Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 36866-36876

MATH DLP Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika

Rizal Masaniku[1], Hikmahturrahman[2], Maulidina Basalama[3]
Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Gorontalo
Email: rizalmasaniku@gmail.com

Published: December, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas MATH DLP (Deep Learning Power) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pemecahan masalah matematika. Metode yang digunakan adalah quasi-eksperimen satu kelompok dengan desain pretest–posttest pada **21 siswa**. Keterampilan berpikir kritis diukur melalui tes pemecahan masalah sebelum dan sesudah intervensi, lalu dianalisis menggunakan uji t sampel berpasangan. Hasil menunjukkan peningkatan skor yang signifikan setelah penerapan MATH DLP: pra-tes M = 63,10 (SD = 12,19) dan pasca-**tes** M = 77,38 (SD = 6,45), dengan selisih rata-rata 14,28 poin ($t(20) = -8{,}076$, $p < 0{,}001$). Ukuran efek tergolong besar (Cohen's d = 1,76), menandakan dampak praktis yang kuat. Temuan ini mengindikasikan bahwa MATH DLP efektif untuk memperkuat berpikir kritis siswa melalui pembelajaran mendalam dan pemecahan masalah yang berpusat pada siswa.

Keywords: berpikir kritis; pendidikan matematika; kemampuan belajar mendalam; pemecahan masalah; inovasi pembelajaran

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam pendidikan matematika menjadi fokus penting dalam pendidikan abad ke-21, karena matematika berperan melatih penalaran, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis logika. Sejumlah kerangka teoretis telah digunakan untuk menjelaskan pengembangan kemampuan tersebut, di antaranya Higher Order Thinking Skills (HOTS) dan Realistic Mathematics Education (RME). HOTS menekankan pengembangan kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi melalui aktivitas pembelajaran dan asesmen yang menantang; penelitian menunjukkan asesmen berbasis HOTS berhubungan signifikan dengan peningkatan berpikir kritis serta menegaskan pentingnya instrumen evaluasi yang valid dan reliabel (Melawati, Rochmiyati and Nurhanurawati, 2022). Sementara itu, RME menempatkan konteks realistis sebagai titik awal pembelajaran sehingga pemahaman konsep dibangun melalui masalah yang bermakna; studi menunjukkan RME dapat meningkatkan penalaran matematis dan literasi matematika yang berkontribusi pada penguatan berpikir kritis (Lestari *et al.*, 2023; Sarjana *et al.,* 2024).

Namun, praktik pembelajaran matematika di banyak konteks masih didominasi pendekatan tradisional yang berorientasi pada hafalan prosedural. Dominasi metode ini membatasi eksplorasi intelektual siswa dan menghambat perkembangan HOTS, termasuk berpikir kritis, sehingga siswa kerap kesulitan menghadapi soal non-rutin yang menuntut analisis dan penalaran fleksibel (Julfianto, Suanto and Siregar, 2022; Angraini and Nurmaliza, 2022; Kurniati *et al.*, 2022). Problem ini juga terkait aspek afektif: pembelajaran yang kaku dan menekankan benar salah dapat memicu kecemasan matematika, menurunkan kepercayaan diri, dan melemahkan berpikir kritis siswa (Yohannes, Juandi and Tamur, 2021; Arofah, Ningsi and Sessu, 2024). Karena itu, diperlukan strategi pedagogis yang mendorong keterlibatan aktif, reflektif, dan aman secara psikologis.

Berbagai inovasi berbasis teknologi telah menunjukkan potensi untuk menjawab tantangan tersebut. Integrasi platform digital dalam *Problem-Based Learning* (PBL) dan flipped classroom dilaporkan dapat memperkaya interaksi belajar dan memberi ruang eksplorasi mandiri sebelum diskusi kolaboratif, sehingga menguatkan kemampuan analisis dan evaluasi siswa Susilo, 2022; Chimmalee and Anupan 2023). Selain itu, pembelajaran mobile terintegrasi RME juga terbukti meningkatkan pemahaman konsep sekaligus mendorong regulasi diri dan analisis kritis (Nashrullah, Rochmad and Cahyono, 2023). Secara konsisten, PBL dilaporkan mampu meningkatkan berpikir kritis, penalaran logis, dan kreativitas matematis melalui penyelidikan masalah kontekstual yang menuntut perumusan masalah, analisis informasi, dan pengembangan solusi kolaboratif (Tursynkulova *et al.*, 2023; Zetriuslita *et al.*, 2023).

