LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MELALUI PENERAPAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* BERBASIS STEM

Rose Hanny Louvette[1], Mohammad Budiyanto[2]
Universitas Negeri Surabaya[1,2]
e-mail: rose.22131@mhs.unesa.ac.id

Diterima: *30/3/2026*; Direvisi: *6/4/2026*; Diterbitkan: *12/4/2026*

ABSTRAK

Kebutuhan keterampilan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis yang mumpuni guna menghadapi kompleksitas global, namun rendahnya kapasitas analisis siswa pada materi sains masih menjadi kendala utama akibat dominasi metode konvensional. Penelitian deskriptif kuantitatif ini bertujuan menganalisis implementasi model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi pendekatan STEM dalam meningkatkan kecakapan berpikir kritis pada topik tekanan zat cair. Menggunakan desain *one group pre-test post-test*, studi ini melibatkan tiga puluh satu siswa kelas IX-A SMP Negeri 4 Surabaya tahun ajaran 2025/2026. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah kontekstual, penyelidikan kolaboratif berbasis sains dan teknologi, serta evaluasi melalui instrumen tes sepuluh butir soal mencakup lima indikator berpikir kritis. Temuan penelitian secara kuantitatif menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan dengan rata-rata nilai awal 56,77 melonjak drastis menjadi 86,45 pada skor akhir. Analisis data membuktikan perolehan skor rata-rata *N-Gain* mencapai 0,7 dalam kategori tinggi, diperkuat oleh hasil uji Wilcoxon dengan nilai signifikansi $p < 0,001$. Simpulan utama menegaskan bahwa integrasi model PBL berbasis STEM sangat efektif dalam mengonstruksi pemahaman mendalam dan melatih kemandirian siswa dalam merumuskan solusi terhadap fenomena fisika. Sinergi lintas disiplin ilmu ini terbukti mampu mentransformasi pola pikir pasif menjadi kritis dan adaptif secara sistematis bagi perkembangan akademik siswa di masa depan.
Kata Kunci: *Problem Based Learning*, *STEM, Keterampilan Berpikir Kritis*

ABSTRACT

The need for 21st-century skills requires students to have adequate critical thinking skills to face global complexity, but the low analytical capacity of students in science material remains a major obstacle due to the dominance of conventional methods. This quantitative descriptive study aims to analyze the implementation of the Problem Based Learning (PBL) model integrated with the STEM approach in improving critical thinking skills on the topic of fluid pressure. Using a one-group pre-test post-test design, this study involved thirty-one students of grade IX-A of SMP Negeri 4 Surabaya in the 2025/2026 academic year. The research stages include contextual problem identification, science and technology-based collaborative investigations, and evaluation through a ten-item test instrument covering five indicators of critical thinking. The quantitative research findings show a significant increase in learning outcomes with an average initial score of 56.77 jumping drastically to 86.45 in the final score. Data analysis proves that the average N-Gain score reaches 0.7 in the high category, reinforced by the results of the Wilcoxon test with a significance value of $p < 0.001$. The main conclusion confirms that the integration of the STEM-based PBL model is highly effective in constructing in-depth understanding and training students' independence in formulating solutions to physics

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

phenomena. This cross-disciplinary synergy has been proven to systematically transform passive thinking into critical and adaptive thinking for students' future academic development.
Keywords: *Problem Based Learning, STEM, Critical Thinking Skills*

PENDAHULUAN

Pendidikan pada abad 21 menuntut adanya transformasi yang fundamental guna merespons laju kemajuan teknologi, arus globalisasi, serta pergeseran kebutuhan sosial yang kian dinamis di tengah masyarakat. Peran pendidikan menjadi sangat krusial dalam mencetak generasi penerus bangsa yang tidak hanya memiliki kecerdasan intelektual, tetapi juga kapasitas adaptif untuk bersaing di tengah perubahan zaman yang serba cepat. Salah satu karakteristik utama dari paradigma pendidikan modern ini adalah pergeseran fokus dari pengajaran yang berpusat pada pendidik menjadi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Dalam model ini, siswa diberikan kebebasan yang lebih luas untuk mengeksplorasi, mencari, serta memanfaatkan berbagai sumber belajar secara mandiri sesuai dengan minat dan bakat mereka. Sistem kurikulum yang dikembangkan saat ini mengharuskan sekolah untuk terus berinovasi dalam metode, materi, dan integrasi teknologi guna menciptakan pengalaman belajar yang benar-benar bermakna dan relevan. Tuntutan dunia masa depan mewajibkan setiap individu untuk menguasai seperangkat keterampilan khusus yang dikenal luas sebagai 4C, yang mencakup *critical thinking*, *creativity*, *communication*, dan *collaboration*(Aprilianingrum & Wardani, 2021; Doringin et al., 2020; Nurhayati et al., 2024). Tanpa penguasaan keterampilan dasar tersebut, lulusan pendidikan formal akan sulit menghadapi kompleksitas tantangan global yang memerlukan kolaborasi serta pemikiran inovatif dalam setiap lini kehidupan profesional maupun sosial mereka di masa mendatang (Lestari & Rahmandani, 2023; Nurhayati et al., 2024; Rusman, 2023).

