menunjukan bahwa terdapat perbedaan kemampuan penalaran matematis siswa yang diajarkan dengan menggunakan model proyek based learning berbasis STEM dan kemampuan penalaran matematis siswa sebelum dibelajarkan proyek based learning berbasis STEM. Pernyataan ini didukung dengan hasil analisis data nilai sig. (2-tailed) sebesar $0.003 < 0.05$ yang ternyata signifikan. Selanjutnya teruji bahwa

kemampuan penalaran matematis siswa dengan model proyek based learning berbasis STEM memiliki skor rata-rata 77,07 lebih tinggi daripada kemampuan penalaran matematis siswa sebelum dibelajarkan dengan proyek based learning berbasis STEM dengan skor rata-rata 68,14. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa yang dibelajarkan dengan model proyek based learning berbasis STEM lebih tinggi dibandingkan dengan kemampuan penalaran matematis siswa sebelum dibelajarkan dengan model proyek based learning berbasis STEM.

Menurut Simamora, (2022) dan Widjaja & Aslan (2022) bahwa model pembelajaran proyek based learning memberikan siswa kesempatan untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman langsung dalam menyelesaikan proyek yang kontekstual dan bermakna. Melalui model pembelajaran ini siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga menerapkannya dalam situasi kehidupan nyata.

Menurut Dywan dan Airlanda (2020) model proyek based learning (PjBL) berbasis STEM mengaktifkan proses yang memungkinkan siswa untuk berpartisipasi, memecahkan masalah, dan menanyakan tentang pengalaman baru yang berbeda sehingga mereka dapat mencerminkan ide-ide mereka secara kritis. Dengan demikian model pembelajaran PjBL berbasis STEM menuntut siswa untuk kolaborasi untuk berdiskusi menyelesaikan permasalahan yang dihadapi secara bekerjasama kemudian mempersembahkan hasil pekerjaannya. Dengan proses kegiatan pembelajaran tersebut tersebut dapat meningkatkan penalaran matematis siswa. Aspek teknologi dalam pendekatan STEM juga merupakan daya tarik tersendiri yang mampu menggugah semangat belajar siswa dalam menyelesaikan masalah matematika secara real (kontekstual). Relevan dengan Nurfadhilah dan Zubaidah (2018), yang menyatakan pembelajaran yang dilakukan secara nyata (kontekstual) dapat meningkatkan hasil pembelajaran matematika.

Temuan penelitian ini relevan dengan hasil penelitian Sumilasari, dkk (2022) bahwa model pembelajaran proyek based learning berbasis STEM dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa di sekolah dasar. Model pembelajaran project-based learning berbasis STEM mampu meningkatkan faktor internal dan eksternal yang dapat meningkatkan hasil belajar matematika siswa termasuk kemampuan penalaran matematisnya, (Angela dan Rahayu, 2025). Model PBL melalui STEM dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa (Vistara, dkk., 2022) (Noviyani, dkk, 2022). Model PjBL terintegrasi STEM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional (Octaviyani, dkk., 2020).

2. Perbedaan Motivasi Belajar Siswa Sebelum dan Sesudah Pembelajaran Model Proyek Based Learning Berbasis STEM

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan motivasi belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan model proyek based learning berbasis STEM dan motivasi siswa sebelum dibelajarkan proyek based learning berbasis STEM. Pernyataan ini didukung dengan hasil analisis data nilai sig. (2-tailed) sebesar $0.00 < 0.05$ yang ternyata signifikan. Selanjutnya teruji bahwa motivasi belajar siswa dengan pembelajaran model

proyek based learning berbasis STEM memiliki skor rata-rata 76,25 lebih tinggi daripada motivasi belajar siswa sebelum dibelajarkan dengan model proyek based learning berbasis STEM dengan skor rata-rata 71,50. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan model proyek based learning berbasis STEM lebih tinggi dibandingkan dengan motivasi belajar siswa sebelum dibelajarkan dengan model proyek based learning berbasis STEM.

Torlakson (2014), menjelaskan bahwa STEM terdiri dari Sains menjelaskan tentang hukum dan konsep yang berlaku di alam; Teknologi adalah alat buatan yang dapat memudahkan suatu pekerjaan; Engineering atau teknik adalah penyelesaian masalah berbasis pengetahuan yang didesain sedemikian rupa untuk mencapai tujuan, dan Matematika adalah ilmu yang mempelajari tentang angka, besaran dan ruang dengan argumen secara logis.

