Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika
ISSN 26158132 (cetak)
ISSN 26157667 (online)

EFEKTIVITAS PENDEKATAN PEMBELAJARAN MENDALAM PADA MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA

Nur Wahidin Ashari[1], Ade Kusmaladi[2], Bernard[3],
Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar[1,2,3]
Email: nur.wahidin.ashari@unm.ac.id[1], adedwikusmaladi@gmail.com[2], bernard@unm.ac.id[3]

Corresponding Author: Nur Wahidin Ashari Email: nur.wahidin.ashari@unm.ac.id

Abstrak. Kemampuan berpikir kritis matematis siswa Indonesia masih rendah, antara lain karena pembelajaran matematika masih berorientasi pada prosedur. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum dan sesudah penerapan pendekatan pembelajaran mendalam pada model *Problem-Based Learning* (PBL), mendeskripsikan peningkatannya, dan menguji efektivitasnya pada materi relasi dan fungsi. Penelitian pra-eksperimen dengan desain *one-group pretest–posttest* ini melibatkan 39 siswa kelas VIII SMP Negeri 6 Makassar. Data dikumpulkan melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan tes uraian enam butir yang disusun berdasarkan empat indikator berpikir kritis Ennis yang telah divalidasi ahli dan reliabel (α = …). Data dianalisis secara deskriptif dan inferensial menggunakan uji *Wilcoxon signed-rank*, uji-t satu sampel, N-Gain, dan *effect size*. Keterlaksanaan pembelajaran berkategori sangat baik (rata-rata 3,65 dari 4). Rata-rata skor meningkat dari 30,85 (sangat kurang) menjadi 85,09 (sangat baik), dengan rata-rata N-Gain 0,78 (tinggi), dan 82,05% siswa mencapai KKTP 80. Uji Wilcoxon menunjukkan peningkatan yang signifikan ($Z = -5{,}44$; $p < 0{,}001$) dengan *effect size* r = 0,87 (besar), dan uji-t satu sampel menunjukkan rata-rata *posttest* dan N-Gain secara signifikan melampaui kriteria yang ditetapkan sehingga seluruh H_0 ditolak. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis setelah penerapan pembelajaran mendalam pada model PBL. Karena tidak menggunakan kelas pembanding, temuan ini belum dapat dimaknai sebagai hubungan sebab-akibat; penelitian lanjutan perlu menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan kelas kontrol.

Kata Kunci: Pembelajaran Mendalam; *Problem-Based Learning*; Berpikir Kritis Matematis;

Abstract. Indonesian students' mathematical critical thinking remains low, partly because mathematics instruction is still procedure-oriented. This study aimed to describe students' mathematical critical thinking before and after implementing the deep learning approach (*pembelajaran mendalam*) within the Problem-Based Learning (PBL) model, its improvement, and its effectiveness on relations and functions. This pre-experimental study used a one-group pretest–posttest design involving 39 eighth-grade students at SMP Negeri 6 Makassar. Data were collected using a learning implementation observation sheet and a six-item essay test based on four of Ennis's critical thinking indicators validated by experts and reliable (α = …). Data were analysed descriptively and inferentially using the Wilcoxon signed-rank test, one-sample t-tests, normalized gain (N-Gain), and effect size. Learning implementation was rated very good (mean 3.65 of 4). The mean score increased from 30.85 (very poor) to 85.09 (very good), with a mean N-Gain of 0.78 (high), and 82.05% of students reached the learning-objective attainment criterion (KKTP) of 80. The Wilcoxon test indicated a significant improvement ($Z = -5.44$, $p < .001$) with a large effect size (r = 0.87), and the one-sample t-tests showed that the mean posttest score and N-Gain significantly exceeded the set criteria; thus, all null hypotheses were rejected. These results indicate improved mathematical critical thinking following the intervention. Because no comparison class was used, the findings cannot be interpreted causally; future studies should employ a quasi-experimental design with a control class.