Memasuki era abad 21, perubahan paradigma pembelajaran mengharuskan setiap peserta didik dibekali dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking skills*. Orientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi ini pada dasarnya melibatkan tiga aspek utama yang saling terintegrasi, yaitu *transfer of knowledge*, *critical and creative thinking*, serta *problem solving*. Berpikir kritis sendiri didefinisikan sebagai keterampilan kognitif untuk menganalisis informasi secara objektif dan mengambil keputusan berdasarkan bukti empiris yang tersedia secara akurat. Keterampilan ini mengaitkan langkah-langkah keaktifan guna menciptakan konsep, mengaplikasikan teori, serta memantau setiap permasalahan yang muncul baik dari pengalaman pribadi maupun pengamatan lingkungan sekitar. Dengan memiliki kemampuan berpikir kritis yang optimal, seseorang akan lebih mudah dalam mengumpulkan informasi yang relevan, menggunakan ide-ide abstrak untuk memecahkan kebuntuan, serta mempertahankan pemikiran yang terbuka terhadap berbagai perspektif baru. Kemampuan untuk mengomunikasikan gagasan secara efektif juga menjadi bagian tak terpisahkan dari proses berpikir kritis ini. Oleh sebab itu, pengembangan keterampilan ini perlu dilakukan secara maksimal di lingkungan sekolah agar siswa memiliki ketajaman analisis yang diperlukan untuk memilah informasi di tengah banjir data digital yang terjadi saat ini (Hikmayanti et al., 2025; Mardhani et al., 2022; Sutarsih et al., 2024; Syamsiar et al., 2024).

Meskipun tuntutan kurikulum abad 21 memberikan penekanan yang sangat kuat pada urgensi keterampilan berpikir kritis, kenyataan empiris di lapangan sering kali menunjukkan kondisi yang memprihatinkan. Secara umum, tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik di berbagai jenjang pendidikan masih tergolong rendah dan belum mencapai standar ideal yang diharapkan. Rendahnya kualitas berpikir ini disinyalir terjadi karena siswa belum terbiasa

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

dilatih untuk menggunakan indikator-indikator krusial dalam berpikir kritis selama proses pembelajaran berlangsung. Di banyak institusi, pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam masih didominasi oleh metode ceramah konvensional serta pemberian latihan soal rutin yang bersifat mekanis. Pendekatan semacam ini cenderung membatasi ruang gerak bagi siswa untuk mengeksplorasi kemampuan berpikir tingkat tinggi mereka secara mandiri. Akibatnya, siswa lebih banyak terjebak dalam aktivitas menghafal konsep-konsep teoretis tanpa memahami bagaimana penerapan nyata dari ilmu tersebut dalam kehidupan sehari-hari mereka. Kesenjangan antara harapan kurikulum yang menuntut kemandirian berpikir dengan realitas instruksional yang masih pasif ini menjadi hambatan besar dalam mempersiapkan generasi yang adaptif. Tanpa adanya perubahan strategi pengajaran, potensi intelektual siswa akan tetap terbelenggu dalam pola pikir tradisional yang tidak lagi relevan dengan tantangan global yang serba kompetitif (Asih et al., 2026; Hamilaturroyya & Adibah, 2025; Kamila et al., 2025; Pantow & Korompis, 2024; Syakdiyah et al., 2020).

Sebagai solusi inovatif untuk menjembatani kesenjangan tersebut, penerapan model *problem based learning* yang terintegrasi dengan pendekatan *STEM* muncul sebagai terobosan baru dalam pembelajaran abad 21. Model pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika ini dinilai mampu memenuhi tujuan pendidikan modern dalam meningkatkan seluruh aspek keterampilan 4C. Melalui integrasi *STEM*, siswa diajak untuk terlibat langsung dalam aktivitas di mana mereka harus menghadapi suatu permasalahan nyata yang memerlukan analisis mendalam, evaluasi kritis, serta penyediaan solusi yang inovatif (Daniati et al., 2024; Ervawaty et al., 2026; Nailinda et al., 2025). Model ini sangat direkomendasikan untuk mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam karena mampu merangsang siswa untuk bekerja secara kolaboratif dalam tim guna memecahkan tantangan teknis. Indikator kemampuan berpikir kritis seperti *elementary clarification*, *basic support*, *inference*, *advanced clarification*, hingga *strategy and tactics* dapat diasah secara sistematis melalui setiap tahapan proyek yang dilakukan. Dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional, pendekatan ini memberikan dampak yang jauh lebih signifikan terhadap keterlibatan kognitif siswa di dalam kelas. Dengan memposisikan siswa sebagai pemecah masalah, atmosfer belajar menjadi lebih dinamis dan memberikan kesempatan bagi setiap individu untuk menunjukkan bakat serta kemampuan penalaran logis mereka secara maksimal.

