
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN STEM-PBL TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA DALAM MATERI STATISTIKA

Ovilia Nur Wida^{1*}, Tsatsabilla Diannira Candraningtyas², Irma Widyawati³, Ika Santia⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Matematika, Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri
ovilianurwida595@gmail.com^{1*} tsatsabilladiannira@gmail.com²
irmawidyawati956@gmail.com³ ikasantia@unpkediri.ac.id⁴

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada rendahnya kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa SMA dalam menyelesaikan masalah statistika yang bersifat kontekstual dalam kehidupan sehari-hari. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh model pembelajaran STEM-PBL (Science, Thechnology, Engineering, Mathematics – Problem Based Learning) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan eksperimen dengan pretest posttest control group design. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari siswa kelas X-1 ECP sebagai kelas eksperimen dan kelas X-2 ECP sebagai kelas kontrol, yang dipilih menggunakan teknik cluster random sampling dari populasi seluruh siswa kelas X SMA Negeri 7 Kediri. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji t untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran STEM-PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dan uji N-gain untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran STEM-PBL memberikan pengaruh positif dan signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, yang terlihat dari perbedaan hasil yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol serta nilai N-gain yang diperoleh.

Kata Kunci: pendekatan STEM, Problem Based Learning, kemampuan berpikir kritis matematika

ABSTRACT

This study focuses on the low critical thinking skills possessed by high school students in solving contextual statistical problems in everyday life. To overcome this problem, this study aims to test the effect of the STEM-PBL (Science, Technology, Engineering, Mathematics - Problem Based Learning) learning model in improving students' critical thinking skills. The research method used is an experimental approach with a pretest posttest control group design. The sample in this study consisted of students of class X-1 ECP as the experimental class and class X-2 ECP as the control class, which were selected using cluster random sampling techniques from the population of all class X students of SMA Negeri 7 Kediri. The data obtained were then analyzed using the t-test to determine the effect of the STEM-PBL learning model on students' critical thinking skills and the N-gain test to measure

the increase in students' critical thinking skills. The results of this study indicate that the use of the STEM-PBL learning model has a positive and significant effect on improving students' critical thinking skills, which can be seen from the significant difference in results between the experimental and control classes and the N-gain values obtained.

Keywords: STEM approach, Problem Based Learning, critical thinking skills in mathematics

A. PENDAHULUAN

Kemajuan era globalisasi dan revolusi industri 4.0 mengharuskan dunia Pendidikan untuk mempersiapkan generasi muda yang memiliki kemampuan abad ke-21.. Kemampuan yang dimaksud meliputi kemampuan berpikir kritis, kreatif, komunikasi dan kolaborasi (4C : *critical thinking, communication, collaboration, and creativity*). Melalui Kurikulum Merdeka, pemerintah Indonesia juga menekankan pentingnya kemampuan 4C sebagai kemampuan utama yang perlu dikembangkan dalam pendidikan abad ke-21. Kebijakan ini bertujuan untuk mempersiapkan generasi muda yang tidak hanya memiliki pengetahuan akademis, tetapi juga mampu berpikir kritis dalam menganalisis informasi, menciptakan solusi inovatif, berkolaborasi saat bekerja sama, serta mampu mengkomunikasikan ide dengan efektif. Ini sejalan dengan kebutuhan dunia kerja dan kehidupan global yang semakin kompleks, di mana kemampuan tersebut menjadi kunci untuk mencapai kesuksesan.

Namun, fakta yang ditemukan melalui observasi di SMA Negeri 7 Kediri menunjukkan bahwa metode pengajaran matematika, terutama dalam statistika, masih menggunakan metode ceramah dan latihan soal yang bersifat monoton. Dari hasil pengamatan di kelas X, hanya sekitar 20% siswa yang aktif bertanya atau menyampaikan pendapat selama pembelajaran berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa partisipasi siswa dalam proses pembelajaran yang memerlukan kemampuan berpikir kritis tergolong rendah. Selain itu, hasil wawancara dengan guru matematika disana mengindikasikan bahwa perlu adanya peningkatan motivasi belajar siswa. Para siswa merasakan bahwa proses pembelajaran kurang relevan dan tidak mengaitkan materi dengan masalah nyata yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari. Situasi ini mengakibatkan rendahnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, sehingga perkembangan kemampuan berpikir kritis mereka tidak optimal.

Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa adalah melalui penerapan model pembelajaran. Model pembelajaran berfungsi sebagai elemen yang sangat penting dalam proses belajar mengajar, karena bisa dijadikan pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran di dalam kelas (Monika et al., 2023). Salah satu model pembelajaran yang relevan untuk mencapai tujuan pendidikan abad ke-21 adalah *Problem Based Learning* (PBL) (Ariyatun & Octavianelis, 2020). Model ini menciptakan pergeseran dari pembelajaran yang berfokus pada guru ke pembelajaran yang berfokus pada siswa, Dimana peran guru bertransformasi dari penyampai informasi menjadi fasilitator dalam proses pengetahuan (Savery dalam Ariyatun & Octavianelis, 2020). Penerapan model PBL dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan yang kompleks, berkolaborasi, serta berkomunikasi baik secara lisan maupun tulisan (Rosa & Pujiati dalam Ariyatun & Octavianelis, 2020).

Pembelajaran matematika, terutama statistika, berkaitan erat dengan teknologi yang memiliki peran krusial dalam mempersiapkan siswa untuk dunia kerja. Situasi ini sangat memfasilitasi

penggabungan dalam pembelajaran statistika yang berfokus pada *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Dengan pendekatan STEM, siswa tidak hanya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, tetapi juga dapat menyelesaikan masalah yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari (Ariyatun & Octavianelis, 2020). Diharapkan, penerapan metodologi STEM dalam pembelajaran statistika dapat menghadirkan inovasi pembelajaran yang berarti bagi siswa melalui penggabungan pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara terstruktur.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, peneliti menyatukan kedua metode pembelajaran menjadi satu model pembelajaran yang komprehensif, yaitu pembelajaran STEM-PBL. Model pembelajaran STEM-PBL menghadapkan siswa pada beragam masalah dalam lingkungan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Dalam penerapan STEM, terdapat suatu kerangka kerja atau perspektif yang dapat dipakai dan dikombinasikan dalam suatu model pembelajaran. Intinya, kerangka kerja atau sudut pandang dalam pendekatan STEM mengikuti pola yang serupa dengan tahapan model PBL sehingga keduanya dapat disatukan. Pembelajaran ini memberi kesempatan kepada siswa untuk mengasah dan menerapkan kemampuan berpikir kritis mereka melalui proses merumuskan masalah dan hipotesis, merencanakan dan melaksanakan penelitian, mengumpulkan data, menganalisis dan mengolah informasi, mencari Solusi, berdiskusi, serta berpartisipasi dalam aktivitas. (Khoirunnissa et al., 2024)

Oleh karena itu, penerapan STEM-PBL menjadi salah satu pilihan yang bisa dipakai untuk memperbaiki kemampuan berpikir kritis siswa. Ini sejalan dengan penelitian oleh (Andini & Retno Winarti, 2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan model PBL yang didukung dengan bahan ajar berbasis STEM menghasilkan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis yang lebih baik dibandingkan model PBL yang tidak menggunakan bahan ajar berbasis STEM. Penelitian di SMA Negeri 6 Palopo juga menunjukkan adanya kemajuan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X dari kategori sangat rendah menjadi tinggi setelah penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika (Yusuf et al., 2022). Studi di SMP Negeri 4 Tuban juga mengkonfirmasi bahwa penerapan model PBL dengan pendekatan STEM secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas VIII jika dibandingkan dengan kelas kontrol (Ratnasari & Sulistyaningrum, 2023). Meta-analisis terhadap sejumlah artikel jurnal lebih lanjut menguatkan temuan ini dengan menyatakan bahwa model PBL memiliki dampak besar dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. (Rohmah et al., 2022) Berdasarkan beragam hasil penelitian sebelumnya, inovasi dari studi ini tidak hanya terletak pada penerapan model pembelajaran STEM-PBL dalam domain statistik, tetapi juga pada fokusnya dalam memperkuat kemampuan analisis data dan pengambilan keputusan yang berlandaskan masalah di dunia nyata. Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya diajarkan cara menghitung rata-rata atau median, tetapi juga dilatih untuk menganalisis pola data, menilai keandalan informasi statistik, dan menerapkan prinsip matematika dalam proyek-proyek yang berbasis teknologi, seperti pengolahan data digital atau visualisasi grafik. Oleh karena itu, studi ini tidak hanya memperluas penggunaan STEM-PBL ke bidang yang kurang diteliti, tetapi juga menawarkan metode pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan literasi data di masa digital saat ini.