Keywords: Deep Learning Approach; Problem-Based Learning; Mathematical Critical Thinking; Relations and Functions

CC BY SA

A. Pendahuluan

Kemampuan berpikir kritis matematis merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran matematika karena membantu siswa menganalisis informasi, memilih strategi penyelesaian, dan menarik kesimpulan berdasarkan alasan yang dapat dipertanggungjawabkan. Namun, capaian siswa Indonesia pada aspek ini masih rendah. Hasil PISA 2022 menunjukkan skor rata-rata matematika siswa Indonesia sebesar 366, dan hanya 18% siswa yang mencapai setidaknya Level 2, yaitu tingkat kecakapan minimum ketika siswa mampu mengenali cara merepresentasikan situasi sederhana secara matematis tanpa arahan langsung; angka ini jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 69% (OECD, 2023). Salah satu penyebab yang sering dikemukakan adalah pembelajaran matematika yang menekankan hafalan rumus dan prosedur sehingga siswa kurang berkesempatan memahami konsep secara mendalam (Ratnawati et al., 2020).

Kondisi serupa ditemukan di SMP Negeri 6 Makassar. Wawancara awal dengan guru matematika kelas VIII menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi pola konvensional: guru memberikan contoh soal, kemudian siswa mengerjakan soal sejenis secara berulang. Pola ini membantu siswa menyelesaikan soal rutin, tetapi kurang memberi ruang untuk mengeksplorasi ide, memberi alasan, dan mengevaluasi jawaban. Tambahkan data awal sebelum penelitian bila tersedia, misalnya rata-rata nilai asesmen sumatif/ulangan harian kelas VIII E atau capaian numerasi sekolah pada Rapor Pendidikan. Rendahnya kemampuan awal tersebut juga dikonfirmasi oleh skor *pretest* sebelum perlakuan (rata-rata 30,85 dari 100). Pembelajaran yang monoton dan kurang melibatkan siswa dapat menurunkan motivasi belajar (Susanti et al., 2024), sedangkan pembelajaran yang mendorong siswa memantau dan merefleksikan proses berpikirnya dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis (Liani et al., 2025).

Salah satu pendekatan yang kini didorong oleh Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah adalah pembelajaran mendalam (PM). PM menekankan suasana dan proses belajar yang berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*), yang diwujudkan melalui tiga pengalaman belajar, yaitu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi (Kemendikdasmen, 2025). Kerangka ini berakar pada gagasan *deep learning* dalam pedagogi, yaitu pembelajaran yang menuntut siswa membangun keterkaitan antarkonsep dan menerapkannya dalam konteks nyata (Fullan et al., 2018), serta bergerak dari pemahaman permukaan menuju pemahaman mendalam dan transfer (Hattie & Donoghue, 2016). Dalam artikel ini digunakan istilah "pembelajaran mendalam" untuk menegaskan bahwa yang dimaksud adalah pendekatan pedagogis, bukan *deep learning* sebagai metode kecerdasan buatan sebagaimana dikaji, misalnya, oleh Elfani et al. (2025).

Agar dapat diterapkan di kelas, PM memerlukan sintaks yang konkret. Model *Problem-Based Learning* (PBL) dipilih karena memulai pembelajaran dari masalah kontekstual dan menuntut siswa menganalisis, menyelidiki, serta mengevaluasi solusi, yaitu aktivitas yang sejalan dengan indikator berpikir kritis. Arends (2012) merumuskan sintaks PBL dalam lima fase: (1) orientasi siswa pada masalah, (2) mengorganisasi siswa untuk belajar, (3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Sintaks ini juga telah digunakan dalam penelitian PBL pada pembelajaran matematika di perguruan tinggi (Ashari & Salwah, 2017). Pada jenjang SMP, PBL dilaporkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa (Saputri & Purwasih, 2024; Sari & Nur, 2026).