Penelitian ini hadir dengan nilai kebaruan yang berfokus pada implementasi model pembelajaran *problem based learning* berbasis *STEM* di SMPN 1 untuk tahun ajaran 2025/2026. Fokus kajian diarahkan secara spesifik pada upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam, khususnya pada materi tekanan zat cair. Pemilihan materi ini didasarkan pada karakteristik konsep tekanan zat cair yang memerlukan pemahaman mendalam serta visualisasi nyata dalam pemecahan masalah hidrolik maupun fenomena alam lainnya. Inovasi penelitian ini terletak pada desain instruksional yang secara sengaja membenturkan siswa dengan fenomena tekanan zat cair melalui skenario masalah yang memerlukan integrasi teknologi dan teknik sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sejauh mana model tersebut mampu memberikan pengaruh yang lebih kuat dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional yang selama ini diterapkan. Dengan diterapkannya strategi ini di SMPN 1, diharapkan muncul sebuah profil kelas yang lebih aktif, inovatif, dan kritis dalam menanggapi setiap konsep sains yang dipelajari. Hasil dari pengembangan model ini diproyeksikan dapat menjadi referensi bagi guru lain dalam mengelola kelas berbasis proyek yang mampu menjawab tantangan pendidikan abad

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

21 secara efektif. Transformasi ini menjadi langkah strategis bagi sekolah dalam mewujudkan lulusan yang memiliki ketangguhan intelektual dan kecakapan praktis yang mumpuni.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan jenis *pre-experimental design* menggunakan rancangan o*ne group pre-test* dan *post-test design*. Siswa akan diberikan pre-test terlebih dahulu sebelum diberikan perlakuan, kemudian siswa diberikan *post-test* setelah diberikan perlakuan. Pengaruh perlakuan dapat diketahui dengan membandingkan nilai *pre-test* dan *post-test*. Jika nilai *post-test* lebih tinggi dibandingkan nilai *pre-test*, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan efektif. Sebaliknya, jika nilai *pre-test* lebih tinggi dibandingkan nilai *post-test*, maka dapat disimpulkan perlakuan yang diterapkan tidak efektif. Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 4 Surabaya dengan subjek penelitian adalah siswa kelas IX-A yang berjumlah 31 orang siswa dalam satu kelas. Teknik pengambilan sampel menggunakan *non-probability sampling* dengan metode *purposive sampling* di mana pemilihan sampel secara tidak acak karena sampel sudah terbentuk sebelumnya dalam satu kelas. Kelas IX-A dipilih sebagai kelas eksperimen berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran IPA yang menyatakan bahwa respon belajar dan partisipasi siswa dalam pembelajaran cukup baik sehingga proses penelitian diharapkan dapat berjalan dengan lancar.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa berupa soal pilihan ganda dengan jumlah 10 butir yang diberikan dalam bentuk *pre-test* dan *post-test*. Pelaksanaan p*re-test* dan *post-test* dilakukan secara tertutup dengan alokasi waktu selama 30 menit. Soal disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis yang meliputi interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan eksplanasi. Teknik analisis data keterampilan berpikir kritis siswa dilakukan menggunakan *Normalized Gain* yang bertujuan untuk mengukur efektivitas suatu pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Perhitungan *N-Gain* dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N\text{-}Gain = \frac{Skor\ Postest - Skor\ Pretest}{Skor\ Ideal - Skor\ Pretest}$$

Hasil analisis data dijelaskan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap temuan penelitian. Nilai *N-Gain* yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam beberapa kategori sebagai berikut:

Tabel 1. Kategori Skor *N-gain*

Nilai *N-Gain*	Kategori
N-Gain > 0,7	Tinggi
0,3 ≤ *N-Gain* ≤ 0,7	Sedang
N-Gain < 0,3	Rendah

(Hake, 1998)

Berdasarkan kategori tersebut, peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat diketahui dari nilai *N-Gain* yang diperoleh. Nilai *N-Gain* yang berada pada kategori sedang atau tinggi menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Data penelitian juga dianalisis menggunakan uji statistik untuk mengetahui signifikansi peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk dengan bantuan *software SPSS Statistics* 27.0 pada taraf kepercayaan 95% (α = 0,05). Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal karena nilai signifikansi (Sig.) ≤ 0,05, sehingga pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan Uji Wilcoxon. Uji Wilcoxon digunakan untuk menganalisis perbedaan dua data berpasangan yang dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statistics 27.0* dengan cara membandingkan nilai asymp.sig dengan tingkat kepercayaan α = 0,05.