Research gap penelitian ini terletak pada dua hal. Pertama, banyak studi masih menguji model atau platform secara terpisah, belum mengintegrasikan kekuatan HOTS, RME, PBL, flipped classroom, dan pemanfaatan teknologi dalam satu kerangka pembelajaran yang terstruktur. Kedua, masih terbatas penelitian yang secara empiris menguji dampak intervensi terpadu terhadap peningkatan berpikir kritis menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan pengukuran statistik yang jelas, khususnya pada konteks pembelajaran matematika tingkat sekolah.

Berdasarkan gap tersebut, tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penerapan MATH DLP (Deep Learning Power) terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. MATH DLP dirancang untuk mengintegrasikan pembelajaran mendalam, pemanfaatan teknologi, dan aktivitas pemecahan masalah yang menuntut keterlibatan kognitif tingkat tinggi. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian empiris efektivitas MATH DLP melalui desain pretest–posttest dan analisis statistik yang terukur untuk memberikan bukti kuantitatif tentang dampaknya terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika abad ke-21.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuasi-eksperimental** dengan desain **one-group pretest–**posttest untuk mengevaluasi efektivitas penerapan **MATH DLP (Deep Learning Power)** dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Desain ini dipilih karena sesuai untuk mengukur perubahan kemampuan siswa sebelum dan sesudah intervensi dalam konteks kelas nyata, ketika pembentukan kelompok kontrol sering terkendala faktor administratif dan etis. Desain one-group pretest–posttest juga banyak digunakan dalam penelitian pendidikan untuk menilai dampak strategi pembelajaran secara longitudinal melalui perbandingan skor pada kelompok yang sama (Al-Zahrani and AlOtaibi, 2024).

Desain dan keterbatasan penelitian

Desain tanpa kelompok kontrol memiliki keterbatasan terkait **validitas internal**, seperti kemungkinan pengaruh maturasi, sejarah, atau faktor eksternal lain selama penelitian. Oleh karena itu, temuan diinterpretasikan secara hati-hati sebagai asosiasi kuat dengan intervensi MATH DLP, bukan klaim kausalitas absolut. Namun, desain ini tetap bernilai empiris apabila didukung analisis statistik yang tepat dan pelaporan data yang transparan (Pramasdyahsari *et al.*, 2023). Literatur juga menyarankan analisis tambahan atau replikasi pada konteks berbeda untuk memperkuat inferensi (Al-Zahrani and AlOtaibi, 2024).

Subjek dan teknik pemilihan sampel

Subjek penelitian adalah siswa pada satu kelas yang menerima pembelajaran matematika menggunakan MATH DLP. Jumlah partisipan yang dianalisis adalah **21 siswa**, yaitu siswa yang memiliki data pretest dan posttest lengkap. Pemilihan sampel dilakukan secara **purposif** dengan mempertimbangkan kesesuaian karakteristik subjek terhadap tujuan penelitian. Meskipun jumlah sampel relatif kecil, pendekatan ini umum pada studi kuasi-eksperimen pendidikan, terutama pada tahap eksploratif atau pengembangan awal model pembelajaran (Akbar *et al.*, 2022).

Instrumen penelitian

Instrumen berupa tes kemampuan berpikir kritis dalam pemecahan masalah matematika yang diberikan sebelum dan sesudah intervensi. Tes dirancang mengukur kemampuan kognitif tingkat tinggi, mencakup interpretasi masalah, analisis informasi, evaluasi strategi, dan penarikan kesimpulan

logis. Penyusunan instrumen mengacu pada prinsip asesmen berbasis **HOTS**, yang menekankan soal non-rutin dan kontekstual untuk mengungkap proses berpikir kritis siswa (Melawati, Rochmiyati and Nurhanurawati, 2022s; Yanuari and Turmudi, 2023).