Materi relasi dan fungsi dipilih karena menuntut siswa bernalar tentang hubungan antara anggota dua himpunan, bukan sekadar menerapkan prosedur. Relasi dari himpunan A ke himpunan B adalah himpunan bagian dari $A \times B$. Fungsi (pemetaan) f: $A \rightarrow B$ adalah relasi khusus yang memasangkan **setiap** anggota A dengan **tepat satu** anggota B; himpunan A disebut domain (daerah asal), B disebut kodomain (daerah kawan), dan himpunan semua peta $f(x)$ untuk

CC BY SA
https://doi.org/10.30605/proximal.v9i4.10028

$x \in A$ disebut range (daerah hasil), yang merupakan himpunan bagian dari B (Tahmir, 2022). Syarat "setiap" dan "tepat satu" menuntut siswa memeriksa, memberi alasan, dan menyimpulkan apakah suatu relasi merupakan fungsi, sedangkan pembedaan kodomain dan range menuntut ketelitian mengklarifikasi istilah, sehingga materi ini memberi peluang alami untuk melatih berpikir kritis.

Penelitian tentang integrasi PM dan PBL dalam matematika mulai bermunculan. Aini dan Sulistyaningrum (2026) melaporkan bahwa PBL dengan pendekatan *deep learning* menghasilkan kemampuan berpikir kritis matematis yang lebih tinggi daripada kelas kontrol pada materi persamaan eksponensial di kelas X SMA, sedangkan Rohmah et al. (2026) menemukan bahwa PM berbasis lingkungan efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa MTs pada materi sistem persamaan linear dua variabel. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya belum menguraikan bagaimana prinsip berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan serta pengalaman memahami–mengaplikasi–merefleksi diwujudkan pada setiap fase pembelajaran, sehingga perlakuan sulit dibedakan dari PBL biasa. Selain itu, sejauh penelusuran penulis, belum ditemukan kajian empiris penerapan PM pada model PBL untuk materi relasi dan fungsi di SMP. Kedua hal inilah yang menjadi kesenjangan (*gap*) penelitian ini.

Kebaruan penelitian ini terletak pada (1) operasionalisasi eksplisit prinsip dan pengalaman belajar PM pada setiap fase sintaks PBL yang dituangkan dalam modul ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) materi relasi dan fungsi (Tabel 1), serta (2) penilaian efektivitas secara berlapis yang mencakup keterlaksanaan pembelajaran, ketercapaian Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), gain ternormalisasi, dan besar efek. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mendeskripsikan kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum dan sesudah penerapan PM pada model PBL, (2) mendeskripsikan peningkatan kemampuan tersebut, dan (3) menguji efektivitas penerapan PM pada model PBL terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas VIII SMP Negeri 6 Makassar pada materi relasi dan fungsi.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif jenis pra-eksperimen dengan desain *one-group pretest–posttest* (O_1 X O_2), yaitu *pretest* (O_1), perlakuan berupa pembelajaran mendalam pada model PBL (X), dan *posttest* (O_2) (Campbell & Stanley, 1963). Desain ini digunakan karena perlakuan diberikan pada satu kelas utuh yang ditetapkan oleh sekolah tanpa kelas pembanding. Konsekuensinya, hasil penelitian dimaknai sebagai ketercapaian kriteria efektivitas yang ditetapkan, bukan sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 6 Makassar pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VIII yang terdiri atas 10 kelas. Sampel berupa satu kelas utuh (*intact group*) yang ditetapkan oleh sekolah, yaitu kelas VIII E yang berjumlah 39 siswa. Penelitian berlangsung dalam enam pertemuan: pretest pada pertemuan pertama, pembelajaran pada pertemuan kedua sampai kelima (P1–P4), dan posttest pada pertemuan keenam. Mohon sesuaikan dengan jadwal sebenarnya.

Perlakuan berupa pembelajaran mendalam yang diintegrasikan ke dalam lima fase PBL (Arends, 2012). Operasionalisasi prinsip dan pengalaman belajar PM pada setiap fase, yang menjadi pembeda perlakuan dari PBL biasa, disajikan pada Tabel 1 dan dituangkan dalam modul ajar serta LKPD.