Berdasarkan penjelasan yang disampaikan, terdapat sebuah kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad 21, yang menekankan pentingnya kemampuan berpikir kritis, dan kondisi yang ada lapangan yang menunjukkan bahwa pembelajaran statistika di SMA masih banyak menggunakan metode konvensional serta tidak cukup melibatkan siswa dalam pemecahan masalah yang nyata. Observasi awal menunjukkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan

dalam menerapkan konsep statistika untuk menganalisis data dan membuat keputusan, padahal kemampuan literasi data merupakan hal yang sangat penting di era digital saat ini. Di sisi lain, meskipun pendekatan STEM dan PBL masing-masing telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, penggabungan keduanya dalam konteks pembelajaran statistika di SMA masih jarang diteliti. Maka dari itu, penelitian ini dirancang untuk menguji pengaruh model STEM-PBL sebagai solusi inovatif yang diharapkan dapat mengatasi tantangan tersebut, sekaligus mempersiapkan siswa dengan kemampuan berpikir kritis yang sejalan dengan kebutuhan zaman sekarang.

B. METODE

Penelitian ini merupakan suatu penelitian kuantitatif yang menggunakan jenis pendekatan kuasi eksperimen dengan desain *pretest posttest control group design*, terdiri dari dua kelompok penelitian yaitu kelompok eksperimen yang berfungsi sebagai kelompok yang menerima perlakuan dan kelompok kontrol yang berfungsi sebagai kelompok pembanding. Kelompok eksperimen menerima pembelajaran dengan model STEM-PBL sedangkan kelompok kontrol mendapatkan pembelajaran dengan cara konvensional (Sugiono, 2023).

Populasi yang dijadikan fokus dalam penelitian ini adalah kelas X di SMA Negeri 7 Kediri. Teknik pengambilan sampel yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *cluster random sampling* dan sampel yang dipilih adalah siswa dari kelas X-1 ECP yang berfungsi sebagai kelas eksperimen, yang diasumsikan memiliki karakteristik yang sama dan normal, sementara X-2 ECP berfungsi sebagai kelas kontrol. Variabel independen dalam penelitian ini adalah model pembelajaran yang diterapkan, yaitu model pembelajaran STEM-PBL dan metode pembelajaran konvensional yang dilakukan oleh guru. Sedangkan variabel dependen yang diteliti adalah kemampuan berpikir kritis siswa dalam konteks pembelajaran matematika terkait materi statistika. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah informasi mengenai kemampuan berpikir kritis menggunakan metode tes tulis yang terdiri dari 5 soal esai yang dirancang sesuai dengan indikator berpikir kritis. Indikator berpikir kritis berdasarkan Ennis (Cahyo & Murtiyasa, 2023) yang sudah disesuaikan dengan tujuan penelitian ini meliputi:

1. Merumuskan masalah dan merencanakan strategi
2. Menganalisis dan mengevaluasi informasi
3. Menyimpulkan dan memecahkan masalah
4. Mengkomunikasikan argumen

Soal dengan indikator berpikir kritis divalidasi oleh dosen ahli dan dianalisis menggunakan statistik, kemudian data yang diperoleh dilakukan analisis statistika dengan menggunakan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui pengaruh kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, uji *independent sample t-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata kelas eksperimen dan kontrol serta uji *n-gain* untuk menilai besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data penelitian ini berupa data kemampuan berpikir kritis siswa yang diperoleh dari nilai tes siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol yang berupa soal tes kemampuan berpikir kritis yang sudah valid dan reliabel. Rekapitulasi hasil kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA Negeri 7 Kediri disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

No	Statistik	Hasil Belajar			
		Pretest		Posttest	
		Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol
1	Rata-Rata	78,00	77,43	86,53	81,66
2	Nilai tertinggi	85,00	85,00	94,00	90,00
3	Nilai Terendah	71,00	70,00	78,00	75,00

Untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis pada pretest dan posttest menggunakan uji paired sampel t-test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan nilai pretest dan posttest maka hasil analisisnya disajikan berikut ini.

Paired Samples Test

Pair	PRE TEST - POST TEST	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper				
Pair 1	PRE TEST - POST TEST	-8.53333	2.50149	.45671	-9.46741	-7.59926	-18.684	29	<.001

Gambar 1. Hasil analisis paired sample t-test pada kelas Eksperimen

Berdasarkan hasil uji paired sampel t-test yang dilakukan kelas Eksperimen, diperoleh nilai $t = -18,684$ dengan 29 derajat kebebasan, dan nilai signifikansi (p -value) $< 0,05$ yaitu 0,001, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Terlihat juga bahwa rata-rata nilai posttest mengalami kenaikan sebesar 8,53 poin jika dibandingkan dengan pretest, dan nilai effect size (Cohen's $d = 2,50$) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki dampak yang sangat besar.