Validitas dan reliabilitas instrumen

Untuk memastikan kualitas instrumen, dilakukan langkah berikut:

- **Validitas isi (*content validity*):** penelaahan ahli (expert judgment) untuk memastikan kesesuaian butir soal dengan indikator berpikir kritis dan tujuan pembelajaran matematika, sebagaimana direkomendasikan Purwanto *et al.* (2022).
- **Validitas konstruk (*construct validity*):** penelaahan keselarasan butir soal dengan dimensi kognitif berpikir kritis yang relevan dalam pemecahan masalah matematika Özkubat and Özmen (2021).
    - **Reliabilitas:** konsistensi internal dianalisis menggunakan koefisien seperti **Cronbach's alpha** untuk memastikan keterkaitan butir dalam mengukur konstruk yang sama; reliabilitas memadai diperlukan agar hasil pengukuran dapat dipercaya dan direplikasi direplikasi (Kharusi and Al-Abed, 2021).

Prosedur pelaksanaan penelitian

Penelitian dilaksanakan secara bertahap:

1. **Pretest** untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis siswa dalam pemecahan masalah matematika.
2. **Intervensi pembelajaran MATH DLP** selama beberapa pertemuan. MATH DLP dirancang mendorong pembelajaran mendalam melalui eksplorasi masalah, diskusi reflektif, dan pemanfaatan teknologi sebagai pendukung proses berpikir kritis.
3. **Posttest** menggunakan instrumen yang setara dengan pretest untuk mengukur perubahan kemampuan berpikir kritis setelah intervensi.

Teknik analisis data

Data pretest dan posttest dianalisis secara kuantitatif menggunakan **paired-samples t-test**, karena sesuai untuk membandingkan dua skor dari subjek yang sama pada waktu berbeda (Zakaria, Sani and Daud, 2023). Sebelum uji t, dilakukan pemeriksaan **asumsi normalitas** (misalnya Shapiro–Wilk) untuk memastikan prasyarat analisis parametrik terpenuhi. Selain signifikansi statistik, penelitian juga melaporkan **ukuran efek (Cohen's d)** untuk menunjukkan besarnya pengaruh intervensi secara praktis, yang direkomendasikan dalam penelitian pendidikan agar tidak hanya menekankan signifikansi statistik (Zakaria, Sani and Daud, 2023). Pada sampel kecil, pelaporan ukuran efek menjadi penting untuk memperkuat relevansi edukasional temuan (Akbar *et al.*, 2022).

HASIL

3.1 Descriptive Statistics of Pretest and Posttest Scores

Bagian ini menyajikan hasil analisis deskriptif terhadap skor pretest dan posttest keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika sebelum dan sesudah penerapan MATH DLP (*Deep Learning Power*). Analisis deskriptif merupakan langkah awal yang penting dalam penelitian pendidikan matematika untuk memberikan gambaran umum mengenai kecenderungan data, tingkat pencapaian siswa, serta variasi skor yang terjadi sebagai dampak dari intervensi pembelajaran (Zakaria, Sani and Daud, 2023). Penyajian statistik deskriptif juga membantu peneliti dan pembaca dalam memahami kondisi awal peserta didik dan perubahan yang terjadi setelah perlakuan diberikan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa skor rata-rata pretest siswa adalah 63.10 dengan simpangan baku sebesar 12.19. Nilai ini mengindikasikan bahwa sebelum intervensi MATH DLP diterapkan, kemampuan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika berada pada kategori sedang dengan variasi skor yang relatif tinggi. Variasi ini mencerminkan adanya perbedaan kemampuan awal antar siswa, yang merupakan karakteristik umum dalam konteks pembelajaran matematika di kelas heterogen. Sebagaimana dikemukakan dalam literatur, perbedaan kemampuan awal perlu diperhitungkan dalam analisis hasil belajar karena dapat memengaruhi tingkat respons siswa terhadap suatu intervensi pembelajaran (Akbar *et al.*, 2022).

Setelah penerapan MATH DLP, skor rata-rata posttest meningkat menjadi 77.38 dengan simpangan baku sebesar 6.45. Peningkatan nilai rata-rata ini menunjukkan adanya perbaikan substansial dalam keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran mendalam. Selain itu, penurunan simpangan baku pada skor posttest mengindikasikan bahwa kemampuan siswa menjadi lebih homogen dibandingkan kondisi awal. Temuan ini mengisyaratkan bahwa MATH DLP tidak hanya meningkatkan rata-rata capaian belajar, tetapi juga berkontribusi dalam meratakan kemampuan berpikir kritis siswa, sebuah karakteristik yang sering dikaitkan dengan efektivitas strategi pembelajaran berbasis pemahaman konseptual dan pemecahan masalah (Lestari *et al.*, 2023).