Dalam model pembelajaran PBL terintegrasi STEM, siswa diberikan stimulus permulaan berupa masalah nyata dengan tujuan membantu mereka berpikir untuk menyerap informasi yang diberikan guru, memahami konsep, dan memecahkan masalah secara mandiri sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatifnya (Sesanti & Martisin, 2018; Vistara dkk., 2022). Hal ini berarti model pembelajaran proyek based learning berbasis STEM melibatkan siswa dalam kegiatan pembelajaran secara totalitas dalam menyelesaikan masalah matematika yang disajikan guru yang berdampak pada peningkatan motivasi belajar siswa.

Tujuan dari pendekatan STEM adalah mendorong peserta didik untuk meneliti, mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan mengajukan pertanyaan, sehingga membekali peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah, berpikir kreatif, kritis, inovatif, pengambilan keputusan, komunikasi, dan kolaboratif (Kirici & Bakirci, 2021). Dengan demikian kegiatan yang melibatkan siswa dalam berpikir dengan sendirinya dapat meningkatkan motivasi belajarnya baik secara berkelompok maupun belajar secara mandiri.

Temuan Christopoulos dkk., (2020) bahwa lebih dari 85% siswa memberikan tanggapan yang sangat positif terhadap penerapan proyek based learning, baik dalam hal peningkatan literasi sains, kreativitas, maupun kerja sama kelompok. Dari perspektif guru, model ini juga mendorong peningkatan aktivitas dan kreativitas dalam merancang pembelajaran inovatif. Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing siswa melalui proses eksplorasi dan pemecahan masalah, menciptakan lingkungan kelas yang dinamis dan partisipatif. Model proyek based learning berbasis STEM memiliki keunggulan dapat memotivasi siswa untuk belajar matematika, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Carlisle dan Weaver (2018) & teori yang dikemukakan oleh Association of American Universities (2013). Motivasi yang tinggi dapat mendorong seseorang untuk melakukan suatu tindakan tertentu. Dalam proses pembelajaran siswa dengan senang hati dan atas kemauan sendiri melakukan aktivitas proyek yang telah ditugaskan kepadanya. Aktivitas yang dilakukan dengan sungguh-sungguh dan secara langsung oleh peserta didik berdampak pada pola pikir dan logika yang secara tidak langsung diasah ketika mengerjakan tugas proyek (Capraro, dkk., 2016).

Model proyek based learning berbasis STEM dapat memotivasi siswa lebih jauh karena mereka mampu menghubungkan konsep-konsep yang diperoleh di kelas dengan dunia

nyata. Aspek matematika pada pendekatan STEM secara tidak langsung dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Pola pikir, logika, dan penalaran yang dilatih secara terus menerus dapat memicu kemampuan berpikir siswa. Kesimpulannya, penerapan proyek based learning berbasis STEM tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual dan hasil pembelajaran, tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi yang sangat dibutuhkan di dunia global dan berteknologi maju saat ini. (Arsyad dan Rathomi, 2025).

Efektivitas proyek based learning berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 juga didukung oleh respons positif dari siswa, (Angela dan Rahayu, 2025). Selaras dengan penelitian Ulfa dkk, (2019) bahwa perpaduan model pembelajaran proyek based learning berbasis STEM melibatkan siswa untuk berpikir dan bernalar sehingga dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna, meningkatkan motivasi belajar, dan kemampuan berpikir kreatif.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penalaran matematis siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan sebelum dan sesudah perlakuan model pembelajaran PjBL berbasis STEM; Terdapat perbedaan motivasi belajar siswa kelas XI SMA Negeri 8 Kota Tidore Kepulauan sebelum dan sesudah perlakuan model *Proyek Based Learning* (PjBL) berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM).