CC BY SA

Tabel 1 Operasionalisasi Pembelajaran Mendalam pada Sintaks PBL

Fase PBL	Kegiatan siswa dalam LKPD	Prinsip PM	Pengalaman belajar
1. Orientasi pada masalah	Mencermati masalah kontekstual (mis. pasangan siswa dan ekstrakurikuler), menuliskan yang diketahui dan ditanyakan; guru menyampaikan tujuan dan manfaat materi.	Berkesadaran, bermakna	Memahami
2. Mengorganisasi siswa	Bekerja dalam kelompok heterogen dan merencanakan representasi (diagram panah, pasangan berurutan, diagram Kartesius).	Berkesadaran, menggembirakan	Memahami
3. Membimbing penyelidikan	Memeriksa apakah relasi merupakan fungsi berdasarkan syarat "setiap" dan "tepat satu", lalu menentukan domain, kodomain, dan range; guru memberi pertanyaan pemantik.	Bermakna	Mengaplikasi
4. Menyajikan hasil	Menyajikan hasil dalam beragam representasi dan mempertahankan alasan; kelompok lain menanggapi.	Bermakna, menggembirakan	Mengaplikasi
5. Menganalisis dan mengevaluasi	Membandingkan strategi, memperbaiki kekeliruan, dan menulis refleksi tentang hal yang sudah dan belum dipahami.	Berkesadaran	Merefleksi

Catatan untuk penulis: sesuaikan isi kolom kegiatan dengan modul ajar dan LKPD yang benar-benar digunakan.

Instrumen penelitian terdiri atas tes kemampuan berpikir kritis matematis dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Setiap jawaban diskor menggunakan rubrik analitik skala 0–4, kemudian skor total dikonversi ke skala 0–100. Soal *pretest* dan *posttest* identik/paralel. Lembar observasi memuat 5 aspek yang mencakup kegiatan pendahuluan, kelima fase PBL pada kegiatan inti, dan penutup; setiap aspek dinilai pada skala 1–4 oleh pengamat, mis. guru matematika kelas VIII E.

Data keterlaksanaan dianalisis dengan menghitung rata-rata skor seluruh aspek pada setiap pertemuan. Skor tes dideskripsikan menggunakan rata-rata, median, nilai minimum, dan nilai maksimum. Peningkatan kemampuan dianalisis menggunakan gain ternormalisasi (*normalized gain*, N-Gain) yang dihitung untuk setiap siswa dengan rumus berikut (Hake, 1998). Kriteria pengategorian ketiga data tersebut disajikan pada Tabel 2.

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{maks}} - S_{\text{pre}}}$$

dengan S_{post} = skor *posttest*, S_{pre} = skor *pretest*, dan $S_{\text{maks}} = 100$.

Tabel 2 Kriteria Kategori Keterlaksanaan, Skor Tes, dan N-Gain

Keterlaksanaan (x)	Kategori	Skor tes (x)	Kategori	N-Gain (g)	Kategori
$3{,}5 \le x \le 4{,}0$	Sangat baik	$85 \le x \le 100$	Sangat baik	$g \ge 0{,}7$	Tinggi
$2{,}5 \le x < 3{,}5$	Baik	$70 \le x < 85$	Baik	$0{,}3 \le g < 0{,}7$	Sedang
$1{,}5 \le x < 2{,}5$	Cukup	$55 \le x < 70$	Cukup	$g < 0{,}3$	Rendah
$1{,}0 \le x < 1{,}5$	Kurang baik	$40 \le x < 55$	Kurang		
		$0 \le x < 40$	Sangat kurang		

Sumber: keterlaksanaan, Sugiyono (2013); skor tes, ganti dengan sumber kategorisasi yang sesuai (bukan Depdiknas 2018); N-Gain, Hake (1999).