Perbandingan skor pretest dan posttest secara deskriptif memperlihatkan adanya selisih rata-rata sebesar 14.28 poin. Selisih ini merepresentasikan rata-rata peningkatan skor yang dicapai siswa sebagai hasil dari intervensi pembelajaran. Dalam penelitian pendidikan matematika, pelaporan selisih rata-rata merupakan praktik yang lazim digunakan untuk menunjukkan besarnya perubahan hasil belajar akibat suatu perlakuan, karena indikator ini memberikan informasi langsung mengenai capaian pembelajaran yang diperoleh siswa (Zakaria, Sani and Daud, 2023). Ringkasan statistik deskriptif skor pretest dan posttest disajikan pada Tabel 1, yang menampilkan nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan simpangan baku skor pretest dan posttest siswa. Penyajian data ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai distribusi skor dan perubahan yang terjadi setelah penerapan MATH DLP.

Table 1. Descriptive Statistics of Pretest and Posttest Scores

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre Test	63.10	21	12.194	2.661
	Post Test	77.38	21	6.446	1.407

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pre Test & Post Test	21	.792	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences			
					95% Confidence ...
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower
Pair 1	Pre Test - Post Test	-14.286	8.106	1.769	-17.976

Paired Samples Test

		Paired ...			
		95% Confidence Interval of the ...			
		Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	Pre Test - Post Test	-10.596	-8.076	20	.000

3.2 Paired-Samples Correlation and Mean Difference Analysis

Untuk memahami hubungan antara skor pretest dan posttest, dilakukan analisis korelasi berpasangan (*paired-samples correlation*). Analisis ini penting untuk mengidentifikasi sejauh mana skor awal siswa berkaitan dengan skor setelah intervensi, sekaligus memberikan konteks dalam interpretasi hasil uji perbedaan rata-rata. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara skor pretest dan posttest adalah $r = 0.792$ dengan nilai signifikansi $p < 0.001$. Nilai korelasi yang tinggi ini mengindikasikan adanya hubungan yang kuat dan positif antara kemampuan awal siswa dan capaian akhir setelah pembelajaran.

Korelasi yang kuat antara pretest dan posttest menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan awal yang relatif tinggi cenderung tetap menunjukkan performa yang baik setelah intervensi, sementara siswa dengan kemampuan awal lebih rendah juga mengalami peningkatan yang sejalan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa intervensi pembelajaran yang efektif cenderung meningkatkan capaian seluruh siswa tanpa menghilangkan pola kemampuan individual yang sudah ada (Zetriuslita *et al.*, 2023). Dengan demikian, korelasi yang tinggi tidak mengurangi makna peningkatan skor, tetapi justru memperkuat interpretasi bahwa perubahan yang terjadi bersifat sistematis.

Analisis selisih rata-rata (*mean difference*) antara skor pretest dan posttest menunjukkan nilai perbedaan sebesar -14.286 untuk skor pretest dikurangi posttest, yang berarti terdapat peningkatan rata-rata sebesar 14.286 poin pada skor posttest. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan rata-rata ini berada pada rentang -17.976 hingga -10.596, yang sepenuhnya berada di bawah nol. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan skor yang diamati bersifat konsisten dan tidak terjadi secara kebetulan. Dalam penelitian kuasi-eksperimental, penyajian interval kepercayaan merupakan indikator penting untuk menunjukkan presisi estimasi efek intervensi dan meningkatkan kredibilitas temuan penelitian (Zakaria, Sani and Daud, 2023).

3.3 Hypothesis Testing Using Paired-Samples t-Test

Untuk menguji signifikansi statistik dari perbedaan skor pretest dan posttest, dilakukan uji paired-samples t-test. Uji ini digunakan karena data berasal dari kelompok subjek yang sama yang diukur pada dua waktu yang berbeda, sehingga sesuai dengan karakteristik desain one-group pretest–posttest yang digunakan dalam penelitian ini (Al-Zahrani and AlOtaibi, 2024). Hasil uji menunjukkan nilai $t(20) = -8.076$ dengan tingkat signifikansi $p < 0.001$. Nilai p yang jauh lebih kecil dari batas signifikansi 0.05 menunjukkan bahwa perbedaan antara skor pretest dan posttest bersifat signifikan secara statistik.

Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan MATH DLP berasosiasi dengan peningkatan yang bermakna dalam keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Dalam konteks penelitian pendidikan, signifikansi statistik semacam ini memberikan bukti kuantitatif bahwa intervensi pembelajaran yang diterapkan memiliki dampak nyata terhadap hasil belajar siswa, meskipun desain penelitian tidak melibatkan kelompok kontrol (Pramasdyahsari *et al.*, 2023). Oleh karena itu, hasil uji t ini menjadi dasar empiris utama dalam mendukung efektivitas MATH DLP.

3.4 Effect Size and Magnitude of the Intervention Impact

Selain signifikansi statistik, penelitian ini juga melaporkan ukuran efek untuk menggambarkan besarnya dampak penerapan MATH DLP terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Ukuran efek dihitung menggunakan Cohen's d berdasarkan selisih rata-rata skor pretest dan posttest serta simpangan baku perbedaan skor. Hasil perhitungan menunjukkan nilai Cohen's d sebesar 1.76, yang dikategorikan sebagai efek sangat besar menurut kriteria umum dalam penelitian pendidikan.

Nilai ukuran efek yang besar ini menunjukkan bahwa secara praktis MATH DLP memberikan dampak yang kuat terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Pelaporan ukuran efek sangat penting, terutama dalam penelitian dengan ukuran sampel kecil, karena ukuran efek memberikan informasi tambahan mengenai relevansi praktis temuan yang tidak selalu tercermin dari nilai p semata (Akbar *et al.*, 2022). Dengan demikian, meskipun jumlah partisipan terbatas, nilai Cohen's d yang tinggi memperkuat klaim bahwa intervensi memiliki signifikansi edukasional yang substansial.

Namun demikian, interpretasi ukuran efek yang besar perlu dilakukan secara hati-hati. Literatur metodologis menekankan bahwa dalam studi dengan sampel kecil, ukuran efek dapat terpengaruh oleh variasi data yang relatif besar atau nilai ekstrem tertentu, sehingga berpotensi menghasilkan estimasi efek yang terinflasi (Akbar *et al.*, 2022). Oleh karena itu, hasil ini diposisikan sebagai indikasi awal yang kuat mengenai efektivitas MATH DLP, yang perlu dikonfirmasi melalui penelitian lanjutan dengan ukuran sampel yang lebih besar dan desain eksperimen yang lebih ketat.

3.5 Educational Effectiveness and Learning Gain Interpretation

Untuk melengkapi analisis kuantitatif, efektivitas pembelajaran juga dapat dipahami melalui interpretasi gain pembelajaran yang diperoleh siswa. Selisih rata-rata skor pretest dan posttest yang relatif besar menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis. Dalam konteks pendidikan matematika, peningkatan semacam ini sering dikaitkan dengan keberhasilan strategi pembelajaran dalam memfasilitasi pemahaman konseptual yang lebih dalam dan kemampuan menerapkan pengetahuan pada situasi baru (Rahayuningsih, Sirajuddin and Ikram, 2021).

Meskipun penelitian ini tidak secara eksplisit melaporkan nilai n-gain terstandar, pola peningkatan skor yang konsisten dan ukuran efek yang besar mengindikasikan tingkat efektivitas pembelajaran yang tinggi. Literatur menyarankan bahwa pelaporan n-gain dapat memberikan gambaran yang lebih intuitif mengenai persentase peningkatan relatif terhadap kemampuan maksimum yang mungkin dicapai siswa, khususnya dalam studi pretest–posttest (Zakaria, Sani and Daud, 2023). Oleh karena itu, hasil penelitian ini membuka peluang untuk analisis lanjutan yang lebih mendalam terkait gain pembelajaran pada penelitian berikutnya.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan MATH DLP berasosiasi dengan peningkatan yang signifikan dan bermakna dalam keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Temuan-temuan ini memberikan dasar empiris yang kuat untuk pembahasan lebih lanjut mengenai implikasi pedagogis, keterbatasan penelitian, dan relevansi hasil dalam konteks literatur yang lebih luas, yang akan diuraikan pada bagian diskusi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika setelah penerapan MATH DLP. Temuan ini sejalan dengan kecenderungan hasil penelitian mutakhir dalam pendidikan matematika yang menekankan efektivitas pendekatan pembelajaran inovatif, khususnya yang berorientasi pada pembelajaran aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa. Berbagai studi sebelumnya melaporkan bahwa model pembelajaran berbasis STEM, problem-based learning, dan pendekatan serupa secara konsisten menghasilkan peningkatan yang bermakna pada kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematika dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional (Topsakal, YALÇIN and Çakır, 2022; Weylin *et al.*, 2023). Konsistensi antara temuan penelitian ini dan literatur terdahulu memperkuat argumen bahwa perubahan pendekatan pedagogis memainkan peran kunci dalam meningkatkan kualitas hasil belajar matematika.