Penelitian ini telah dilaksanakan sesuai dengan kemampuan peneliti, mulai dari persiapan, pelaksanaan sampai dengan pelaporan penelitian. Tetapi walaupun demikian, peneliti menyadari masih memiliki keterbatasan-keterbatasan. Keterbatasan ini bukan hal yang disengajakan tetapi semata-mata karena kemampuan peneliti dan pengaruh pihak-pihak lain yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat ataupun dilibatkan dalam penelitian ini. Keterbatasan tersebut antara lain adalah (a) pengkajian hakikat teori yang membangun variabel yang masih dirasakan belum optimal, sehingga belum menggambarkan secara utuh teori yang mendukung variabel yang diteliti, yakni kemampuan penalaran matematis dan motivasi belajar; (b) Instrumen yang digunakan pada penelitian ini bukan sepenuhnya merupakan instrumen yang baku. Walaupun telah mengikuti prosedur metodologis yang dipersyaratkan mulai dari pengkajian teori, penerjemahan konstruk ke dalam dimensi dan indikator, mengembangkan dalam bentuk butir-butir instrumen, melakukan uji coba, menguji validitas, reliabilitas dan masih banyak kekurangan-kekurangan sebagai suatu keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti; dan (c) Kemungkinan terjadi spekulasi jawaban responden sehingga yang terukur oleh instrumen bukan merupakan kondisi yang sesungguhnya. Untuk mengantisipasi hal-hal yang dikemukakan peneliti telah melakukan kegiatan penelitian ini sesuai dengan tahap-tahap dan berpedoman pada metodologi yang telah ditetapkan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan peluang kepada kami untuk melaksanakan penelitian Hibah dosen pemula (Afiriasi) di bawah naungan LLDIKTI wilayah XII. Terima kasih juga kepada LLDIKTI wilayah XII atas arahan dan motivasinya kepada kami selama kegiatan penelitian. No Kontrak Induk Penelitian 133/C3/DT.05.00/PL/2025 dan Nomor Kontrak turunan 206/LL12/PG/2025.

REFERENSI

- Afifah, A. N., dan Ilmiyati, N., *Model Project Based Learning (Pjbl) Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa*, Quangga: Jurnal Pendidikan dan Biologi, Vol. 11 Nomor 2 tahun 2019, hal: 73-78.
<https://journal.uniku.ac.id/index.php/quagga>.
- Almulla, M. A., *The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning*, Jurnal SAGE Open, Vol. 10 Nomor 3 tahun 2020.
doi.org/10.1177/2158244020938702.
- Angela, S. Ayu dan Rahayu, W. 2025. Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta. Volume 7, No. 1, Februari 2025, pp. 68-75
- Anggi, T. P., Limiansi, K., dan Anazifa, R. D., *Penggunaan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Pembelajaran Proyek Untuk Mahasiswa*, Jurnal Biology Science & Education, Vol. 9 Nomor 20 tahun 2021, hal: 115-121.
- Arsyad, M. & Rathomi, A. 2025. Implementation Of Project-Based Learning In Stem Education. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*. Vol.5 No.3, August 2025, pages:307~315.
- Capraro, M. M., Whitfield, J. G., Etchells, M. J., Robert M., & Capraro. (2016). A companion to interdisciplinary STEM project-based learning: For educators by educators (second edition). Rotterdam: Sense Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-485-5>.
- Carlisle, D.L., & Weaver, G.C. (2018). STEM education centers: catalyzing the improvement of undergraduate STEM education. *International Journal of STEM Ed* 5(47), 1-21, <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0143-2>.
- Christopoulos, A., Sprangers, P., & Wang, Y. (2020). Project-Based Learning in STEM Higher Education: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 10(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/educsci10080199>
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S., Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa, *Jurnal Basicedu*, Vol. 4 Nomor 2 tahun 2020, hal: 344–354.
doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353.
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani., *Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Stem Pada Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2019*, Seminar Nasional Pendidikan Fisika, Vol. 4 Nomor 1 tahun 2019, hal: 1–4.