Paired Samples Test

Pair	PRE TEST - POST TEST	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper				
Pair 1	PRE TEST - POST TEST	-4.23333	1.67504	.30582	-4.85880	-3.60786	-13.843	29	<.001

Gambar 2. Hasil analisis paired sample t-test pada kelas Kontrol

Sedangkan hasil analisis uji paired sampel t-test pada kelas kontrol menunjukkan nilai $t = -13,843$ dengan derajat kebebasan adalah 29 dan nilai signifikan (p -value) $< 0,05$ yaitu 0,001, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak. Ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dari nilai pretest ke posttest. Terlihat juga bahwa rata-rata nilai posttest lebih tinggi dengan selisih 4,23 poin dibandingkan pretest, ditambah lagi nilai effect size (Cohen's $d = 1,67$) yang menunjukkan adanya pengaruh meskipun tanpa perlakuan yang khusus.

Selanjutnya melakukan uji *Independent Sample T-Test* Untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai matematika dalam pembelajaran statistika antara siswa yang diajar dengan model STEM-PBL dan siswa yang diajar dengan metode konvensional. Hasil uji disajikan dalam bentuk gambar berikut.

Group Statistics										
	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean					
Hasil Belajar Statistika	Kelas X-1	30	86.5333	3.64581	.66563					
	Kelas X-2	30	81.6667	3.79958	.69370					

Independent Samples Test										
Levene's Test for Equality of Variances						t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Hasil Belajar Statistika	Equal variances assumed	.274	.603	5.062	58	<.001	4.86667	.96140	2.94221	6.79112
	Equal variances not assumed			5.062	57.901	<.001	4.86667	.96140	2.94214	6.79119

Independent Samples Effect Sizes					
	Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval		
			Lower	Upper	
Hasil Belajar Statistika	Cohen's d	3.72349	1.307	.743	1.861
	Hedges' correction	3.77252	1.290	.734	1.837
	Glass's delta	3.79958	1.281	.670	1.876

a. The denominator used in estimating the effect sizes.
 Cohen's d uses the pooled standard deviation.
 Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.
 Glass's delta uses the sample standard deviation of the control group.

Gambar 3. Hasil Analisis Independent Sample T-Test

Berdasarkan hasil Uji yang dilakukan untuk membandingkan 2 kelas didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar kelas eksperimen (X-1) dan kelas kontrol (X-2), dimana rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Nilai signifikan <0,05 menunjukkan perbedaan tersebut nyata secara statistic, dan nilai Cohen's d = 1,307 mengindikasikan adanya efek yang sangat besar, sehingga model pembelajaran yang diterapkan pada kelas eksperimen terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Meskipun kedua kelas menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan, tetapi kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang jauh lebih signifikan. Juga terlihat bahwa pengaruh perlakuan model pembelajaran STEM-PBL sangat kuat dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selanjutnya melakukan analisis N-Gain untuk mengetahui besar peningkatan kemampuan berpikir kritis sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Hasil uji disajikan dalam bentuk gambar berikut.

Descriptive Statistics						Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain	30	.22	.60	.3928	.11047	NGain	30	.07	.33	.1907	.07314
Valid N (listwise)	30					Valid N (listwise)	30				

Gambar 4. Hasil analisis N-Gain pada kelas Eksperimen dan kelas Kontrol

Berdasarkan kriteria pengukuran N-Gain yang terdiri dari rentang $-1 \leq g < 0$ untuk kategori penurunan, $g = 0$ untuk kategori tidak ada peningkatan, $0 < g < 0,3$ untuk kategori rendah, $0,3 \leq g \leq 0,7$ untuk kategori sedang dan $g > 0,7$ untuk kategori tinggi. Dari hasil analisis N-Gain pada kelas Eksperimen, nilai rata-rata yang diperoleh adalah 0,3928, menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah penerapan model pembelajaran STEM-PBL berada pada kategori sedang. Sedangkan hasil analisis N-Gain pada kelas Kontrol menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,1907 yang menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah penerapan metode konvensional masuk ke dalam kategori rendah.