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

Apabila nilai Asymp. Sig. < 0,05, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* sehingga perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Sebaliknya, apabila nilai Asymp. Sig. > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan *N-Gain* untuk mengetahui besarnya peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkan model PBL dengan pendekatan STEM. Perhitungan skor *pre-test* dan *post-test* tiap peserta didik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil N-Gain Peserta Didik

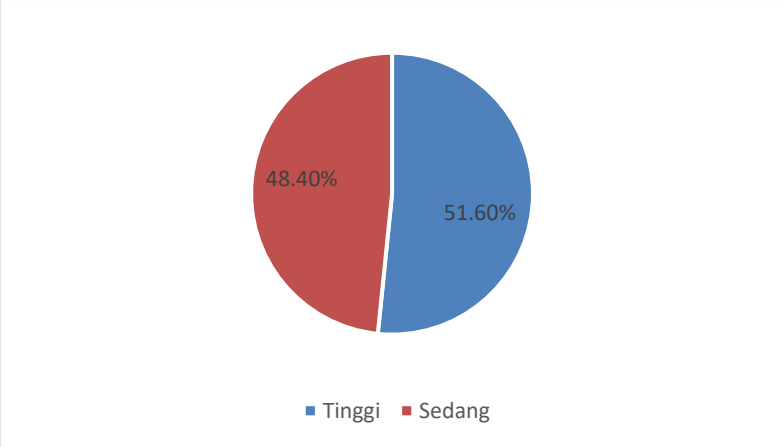
Kode Siswa	Nilai		*Normalized Gain*	Kategori
	Pre-test	*Post-test*		
S1	30	70	0,6	Sedang
S2	70	80	0,3	Sedang
S3	60	80	0,5	Sedang
S4	40	80	0,7	Sedang
S5	70	80	0,3	Sedang
S6	70	100	1,0	Tinggi
S7	50	90	0,8	Tinggi
S8	70	100	1,0	Tinggi
S9	50	90	0,8	Tinggi
S10	70	90	0,7	Sedang
S11	70	90	0,7	Sedang
S12	50	90	0,8	Tinggi
S13	60	90	0,8	Tinggi
S14	60	90	0,8	Tinggi
S15	40	80	0,7	Sedang
S16	40	80	0,7	Sedang
S17	70	100	1,0	Tinggi
S18	80	100	1,0	Tinggi
S19	50	70	0,4	Sedang
S20	60	90	0,8	Tinggi
S21	80	100	1,0	Tinggi
S22	60	90	0,8	Tinggi
S23	30	80	0,7	Tinggi
S24	50	90	0,8	Tinggi
S25	40	80	0,7	Sedang
S26	60	90	0,8	Tinggi
S27	50	80	0,6	Sedang
S28	50	90	0,8	Tinggi

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

S29	60	80	0,5	Sedang
S30	60	80	0,5	Sedang
S31	60	80	0,5	Sedang
Rata-rata	56,77	86,45	0,7	Tinggi

Berdasarkan tabel 1 rekapitulasi hasil *N-Gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata *N-Gain* pada kelas IX-A yang berjumlah 31 peserta didik setelah diterapkan model PBL dengan pendekatan STEM sebesar 0,7 dengan kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan yang dibuktikan dengan meningkatnya nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* dari 56,77 menjadi 86,45. Perbandingan persentase skor *N-Gain* peserta didik disajikan dalam bentuk diagram lingkaran pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Persentase dan Kategori *N-Gain* Kelas IX-A

Berdasarkan gambar 1 di atas diperoleh persentase peserta didik yang memiliki skor *N-Gain* dengan kategori tinggi sebanyak 51,60% terdiri dari 16 peserta didik dan kategori sedang sebanyak 48,40% terdiri dari 15 peserta didik. Berikut ini adalah data skor *N-Gain* secara rinci dalam setiap indikator keterampilan berpikir kritis yang disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Skor *N-gain* Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

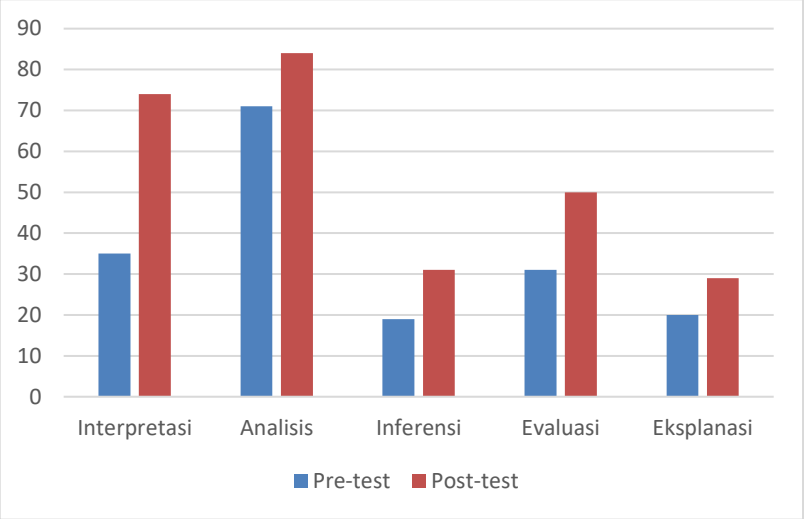
Nomor Soal	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	*Pre-test*	*Post-test*	*N-Gain*	Kategori
2, 3, 6	Interpretasi	35,00	74,00	38,7	Tinggi
1, 4, 8	Analisis	71,00	84,00	12,3	Tinggi
9	Inferensi	19,00	31,00	11,8	Tinggi
5, 10	Evaluasi	31,00	50,00	18,7	Tinggi
7	Eksplanasi	20,00	29,00	8,8	Tinggi
Rata-rata		**35,20**	**53,60**	**18,05**	**Tinggi**