Analisis inferensial dilakukan dengan IBM SPSS 24 pada taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$. Uji normalitas Shapiro–Wilk diterapkan pada selisih skor (d = *posttest* − *pretest*) sebagai asumsi uji berpasangan, serta pada skor *posttest* dan N-Gain sebagai asumsi uji-t satu sampel. Tiga hipotesis diuji secara satu pihak: (1) median selisih skor lebih besar daripada nol, diuji dengan

Wilcoxon signed-rank test; (2) rata-rata *posttest* lebih besar daripada KKTP 80, diuji dengan uji-t satu sampel; dan (3) rata-rata N-Gain lebih besar daripada 0,3 (batas bawah kategori sedang), diuji dengan uji-t satu sampel. Nilai *p* satu pihak diperoleh dari Sig. (2-*tailed*) dibagi dua (Santoso, 2014). Besar efek uji Wilcoxon dihitung dengan rumus berikut (Fritz et al., 2012) dan ditafsirkan menurut Cohen (1988): 0,1 kecil, 0,3 sedang, dan ≥ 0,5 besar.

$$r = \frac{|Z|}{\sqrt{N}}$$

dengan Z = statistik uji Wilcoxon dan N = banyak siswa (39).

Dalam Kurikulum Merdeka, kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran ditetapkan oleh pendidik atau satuan pendidikan (BSKAP, 2025); nilai 80 dalam penelitian ini merupakan KKTP yang ditetapkan SMP Negeri 6 Makassar untuk mata pelajaran matematika kelas VIII. Penerapan PM pada model PBL dinyatakan efektif apabila keterlaksanaan pembelajaran minimal berkategori baik dan ketiga H_0 ditolak.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Keterlaksanaan Pembelajaran

Tabel 3 Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan	Rata-rata skor	Kategori
P1	3,68	Sangat baik
P2	3,52	Sangat baik
P3	3,60	Sangat baik
P4	3,72	Sangat baik
Rata-rata	**3,65**	**Sangat baik**

Tabel 3 menunjukkan bahwa keempat pertemuan pembelajaran (P1–P4) berkategori sangat baik dengan rata-rata 3,65. Skor terendah terdapat pada pertemuan kedua (3,52) sebutkan aspek yang paling kurang terlaksana, mis. pengelolaan waktu presentasi kelompok, tetapi masih berada pada kategori sangat baik. Dengan demikian, pembelajaran terlaksana sesuai rancangan sehingga data tes mencerminkan perlakuan yang direncanakan.

2. Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tabel 4 Statistik Deskriptif Skor Pretest dan Posttest

Statistik	*Pretest*	*Posttest*
Jumlah siswa	39	39
Rata-rata	30,85	85,09
Median	33,00	86,00
Nilai minimum	0,00	62,50
Nilai maksimum	66,70	100,00
Skor ideal	100	100
Kategori rata-rata	Sangat kurang	Sangat baik

Rata-rata skor meningkat dari 30,85 (sangat kurang) menjadi 85,09 (sangat baik), dan median dari 33 menjadi 86.

CC BY SA

3. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Tabel 6 Distribusi Frekuensi N-Gain

N-Gain (g)	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
$g \geq 0{,}7$	Tinggi	29	74,36
$0{,}3 \leq g < 0{,}7$	Sedang	10	25,64
$g < 0{,}3$	Rendah	0	0,00
Total		**39**	**100**

Periksa kembali frekuensi dengan batas kategori Hake di atas (sebelumnya tertulis $0{,}3 < g < 0{,}7$ dan $g \leq 0{,}3$).

Rata-rata N-Gain individual sebesar 0,7797 (tinggi). Sebagai pembanding, N-Gain yang dihitung dari rata-rata kelas, yaitu $(85{,}09 - 30{,}85)/(100 - 30{,}85) = 0{,}784$, juga berada pada kategori tinggi; selisih kecil kedua nilai terjadi karena rata-rata dari gain individual tidak sama dengan gain dari rata-rata kelas. Tidak ada siswa dengan N-Gain di bawah 0,3, yang berarti setiap siswa memperoleh skor *posttest* lebih tinggi daripada skor *pretest*-nya.