Pembahasan

Melalui hasil analisis menggunakan uji *paired sample t-test*, uji *independent sample t-test* dan uji N-Gain pada dua kelas, yaitu kelas Eksperimen dan kelas Kontrol, diperoleh bukti adanya perbedaan yang signifikan setelah menerapkan model pembelajaran STEM-PBL. Dengan kata lain, model pembelajaran STEM-PBL terbukti memberikan pengaruh positif yang nyata terhadap

kemampuan berpikir kritis matematika siswa kelas X di SMA Negeri 7 Kediri. Hal ini menunjukkan bahwa model ini efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka dalam pembelajaran matematika. Berikut hasil dokumentasi kegiatan yang telah peneliti lakukan.



Gambar 1. Proses pembelajaran STEM-PBL



Gambar2. Siswa mencoba menyelesaikan permasalahan dengan kemampuan berpikir kritis

Penerapan model pembelajaran STEM-PBL dalam kelas eksperimen berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Ratnasari & Sulistyningrum, 2023) yang menyatakan bahwa perlakuan model STEM-PBL berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis matematika di kelas VIII SMP Negeri 4 Tuban. Dengan pendekatan STEM, siswa di kelas eksperimen didorong untuk merancang dan mengembangkan pengetahuan mereka secara aktif. Hal ini membuat mereka mampu berpikir kritis dan menyelesaikan masalah secara sistematis, sesuai dengan pengalaman yang mereka dapatkan selama proses pembelajaran. Selain itu, hasil ini juga mendukung penelitian (Ariyatun & Octavianelis, 2020) yang menunjukkan bahwa model problem based learning (PBL) yang terintegrasi dengan STEM memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Model ini dianggap mampu menghadirkan inovasi dalam pembelajaran dan memberikan hasil yang lebih dibandingkan metode sebelumnya.

D. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa model pembelajaran STEM-PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini terlihat dari hasil analisis menggunakan paired sample t-test yang menunjukkan nilai sig. $0,001 < 0,05$ dimana mengindikasikan bahwa model pembelajaran STEM-PBL memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, hasil dari independent sample t-test dengan nilai sig. $0,001 < 0,05$ juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dalam hal kemampuan berpikir kritis. Di samping itu, hasil pengujian N-Gain

menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran STEM-PBL berada dalam kategori sedang. Oleh karena itu, model pembelajaran STEM-PBL sangat relevan untuk diterapkan pada kelas X dalam pembelajaran statistika, karena dapat memberikan inovasi dalam pembelajaran serta memberikan dampak positif bagi siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka.

2. Saran

Untuk meningkatkan efektivitas pengajaran dan kemampuan berpikir kritis siswa, model pembelajaran STEM-PBL harus diimplementasikan secara menyeluruh dan konsisten dalam pembelajaran matematika untuk kelas X, dengan dukungan dari pelatihan untuk para guru, pengembangan materi pembelajaran dan penilaian yang dilakukan secara berkala. Perlu adanya pengembangan teori baru yang menggabungkan STEM-PBL dengan pendekatan yang memanfaatkan teknologi atau kolaborasi, serta melaksanakan penelitian lanjutan dengan sampel yang lebih besar dan konteks yang beragam untuk mengevaluasi efektivitas dan faktor-faktor pendukungnya, mengingat bahwa banyak penelitian yang telah menunjukkan keuntungan dari penggabungan STEM dan PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, R., & Retno Winarti, E. (2022). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Model Problem-Based Learning Berbantuan Bahan Ajar dengan Pendekatan STEM. *PRISMA. Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 467–474. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Cahyo, T. S. S., & Murtiyasa, B. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Melalui Pendekatan Problem Based Learning dalam Pembelajaran Matematika di SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1597–1610. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2329>
- Khoirunnissa, R., Suwarma, I. R., & Muslim, M. (2024). The Implementation of STEM-PBL Learning to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 10(1), 175–185. <https://doi.org/10.29303/jpft.v10i1.6879>
- Monika, P. S., Suharno, S., & Rahmasari, L. (2023). Effectiveness of Science Technology Engineering Mathematics Problem Based Learning (STEM PBL) and Science Technology Engineering Mathematics Project Based Learning (STEM PjBL) to Improve Critical Thinking Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9593–9599. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4910>
- Ratnasari, V., & Sulistyningrum, H. (2023). *PENGARUH MODEL PROBLEM BASED LEARNING DENGAN PENDEKATAN STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIKA SISWA SMP*.
- Rohmah, N., Widodo, S., & Katminingsih, Y. (2022). *Meta Analisis: Model Pembelajaran PBL Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa*. 06(01), 945–953.
- Sugiono. (2023). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF, DAN R&D*. www.cvalfabeta.com
- Yusuf, I., Ma'rufi, & Nurdin. (2022). Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Matematika. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 2(1), 26–40. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v2i1.404>