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa setiap indikator berpikir kritis memiliki skor *N-Gain* yang berbeda-beda. Pada indikator interpretasi memperoleh skor *N-Gain* sebesar 38,7 dalam kategori tinggi, indikator analisis memperoleh skor *N-Gain* sebesar 12,3 dalam kategori tinggi, indikator inferensi memperoleh skor *N-Gain* sebesar 11,8 dalam kategori tinggi, indikator evaluasi memperoleh skor *N-Gain* sebesar 18,7 dalam kategori tinggi serta indikator eksplanasi memperoleh skor *N-Gain* sebesar 8,80 yang juga termasuk dalam kategori tinggi. Secara keseluruhan setiap indikator berpikir kritis mengalami peningkatan dengan rata-rata

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

18,05 yang berada dalam kategori tinggi. Peningkatan setiap indikator keterampilan berpikir kritis dapat dilihat melalui diagram batang pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Skor *N-gain* Setiap Indikator Keterampillan Berpikir Kritis

Berdasarkan gambar 2 di atas, diperoleh bahwa pada indikator interpretasi mengalami peningkatan skor *N-Gain* sebanyak 38,7, indikator analisis mengalami peningkatan skor *N-Gain* sebanyak 12,3, indikator inferensi mengalami peningkatan skor *N-Gain* sebanyak 11,8, evaluasi mengalami peningkatan skor *N-gain* sebanyak 18,7, dan indikator eksplanasi mengalami peningkatan skor *N-Gain* sebanyak 8,8. Data soal *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan uji prasyarat, yaitu uji normalitas Shapiro-Wilk yang dilanjutkan dengan uji statistika parametrik yaitu uji t berpasangan menggunakan aplikasi *IBM SPSS Statistics* 27. Berikut ini data hasil uji normalitas yang ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Hasil Keterampilan Berpikir Kritis	Kelas IX-A	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
	Pre-test	,939	31	,079
	Post-test	,870	31	,001

Berdasarkan Tabel 4, soal *pre-test* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,079 sedangkan soal *post-test* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,001. H_0 disetujui atau nilai distribusi dianggap normal jika nilai Sig. > 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data hasil soal *pre-test* berdistribusi normal karena memiliki nilai Sig. > 0,05, sedangkan data hasil soal *post-test* tidak berdistribusi normal karena memiliki nilai Sig < 0,05. Setelah uji prasyarat yaitu uji normalitas yang menyatakan data tidak berdistribusi normal, maka analisis data dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik yaitu uji Wilcoxon yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Wilcoxon

Paired Samples Test	t	df	Sig.
Pretest-Posttest	-16,263	30	<,001

Berdasarkan hasil uji Wilxocon pada Tabel 5 dapat diketahui nilai Sig. (2-*tailed*) sebesar 0,001 < 0,05, maka menolak Ho artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pre-test* dan *post-test*. Selain itu, nilai yang bernilai negatif (-16,263) disebabkan karena nilai rata-rata *pre-test* lebih rendah daripada *post-test*, namun dalam konteks ini nilai t_{hitung} negatif dapat bermakna positif, yaitu menjadi 16,263, sehingga tanda negatif diabaikan. Selain itu, peneliti

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

mencari nilai t_{tabel} menggunakan df dan nilai Sig. sehingga pada tabel distribusi t_{tabel} statistika diperoleh sebesar 2,042, maka hasil $t_{hitung} > t_{tabel}$ (16,263 > 2,042). Dasar pengambilan keputusan, disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara hasil *pre-test* dan *post-test* setelah diterapkan model PBL melalui pendekatan STEM.

Pembahasan

Implementasi model pembelajaran berbasis masalah yang diintegrasikan dengan kerangka kerja sains teknologi teknik dan matematika memberikan dampak nyata terhadap profil kognitif peserta didik di kelas sembilan. Berdasarkan perolehan data lapangan, nilai rata-rata awal atau *pre-test* tercatat sebesar 56,77 yang kemudian mengalami lonjakan signifikan menjadi 86,45 pada tahap akhir atau *post-test*. Peningkatan ini diukur melalui indeks gain ternormalisasi yang mencapai angka 0,7 yang termasuk dalam kategori tinggi. Secara distribusi individu, terdapat 16 peserta didik yang menempati posisi kategori tinggi sementara 15 lainnya berada pada level sedang. Hal yang paling krusial adalah tidak ditemukannya satu pun peserta didik yang berada pada kategori rendah, yang membuktikan bahwa intervensi instruksional ini mampu menyentuh seluruh spektrum kemampuan siswa secara merata selama periode penelitian berlangsung. Lonjakan nilai sebesar 29,68 poin mencerminkan efektivitas sintaks pembelajaran dalam memicu proses berpikir yang lebih kompleks dan sistematis. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa penggabungan masalah dunia nyata dengan solusi teknis mampu meningkatkan standar pencapaian akademik melampaui metode konvensional yang seringkali hanya menyentuh level pemahaman tanpa memberikan tantangan eksplorasi mendalam bagi siswa tersebut (Effendi & Yoto, 2024; Lisyalama, 2025; Martallata et al., 2026).