- Fernandes, S., Mesquita, D., Flores, M. A., & Lima, R. M., *Engaging students in learning: Findings from a study of project-led education, European Journal of Engineering Education*, Vol. 39 Nomor 1 tahun 2014, hal: 55–67. url: <https://doi.org/10.1080/03043797.2013.833170>.
- Fiorella Logan., So Yoon Yoon., Kinnari Atit., Jason R. Power., Grace Panther., Sheryl Sorby., David H. Uttal & Norma Veurink. Validation of the Mathematics Motivation Questionnaire (MMQ) for secondary school students. *International Journal of STEM Education*. Volume 8(52), 2021: 1-14. doi: 10.1186/s40594-021-00307.
- Harahap, Muhammad S., Nasution, Febriani, H., dan Nasution Nurhidayah, F., *Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Science Technology Engineering Art Mathematic (STEAM) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis*, Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, Vol 10, Nomor 2 tahun 2021, hal: 1053-1062. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3633>.
- Hidayati, L., Hidayat, W., & Hanif, M. (2023). Project-Based Learning in STEM: Challenges and Opportunities. *Journal of Science Learning*, 6(1), 45–56. <https://doi.org/10.17509/jsl.v6i1.35678>.
- Hourigan, M., & Leavy, A. M., *Using integrated STEM as a stimulus to develop elementary students' statistical literacy, Teaching Statistics*, Vol. 42 Nomor 3 tahun 2020, hal: 77–86. Url: <https://doi.org/10.1111/test.12229>.
- Kasim A., Muhammad Hi. Hujairah., La Kalamu, L., Tinamba S., dan Lukman A. 2024. Pengaruh Kemampuan Awal Matematika dan Motivasi Belajar terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 11 Tidore Kepulauan. *JIMAT: Jurnal Ilmiah Matematika*. Volume. 5. Nomor 1 Juni 2024. Hal: 22-41. [Url:https://jurnal.isdikkieraha.ac.id/index.php/jimat/article/view/728/588](https://jurnal.isdikkieraha.ac.id/index.php/jimat/article/view/728/588)
- Kırıcı, M. G., & Bakıcı, H. (2021). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 19-35.
- La Kalamu, L., *Pengaruh Locus of Control, Self Efficacy, Lingkungan Belajar dan Motivasi Belajar Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa SMP Negeri Kota Gorontalo*, Disertasi, Gorontalo: Program Pascasarjana UNG, 2019.
- La Kalamu, La Yusran dan Djafar Hariyanti, *Pengaruh locus of control terhadap penalaran matematis siswa*, Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, Vol. 11 Nomor 1, tahun 2022, hal: 68-86. url: <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/deltapi/article/view>.
- La Kalamu, La Yusran, *Pengaruh Locus of Control Terhadap Motivasi Belajar Siswa*, Kamboti: Jurnal Sosial dan Humaniora, Volume 1 Nomor 2, tahun 2021, hal: 133-143. <https://doi.org/10.51135/kambotivol1iss2>.
- La Kalamu, La Yusran, *The Effect of Guided Discovery Learning Models on Mathematical Flowing Viewed From the Initial Capability of Mathematics*, International Journal Of Education, Information Trechnology, and Others, Volume 1. No. 1 Agustus 2018: 71-78.