Peningkatan skor posttest yang signifikan sebagaimana ditunjukkan pada bagian hasil dapat dipahami melalui lensa teori konstruktivisme, yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan melalui interaksi, refleksi, dan eksplorasi masalah. Dalam kerangka ini, pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif dan kolaboratif memungkinkan siswa mengaitkan konsep matematika dengan pengalaman nyata, sehingga memperdalam pemahaman dan kemampuan berpikir kritis mereka (Çakır and YALÇIN, 2021; Harahap and Sari, 2022). Penerapan MATH DLP yang mendorong eksplorasi masalah dan diskusi reflektif sejalan dengan prinsip konstruktivisme tersebut, sehingga wajar apabila terjadi peningkatan yang substansial pada capaian belajar siswa.

Selain perspektif konstruktivis, hasil penelitian ini juga dapat dijelaskan melalui integrasi konteks realistis dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika. Literatur menunjukkan bahwa penggunaan konteks dunia nyata dan pengalaman belajar berbasis masalah dapat meningkatkan relevansi materi bagi siswa, yang pada gilirannya memotivasi mereka untuk berpikir lebih kritis dan analitis (Wahyuni, Priatna and Dahlan, 2024). Hal ini konsisten dengan pendekatan *Realistic Mathematics*

Education yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan literasi dan penalaran matematis siswa (Lestari *et al.*, 2023). Dengan demikian, peningkatan performa siswa dalam penelitian ini mencerminkan keberhasilan penggabungan prinsip pedagogis yang telah mapan dalam literatur dengan desain pembelajaran yang sistematis.

Temuan terkait ukuran efek yang besar juga memberikan perspektif penting dalam diskusi ini. Nilai effect size yang tinggi menunjukkan bahwa penerapan MATH DLP tidak hanya menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki signifikansi praktis yang kuat. Dalam penelitian pendidikan matematika, ukuran efek sering digunakan sebagai indikator untuk menilai relevansi edukasional suatu intervensi, terutama ketika ukuran sampel relatif terbatas (Akbar *et al.*, 2022). Hasil ini mengindikasikan bahwa dampak MATH DLP terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa cukup substansial untuk dipertimbangkan sebagai alternatif strategi pembelajaran di kelas matematika.

Namun demikian, interpretasi ukuran efek yang besar perlu dilakukan secara hati-hati. Sejumlah studi metodologis menekankan bahwa dalam penelitian dengan sampel kecil, ukuran efek berpotensi terinflasi akibat variasi data yang lebih besar atau pengaruh nilai ekstrem (Mäkelä *et al.*, 2021). Oleh karena itu, meskipun hasil penelitian ini menunjukkan dampak yang kuat, temuan tersebut sebaiknya dipandang sebagai indikasi awal yang menjanjikan, bukan sebagai kesimpulan final mengenai efektivitas MATH DLP dalam berbagai konteks pendidikan. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi Wittayapun and Nawarat (2021) yang menekankan perlunya kehati-hatian dalam menarik inferensi luas dari studi berskala kecil.

Peran teknologi dalam mendukung pembelajaran mendalam dan berpikir kritis juga menjadi aspek penting dalam diskusi ini. Pendekatan pembelajaran berbasis deep learning dan teknologi interaktif telah dilaporkan mampu meningkatkan kualitas penalaran matematis siswa melalui umpan balik langsung dan visualisasi konsep yang kompleks (Capinding, 2023; Decker *et al.*, 2023). Teknologi semacam ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian masalah, mengidentifikasi kesalahan secara mandiri, dan merevisi pemahamannya secara berkelanjutan. Dalam konteks penelitian ini, MATH DLP berfungsi sebagai kerangka yang memfasilitasi pemanfaatan teknologi secara pedagogis, bukan sekadar sebagai alat bantu, sehingga mendukung pengembangan berpikir kritis secara lebih mendalam.