Analisis terhadap setiap indikator keterampilan berpikir kritis mengungkapkan pola pertumbuhan yang bervariatif namun tetap berada pada lintasan positif selama penelitian. Indikator interpretasi menunjukkan kenaikan paling dominan dengan skor gain sebesar 38,7 dari nilai awal 35,00 menjadi 74,00 pada evaluasi akhir. Kemampuan analisis juga meningkat dengan perolehan angka 12,3 sementara aspek inferensi mencatatkan pertumbuhan pada angka 11,8 di kelas tersebut. Selanjutnya, kemampuan evaluasi peserta didik berkembang dengan skor 18,7 dan indikator eksplanasi menunjukkan peningkatan sebesar 8,8 poin bagi para peserta didik. Rata-rata akumulatif dari seluruh indikator berpikir kritis ini berada pada angka 18,05 yang menempatkan hasil belajar dalam kualifikasi tinggi secara keseluruhan. Data angka ini membuktikan bahwa siswa mulai mahir dalam memahami masalah, menguraikan komponen informasi, serta menarik kesimpulan yang logis berdasarkan bukti yang ada. Penggunaan pendekatan multidisiplin membantu siswa mengasah ketajaman logika mereka melalui pengerjaan proyek yang menuntut akurasi data dan kekuatan argumentasi secara mandiri. Setiap tahapan dalam model pembelajaran ini secara efektif memfasilitasi perkembangan aspek kognitif tingkat tinggi yang diperlukan untuk menghadapi tantangan sains masa depan yang semakin kompleks (Asih et al., 2026; Putri & Malichatin, 2025; Riasty & Sari, 2024; Senisum et al., 2022).

Validasi secara statistik dilakukan untuk memastikan bahwa perbedaan hasil belajar tersebut bukan merupakan suatu kebetulan semata melainkan hasil dari intervensi yang direncanakan. Uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,079 untuk data awal dan 0,001 untuk data akhir penelitian. Karena data tahap akhir memiliki nilai signifikansi di bawah ambang batas 0,05, maka pengujian dilanjutkan dengan menggunakan metode non-parametrik yaitu uji *Wilcoxon*. Hasil perhitungan menunjukkan nilai statistik sebesar 16,263 yang secara signifikan melampaui nilai tabel sebesar 2,042 pada derajat kebebasan 30. Nilai signifikansi dua arah yang diperoleh berada pada angka

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
Vol. 6, No. 2, Maret-Mei 2026
e-ISSN : 2777-0575 | p-ISSN : 2777-0583
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/learning

di bawah 0,001 yang memberikan penolakan terhadap hipotesis nol secara mutlak. Temuan ini menegaskan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan perlakuan di dalam kelas. Keunggulan angka 16,263 dibandingkan 2,042 menjadi bukti empiris yang kuat bahwa model instruksional berbasis masalah dengan pendekatan integratif memiliki kekuatan untuk mengubah struktur kemampuan berpikir peserta didik. Stabilitas hasil statistik ini memberikan keyakinan bahwa model tersebut layak untuk dipertimbangkan sebagai strategi utama dalam upaya meningkatkan literasi sains di sekolah (Abdullah et al., 2025; Afidah & Sudibyo, 2025; DEVITASARI et al., 2025; Risma & Sudibyo, 2026).

Implikasi dari keberhasilan peningkatan rata-rata dari 56,77 menjadi 86,45 menunjukkan bahwa lingkungan belajar yang menantang dapat memicu motivasi internal peserta didik selama belajar. Pendekatan ini menggeser peran siswa dari penerima informasi yang pasif menjadi pemecah masalah yang aktif dan berorientasi pada produk nyata. Integrasi elemen teknologi dan teknik dalam pembelajaran sains memberikan konteks nyata yang selama ini seringkali absen dalam buku teks konvensional di sekolah. Siswa belajar bahwa pengetahuan tidaklah terkotak-kotak melainkan saling bertautan dalam menyelesaikan sebuah isu lingkungan atau konstruksi alat tertentu. Peningkatan skor pada indikator interpretasi sebesar 38,7 memberikan gambaran bahwa siswa kini lebih peka dalam menerjemahkan data mentah menjadi informasi yang bermakna bagi orang lain. Kemampuan berpikir kritis yang terasah ini menjadi bekal penting bagi siswa untuk tidak mudah menerima informasi tanpa melalui proses penyaringan logika yang ketat. Selain itu, peningkatan kolaborasi selama pengerjaan proyek berbasis masalah turut memperkuat keterampilan komunikasi yang menjadi bagian dari kompetensi abad dua puluh satu. Guru kini memiliki bukti numerik bahwa perubahan model pengajaran ke arah inovatif memberikan dampak terhadap perkembangan kognitif siswa (Fauziah et al., 2020; Mashudi, 2021; Sinensis et al., 2021; Susilowati & Winanto, 2022).