- Markula, P., & Aksela, M. (2022). Project-Based Learning in STEM Education: Implementation and Outcomes. *Science Education International*, 33(1), 12–21. <https://doi.org/10.33828/sei.v33i1.12>.
- Maulana, M., *Penerapan Model Project Based Learning Berbasis Stem Pada Pembelajaran Fisika Siapkan Kemandirian Belajar Peserta Didik*, Jurnal Teknodik, Vol. 2 Nomor 39 tahun 2020. doi.org/10.32550/teknodik.v0i2.678.
- Noviyani, A., Maison, M., & Syaiful, S. (2021). The influence of PJBL-Stem and PBL-based on the learning motivation of the students on the mathematical creative thinking skills. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 4(1), 25-35.
- Nurfadhilah & Zubaidah Amir MZ. (2018). Kemampuan penalaran matematis melalui pembelajaran contextual teaching and learning (CTL) pada siswa SMP. *Jurnal Elemen*, 4(2), 171-182. <https://doi.org/10.29408/jel.v4i2.714>.
- 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.
- 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*, Volume 12 nomor (3) tahun 2023, hal: 401-409. Doi: 10.15294/jpii.v12i3.42973.
- Rahayu, E., dan Hartono, H., *Keefektifan Model PBL dan PjBL Ditinjau dari Prestasi Kemampuan Berpikir Kritis, dan Motivasi Belajar Matematika Siswa SMP*, Phytagoras: Jurnal Pendidikan Matematika, Vol. 11 Nomor 1 tahun 2016, hal:1-10.
- Rahman Arief, A., Usalmy Nyak W., Suárez Cesar, A. H., & Craig Nrefugio, C. *The impact of project-based learning on mathematics interest and self-efficacy among senior high school students*. *urnal Elemen*, volume 11 nomor (1), tahun 2025 hal: 133-152. Doi: 10.29408/jel.v11i1.27622.
- Riswanto, A., dan Sri Aryani., *Learning Motivation And Student Achievement : Descriptive Analysis and Relationships Both*, *Couns-Edu: International Journal of Counseling and Education*, Vol. 2 Nomor 1 tahun 2017, hal: 42-47. DOI: 10.23916/002017026010.
- Sesanti, N. R., & Marsitin, R. (2018, January). Analysis of Creative Thinking Ability of Primary School Department Student on Proposing Mathematics Problem. In *University of Muhammadiyah Malang's 1st International Conference of Mathematics Education (INCOMED 2017)* (pp. 49-53). Atlantis Press.
- Simamora, R. (2022). The Effectiveness of Project-Based Learning Integrated with STEM on Students' Problem-Solving Skills. *International Journal of Instruction*, 15(3), 123–138. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1539a>
- Simamora, R. (2024). Project-Based Learning Integrated with STEM: Improving Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 17(1), 101–115. <https://doi.org/10.29333/iji.2024.1717a>
- Smit, R., Dober, H., Kurt Hess., Bachmann P. & Birri, T. *Supporting primary students' mathematical reasoning practice: the effects of formative feedback and the mediating role of self-efficacy*. *Research in Mathematics Education*. Volume 25(3), 277-300.

- doi:10.1080/14794802.2022.2062780. URL:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14794802.2022.2062780>.
- Sofyan, U., M., dan Kusuma, A. B., 2018. *Upaya Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Menggunakan Pembelajaran Generatif pada Kelas VII SMP Muhammadiyah Kaliwiro*, Kontinu: Jurnal Penelitian Didaktik Matematika, Vol. 2 Nomor 2 Tahun 2018, hal: 1-13.
- Sumartini, T., S., *Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*, Jurnal Pendidikan Matematika, Volume 5, Nomor 1, April 2015, hal: 1-10.
- Suranti, N. M., Gunawan, & Sahidu, H., *Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Virtual Terhadap Penguasaan Konsep*, Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi, Vol. 2 Nomor 2 tahun 2016, hal: 73-79.
- Surmilasari, N., Marini dan Usman H., 2022. Creative thinking with stem-based project-based learning model in elementary mathematics learning. *Jurnal Pendidikan Nusantara*. Vol 7 Nomor 2. Doi : <https://doi.org/10.29407/jpdn.v7i2.17002>.
- Swandewi, N.L.P., Gita, I.N., & Suarsana, I.M. (2019). Pengaruh model quantum learning berbasis masalah kontekstual terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa SMA. *Jurnal Elemen*, 5(1), 31-42. <https://doi.org/10.29408/jel.v5i1.932>.
- Tinamba Safri dan La Kalamu La Yusran, 2021. Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Melalui Model Kontekstual Teaching And Learning, *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Vol. 7, Nomor 8, Desember 2021, hal: 44-23. url: <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view>.
- Torlakson. (2014). *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction.
- Trisdiono, H., Siswandari, S., Suryani, N., & Joyoatmojo, S., *Multidisciplinary integrated project-based learning to improve critical thinking skills and collaboration*, International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, Vol. 18 Nomor 1 tahun 2019, hal: 16–30. doi.org/10.26803/ijlter.18.1.2.
- Ulfa, F. M., Asikin, M., & Dwidayati, N. K. (2019). Membangun kemampuan berpikir kreatif matematis siswa dengan pembelajaran PjBL terintegrasi pendekatan STEM. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)* (Vol. 2, No. 1, pp. 612-617).
- Vistara, M. F., Wijayanti, K., & Rochmad, R. (2022). Pertumbuhan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa SMP dengan Model Problem-Based Learning melalui STEM. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 6(3), 493-508
- Zubaidah, S., *STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad ke-21*, *Seminar Nasional Matematika dan Sains, September 2019*, hal: 1–18.