4. Uji Normalitas

Tabel 8 Hasil Uji Normalitas Shapiro–Wilk

Data	Statistik	df	Sig.	Keputusan
Pretest	0,918	39	0,004	Tidak normal
Posttest	0,941	39	0,055	Normal
N-Gain	…	39	0,083	Normal

Skor *posttest* dan N-Gain berdistribusi normal sehingga uji-t satu sampel dapat digunakan untuk hipotesis kedua dan ketiga. Untuk hipotesis pertama, asumsi normalitas uji berpasangan berlaku pada selisih skor, bukan pada data *pretest* dan *posttest* secara terpisah. *Wilcoxon signed-rank test* digunakan karena tidak memerlukan asumsi normalitas selisih skor. Jika selisih skor berdistribusi normal, laporkan juga hasil uji-t berpasangan sebagai pembanding.

5. Pengujian Hipotesis

Hipotesis pertama dirumuskan sebagai H_0: $Md \leq 0$ melawan H_1: $Md > 0$, dengan Md adalah median selisih skor (*posttest* − *pretest*). Hasil uji disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil *Wilcoxon Signed-Rank Test*

Peringkat negatif / positif / *ties*	Z	Sig. (2-*tailed*)	*p* satu pihak	*Effect size* r
0 / 39 / 0	−5,444	0,000	< 0,001	0,87 (besar)

Seluruh 39 siswa berada pada peringkat positif. Nilai $|Z| = 5{,}444$ lebih besar daripada z tabel satu pihak (1,645) dan *p* satu pihak < 0,001 sehingga H_0 ditolak; median selisih skor secara signifikan lebih besar daripada nol. Tanda negatif pada Z merupakan konvensi keluaran SPSS (berdasarkan peringkat negatif) dan tidak menunjukkan penurunan skor. Besar efek $r = 5{,}444/\sqrt{39} = 0{,}87$ termasuk kategori besar.

Hipotesis kedua dirumuskan sebagai H_0: $\mu \leq 80$ melawan H_1: $\mu > 80$, dengan μ adalah rata-rata skor *posttest*. Hipotesis ketiga dirumuskan sebagai H_0: $\mu_g \leq 0{,}3$ melawan H_1: $\mu_g > 0{,}3$, dengan μ_g adalah rata-rata N-Gain. Hasil kedua uji disajikan pada Tabel 10.

CC BY SA

Tabel 10 Hasil Uji-t Satu Sampel

Data	Nilai uji	Rata-rata	t	df	Sig. (2-*tailed*)	*p* satu pihak
Posttest	80	85,09	3,698	38	0,001	< 0,001
N-Gain	0,3	0,7797	21,660	38	0,000	< 0,001

Pastikan nilai uji N-Gain di SPSS adalah 0,3 dan t = 21,660 (naskah sebelumnya menulis 0,29 dan t = 21,014 di teks).

Kedua H_0 ditolak. Rata-rata *posttest* secara signifikan lebih besar daripada KKTP 80, $t(38) = 3{,}698$, $p < 0{,}001$, dan rata-rata N-Gain secara signifikan lebih besar daripada 0,3, $t(38) = 21{,}660$, $p < 0{,}001$. Karena keterlaksanaan pembelajaran berkategori sangat baik dan ketiga H_0 ditolak, penerapan PM pada model PBL memenuhi kriteria efektivitas yang ditetapkan.

7. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang semula berada pada kategori sangat kurang meningkat menjadi sangat baik setelah penerapan PM pada model PBL, dan peningkatan tersebut dialami oleh seluruh siswa. Peningkatan ini dapat dijelaskan oleh tiga karakteristik perlakuan. Pertama, fase orientasi dan penyelidikan menjadikan syarat definisi fungsi ("setiap" dan "tepat satu") sebagai objek yang harus diperiksa, bukan dihafal. Memutuskan apakah suatu hubungan kontekstual merupakan fungsi beserta alasannya secara langsung melatih klarifikasi dan inferensi, sejalan dengan pandangan bahwa pembelajaran mendalam terjadi ketika siswa menghubungkan konsep dengan konteks dan menerapkannya (Fullan et al., 2018). Kedua, penyajian hasil dalam beragam representasi dan tanggapan antarkelompok menuntut siswa membandingkan serta mempertahankan strategi, yang merupakan inti indikator strategi dan taktik. Ketiga, fase evaluasi yang diperkuat dengan refleksi tertulis memberi kesempatan siswa memantau proses berpikirnya; strategi metakognitif semacam ini dilaporkan meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis (Liani et al., 2025). Rangkaian memahami–mengaplikasi–merefleksi tersebut mencerminkan pergerakan dari pemahaman permukaan menuju pemahaman mendalam (Hattie & Donoghue, 2016). Kaitkan penjelasan ini dengan indikator yang paling dan paling sedikit meningkat pada Tabel 7.

Arah temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya. Aini dan Sulistyaningrum (2026) serta Rohmah et al. (2026) sama-sama menemukan kemampuan berpikir kritis matematis yang lebih tinggi pada kelas PM dibandingkan kelas kontrol (pada studi kedua, rata-rata *posttest* 87,33 berbanding 73,75). Besar N-Gain dalam penelitian ini (0,78) juga sebanding dengan N-Gain kelas PBL sebesar 0,72 yang dilaporkan Sari dan Nur (2026) pada siswa SMP. Kesamaan terakhir ini perlu dicermati: karena PBL tanpa operasionalisasi PM pun dapat menghasilkan gain tinggi, kontribusi khas PM dalam penelitian ini belum dapat dipisahkan dari kontribusi PBL itu sendiri.

Besarnya peningkatan dalam empat pertemuan juga perlu ditafsirkan dengan hati-hati karena terdapat beberapa penjelasan alternatif. Pertama, relasi dan fungsi merupakan materi baru bagi siswa sehingga skor *pretest* yang sangat rendah sebagian mencerminkan belum diajarkannya materi; sebagian peningkatan dengan demikian merupakan hasil mempelajari materi itu sendiri. Kedua, karena soal pretest dan posttest identik, siswa dapat memperoleh keuntungan dari pengalaman mengerjakan soal yang sama (efek pengujian). Ketiga, tanpa kelas pembanding, pengaruh faktor lain seperti kebaruan perlakuan, peristiwa di luar perlakuan, dan kematangan tidak dapat dikendalikan; ancaman-ancaman ini merupakan kelemahan bawaan desain *one-group pretest–posttest* (Campbell & Stanley, 1963). Keempat, LKPD dan tes disusun berdasarkan indikator yang sama sehingga keselarasan tugas dan tes dapat memperbesar skor *posttest*.

Keunggulan penelitian ini terletak pada perlakuan yang terdokumentasi dan terlaksana dengan sangat baik, operasionalisasi PM yang eksplisit pada setiap fase PBL, serta konsistensi

berbagai indikator efektivitas. Adapun keterbatasannya meliputi ketiadaan kelas pembanding, sampel satu kelas, durasi perlakuan yang singkat, dan ruang lingkup satu materi. Oleh karena itu, temuan ini lebih tepat dimaknai sebagai bukti awal bahwa penerapan PM pada model PBL disertai peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis, bukan sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

D. Kesimpulan

Sebelum penerapan pembelajaran mendalam pada model PBL, kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas VIII SMP Negeri 6 Makassar pada materi relasi dan fungsi berada pada kategori sangat kurang, dan setelah penerapan berada pada kategori sangat baik. Peningkatan kemampuan tersebut berkategori tinggi dan dialami oleh seluruh siswa. Pembelajaran terlaksana dengan sangat baik, sebagian besar siswa mencapai KKTP, dan ketiga uji hipotesis menolak H_0 dengan besar efek kategori besar, sehingga penerapan pembelajaran mendalam pada model PBL memenuhi kriteria efektivitas yang ditetapkan.