Meskipun menunjukkan hasil memuaskan, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi data akhir. Jumlah sampel yang terbatas pada 31 peserta didik dalam satu kelas membuat generalisasi hasil terhadap populasi lebih luas harus dilakukan dengan penuh kehati-hatian. Selain itu, sebaran data pada tahap akhir yang tidak berdistribusi normal dengan nilai signifikansi 0,001 menunjukkan adanya variasi kemampuan individu yang cukup tajam setelah perlakuan diberikan. Faktor eksternal seperti ketersediaan sarana pendukung dan tingkat motivasi awal siswa yang beragam juga dapat memengaruhi efektivitas model pembelajaran di kelas. Keterbatasan waktu dalam satu semester mungkin belum cukup untuk mengukur retensi kemampuan berpikir kritis dalam jangka waktu yang lebih panjang bagi siswa. Peneliti menyadari bahwa faktor internal seperti kebiasaan belajar di rumah juga berkontribusi terhadap pencapaian skor akhir peserta didik yang bervariasi antara kategori sedang dan tinggi. Penelitian masa depan sebaiknya melibatkan sampel lebih besar dengan kontrol variabel lebih ketat untuk meminimalkan pengaruh bias lingkungan. Evaluasi berkelanjutan diperlukan untuk memastikan bahwa peningkatan skor gain 0,7 ini dapat terus bertahan serta berkembang secara positif bagi siswa.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PBL dengan pendekatan STEM pada materi tekanan zat cair mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik ditunjukkan oleh hasil analisis nilai *N-Gain* yang berada pada kategori sedang hingga tinggi. Selain itu, hasil uji Wilcoxon

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017

menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test*, sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima. Penerapan model PBL dengan pendekatan STEM memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selama proses pembelajaran, peserta didik didorong untuk terlibat secara aktif dalam memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan fenomena tekanan zat cair melalui tahapan pembelajaran berbasis masalah. Integrasi pendekatan STEM membantu peserta didik menghubungkan konsep sains dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Proses pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk menganalisis masalah, menginterpretasikan informasi, dan merumuskan solusi berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dengan demikian, penerapan model PBL dengan pendekatan STEM tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Temuan ini menunjukkan bahwa model pembelajaran tersebut memiliki potensi untuk terus dikembangkan sebagai strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, G., Isnanto, I., Marshanawiyah, A., & Ab–Rahman, M. S. (2025). Evaluasi pembelajaran IPA berbasis HOTS di SD Laboratorium UNG. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1500. https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6927

Afidah, N., & Sudibyo, E. (2025). Penerapan model inkuiri terbimbing untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa di SMP Negeri 51 Surabaya. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 648. https://doi.org/10.51878/science.v4i4.4121

Aprilianingrum, D., & Wardani, K. W. (2021). Meta analisis: Komparasi pengaruh model pembelajaran problem based learning dan discovery learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SD. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 1006. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.871

Asih, T. U. S., Rohman, A. D., Prasetiya, U. A., & Mahmudah, U. (2026). Transformasi pembelajaran IPAS di era digital melalui pendekatan deep learning untuk meningkatkan literasi sains dan kemandirian belajar siswa. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 502. https://doi.org/10.51878/learning.v6i1.8629

Daniati, D., Susanti, R., Safitri, E. R., & Gulo, F. (2024). Analisis aspek pembelajaran di Singapura serta perbandingannya di Indonesia. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(4), 1036. https://doi.org/10.51878/learning.v4i4.3483

Devitasari, M. I., Elizabeth, A., Agung, B. H., & Kita, Y. I. (2025). Penerapan model pembelajaran problem based learning dengan pendekatan teaching at the right level untuk meningkatkan literasi sains peserta didik kelas X pada materi energi terbarukan. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 686. https://doi.org/10.51878/science.v4i4.4284

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran

Doringin, F., Tarigan, N. M., & Prihanto, J. N. (2020). Eksistensi pendidikan di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Teknologi Industri Dan Rekayasa (JTIR)*, 1(1), 43. https://doi.org/10.53091/jtir.v1i1.17

Effendi, M. I., & Yoto, Y. (2024). Pembelajaran abad-21 melalui model project based learning terintegrasi STEM (PJBL-STEM) dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. *Briliant Jurnal Riset Dan Konseptual*, 9(1), 67. https://doi.org/10.28926/briliant.v9i1.1637

Ervawaty, E., Zannah, F., & Elhawwa, T. (2026). Pengembangan bahan ajar "lestari" berbasis potensi lokal bagi siswa kelas IV SD. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 670. https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.9686

Fauziah, C., Taufiqulloh, T., & Sudibyo, H. (2020). Implementasi model project based learning pada pembelajaran jarak jauh berbasis e-learning selama pandemi covid-19. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 5(2), 38. https://doi.org/10.24905/psej.v5i2.46

Hamilaturroyya, H., & Adibah, I. Z. (2025). Dinamika pengembangan kurikulum di era digital dalam menjawab kesenjangan konsep dan praktik. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(3), 1245. https://doi.org/10.51878/learning.v5i3.6631

Hikmayanti, N., Fitriana, I., & Asdar, M. (2025). Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII H SMPN 4 Watampone melalui metode pembelajaran C3T (cerdas, cermat, cepat dan tepat) dalam mengulas cerpen. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(4), 1914. https://doi.org/10.51878/learning.v5i4.7865

Kamila, A. N., Tetep, T., & Setiawan, Y. (2025). Peran guru IPS dalam menumbuhkan keterampilan sosial peserta didik. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(4), 1664. https://doi.org/10.51878/social.v5i4.8558

Lestari, R. W., & Rahmandani, F. (2023). Implementasi problem based learning berbasis e-lkpd interaktif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi peserta didik. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 6(1), 53. https://doi.org/10.30605/jsgp.6.1.2023.2375

Lisyalama, A. (2025). Penerapan pembelajaran problem-based learning (PBL) pada mata pelajaran bahasa Indonesia di kelas VI. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 903. https://doi.org/10.51878/learning.v5i2.5351

Mardhani, S. D. T., Haryanto, Z., & Hakim, A. (2022). Penerapan model problem based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *EduFisika Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 206. https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i2.21325

Martallata, R., Nurbudiyani, I., & Noor, A. F. (2026). Digitalisasi pengembangan huma gantung dan pemanfaatan equalizer dalam asesmen awal kesiapan belajar siswa SMKN-2 Kasongan. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 248. https://doi.org/10.51878/learning.v6i1.8719

Mashudi, M. (2021). Pembelajaran modern: Membekali peserta didik keterampilan abad ke-21. *Al-Mudarris (Jurnal Ilmiah Pendidikan Islam)*, 4(1), 93. https://doi.org/10.23971/mdr.v4i1.3187

Nailinda, V., Alim, J. A., & Sekarwinahyu, M. (2025). Implementasi pembelajaran STEM (science, technology, engineering, and mathematics) terhadap keterampilan

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran

berpikir kritis siswa sekolah dasar. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(1), 363. https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4700

Nurhayati, I., Pramono, K. S. E., & Farida, A. (2024). Keterampilan 4C (critical thinking, creativity, communication and collaboration) dalam pembelajaran IPS untuk menjawab tantangan abad 21. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 36. https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.6842

Pantow, D. P., & Korompis, F. L. S. (2024). Pengaruh aplikasi pembelajaran terhadap peningkatan motivasi dan aktivitas belajar siswa tingkat SMA di bimbingan belajar ruangguru. *The Journal of Learning and Technology*, 3(1), 48. https://doi.org/10.33830/jlt.v3i1.9859

Putri, A., & Malichatin, H. (2025). Penerapan proyek mini berbasis STEM: Pembuatan biopestisida dari kulit jeruk untuk meningkatkan literasi sains dan kesadaran lingkungan siswa SMP. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(4), 1958. https://doi.org/10.51878/science.v5i4.6116

Riasty, A., & Sari, D. E. (2024). Penerapan model PjBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis di era merdeka belajar. *FONDATIA*, 8(2), 455. https://doi.org/10.36088/fondatia.v8i2.4806

Risma, M. W., & Sudibyo, E. (2026). Penerapan model problem based learning materi pemisahan campuran untuk meningkatkan keterampilan problem solving murid SMP. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 6(2), 669. https://doi.org/10.51878/science.v6i2.9708

Rusman, R. F. N. (2023). Pengaruh kemampuan penguasaan materi, berpikir kritis, kreativitas, komunikasi dan kolaborasi terhadap kemampuan mengajar mahasiswa. *Journal of Social Education*, 4(2), 96. https://doi.org/10.23960/jips/v4i2.96-102

Senisum, M., Susilo, H., Suwono, H., & Ibrohim, I. (2022). GIReSiMCo: A learning model to scaffold students' science process skills and biology cognitive learning outcomes. *Education Sciences*, 12(4), 228. https://doi.org/10.3390/educsci12040228

Sinensis, A. R., Firdaus, T., Hardila, T., Nopitasari, N., & Saiputri, N. (2021). Penerapan model pembelajaran problem based learning untuk menganalisis keterampilan pemecahan masalah siswa SMP pada materi cahaya. *Physics Education Research Journal*, 3(1), 19. https://doi.org/10.21580/perj.2021.3.1.6662

Susilowati, A. T., & Winanto, A. (2022). Meta analisis komparasi model discovery learning dengan problem based learning terhadap hasil belajar kognitif siswa sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 7716. https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3582

Sutarsih, W., Haryati, T., & Wiyono, N. (2024). Peran digitalisasi sekolah terhadap mutu pendidikan. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 136. https://doi.org/10.51878/learning.v4i1.2810

Syakdiyah, H., Wibawa, B., & Syahrial, Z. (2020). Flipped classroom learning innovation as an attempt to strengthen competence and competitiveness of students in the 4.0 industrial revolution era. *Formatif Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(4). https://doi.org/10.30998/formatif.v9i4.2929

Syamsiar, H., Nitiasih, P. K., & Riastini, P. N. (2024). Analysis of critical thinking of IPS education students. *KnE Social Sciences*. https://doi.org/10.18502/kss.v9i2.14944

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran
https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017