Guru dapat menerapkan pembelajaran mendalam pada model PBL dengan menjadikan syarat suatu definisi sebagai objek penyelidikan dan menyediakan refleksi tertulis. Karena penelitian ini tidak menggunakan kelas pembanding, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan kelas kontrol yang menerapkan PBL tanpa operasionalisasi PM, menggunakan soal *pretest* dan *posttest* yang paralel, serta melibatkan materi dan sekolah yang lebih beragam agar kontribusi khas pembelajaran mendalam dapat diuji.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, I. N., & Sulistyaningrum, H. (2026). Pengaruh penerapan problem based learning (PBL) dengan pendekatan deep learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas X. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 10*(2), 1356–1366. https://doi.org/10.31004/cendekia.v10i2.5196

Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). McGraw-Hill.

Ashari, N. W., & Salwah, S. (2017). Problem based learning (PBL) dalam meningkatkan kecakapan pembuktian matematis mahasiswa calon guru. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, 2*(2), 100–109.

BSKAP. (2025). *Panduan pembelajaran dan asesmen pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah* (Edisi revisi 2025). Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Rand McNally.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Elfani, E., Manullang, M. E. I., Sidabutar, N. A. L., & Windasari, R. (2025). Analisis pengaruh deep learning berbasis kecerdasan buatan terhadap kemampuan berpikir kritis matematika siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM), 1*(1), 449–458.

Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities*. University of Illinois.

Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General, 141*(1), 2–18. https://doi.org/10.1037/a0024338

Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep learning: Engage the world change the world*. Corwin.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. American Educational Research Association, Division D: Measurement and Research Methodology.

Hattie, J. A. C., & Donoghue, G. M. (2016). Learning strategies: A synthesis and conceptual model. *npj Science of Learning, 1*, 16013. https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.13

Kemendikdasmen. (2025). *Naskah akademik pembelajaran mendalam: Menuju pendidikan bermutu untuk semua*. Pusat Kurikulum dan Pembelajaran, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.

Liani, A. M., Hamid, A., & Abidin, M. R. (2025). Eksplorasi strategi metakognitif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematika siswa. *JUPIKA: Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Flores, 8*(1), 91–100.

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Ratnawati, D., Handayani, I., & Hadi, W. (2020). Pengaruh model pembelajaran PBL berbantu question card terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika, 10*(1), 44–51. https://doi.org/10.22437/edumatica.v10i01.7683

Rohmah, L., Sunismi, & Rukmigarsari, E. (2026). Efektivitas pendekatan pembelajaran mendalam berbasis lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa MTs kelas VIII pada materi sistem persamaan linear dua variabel. *JP3: Jurnal Penelitian, Pendidikan, dan Pembelajaran, 21*(14). lengkapi halaman

Santoso, S. (2014). *Panduan lengkap SPSS versi 20* (Edisi revisi). Elex Media Komputindo.

Saputri, P. T. I., & Purwasih, R. (2024). Pengaruh model problem based learning terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif, 7*(6), 1045–1054. https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i6.25469

Sari, D. P., & Nur, I. M. (2026). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP melalui model problem based learning pada materi invers proporsi. *Jurnal Pendidikan MIPA, 16*(1), 82–90. https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.3680

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Susanti, S., Aminah, F., Assa'idah, I. M., Aulia, M. W., & Angelika, T. (2024). Dampak negatif metode pengajaran monoton terhadap motivasi belajar siswa. *Pedagogik: Jurnal Pendidikan dan Riset, 2*(2), 86–93.

Tahmir, S. (2022). *Teori grup*. Andira Publisher.

CC BY SA