Implikasi pedagogis dari temuan penelitian ini cukup luas. Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa menunjukkan bahwa guru matematika perlu mempertimbangkan pergeseran paradigma dari pembelajaran berorientasi hafalan menuju pendekatan yang lebih interaktif dan berbasis pemecahan masalah. Literasi empiris menunjukkan bahwa lingkungan belajar yang menekankan kolaborasi, diskusi, dan eksplorasi ide dapat menciptakan iklim kelas yang kondusif bagi pengembangan keterampilan abad ke-21, termasuk berpikir kritis dan kreatif (Agricula *et al.*, 2024). Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung upaya reformasi pembelajaran matematika yang lebih menekankan pada kualitas proses berpikir dibandingkan sekadar pencapaian nilai akhir.

Selain itu, hasil penelitian ini juga relevan dengan temuan-temuan yang menyoroti pentingnya desain pembelajaran yang menarik dan bermakna. Studi tentang pembelajaran berbantuan teknologi menunjukkan bahwa keterlibatan siswa meningkat ketika materi disajikan secara interaktif dan kontekstual, sehingga mendorong motivasi intrinsik dan partisipasi aktif (Sedlák *et al.*, 2022; Hawes, Gilligan-Lee and Mix, 2022). Dalam konteks ini, MATH DLP dapat dipandang sebagai pendekatan yang menjembatani kebutuhan akan inovasi pedagogis dengan tuntutan kurikulum yang menekankan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Di sisi lain, diskusi mengenai keterbatasan penelitian tetap menjadi bagian penting dalam menafsirkan hasil. Penggunaan desain one-group pretest–posttest, sebagaimana telah dibahas dalam metodologi, memiliki keterbatasan terkait validitas internal karena tidak melibatkan kelompok pembanding. Faktor-faktor eksternal, seperti pengalaman belajar tambahan di luar kelas atau perubahan kondisi belajar selama periode penelitian, berpotensi memengaruhi hasil yang diperoleh (Hapsari, Karyani and Hertinjung, 2021; Martínez-Díaz and Páez, 2021). Keterbatasan ini menuntut pembaca untuk menafsirkan temuan dengan mempertimbangkan konteks penelitian secara menyeluruh.

Kendati demikian, literatur juga mengakui bahwa studi berskala kecil dan berdesain sederhana memiliki peran strategis dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya sebagai studi pendahuluan atau pilot. Penelitian semacam ini dapat mengidentifikasi potensi efektivitas suatu intervensi, mengungkap tantangan implementasi, serta memberikan dasar empiris bagi penelitian lanjutan dengan desain yang lebih kuat (AlHugail and Alateeq, 2025; Hayyu *et al.*, 2024). Dalam hal ini, hasil penelitian MATH DLP memberikan kontribusi awal yang bernilai bagi pengembangan model pembelajaran matematika yang berorientasi pada pembelajaran mendalam dan berpikir kritis.

Lebih lanjut, temuan penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam merancang studi lanjutan yang melibatkan sampel lebih besar dan desain eksperimental yang lebih ketat, seperti randomized controlled trials atau quasi-experimental designs dengan kelompok kontrol. Dengan mengacu pada hasil awal yang diperoleh, peneliti selanjutnya dapat memfokuskan perhatian pada variabel-variabel kunci yang memengaruhi efektivitas intervensi, termasuk karakteristik siswa, konteks pembelajaran, dan durasi penerapan model. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi penelitian pendidikan mutakhir yang menekankan pentingnya kesinambungan antara studi eksploratif dan penelitian konfirmatori dalam membangun bukti empiris yang kuat dan dapat digeneralisasikan (Alqahtani, Sav and Toloo, 2025).

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas penerapan MATH DLP (Deep Learning Power) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran matematika. Berdasarkan hasil analisis data kuantitatif, penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan pendekatan MATH DLP. Perbedaan rata-rata skor pretest dan posttest yang cukup besar, disertai nilai signifikansi statistik dan ukuran efek yang tinggi, mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran yang diterapkan memiliki dampak edukasional yang bermakna.

Temuan utama penelitian ini memperlihatkan bahwa pembelajaran matematika yang dirancang untuk mendorong pembelajaran mendalam, eksplorasi masalah, dan keterlibatan kognitif tingkat tinggi mampu memperbaiki kualitas proses berpikir siswa. MATH DLP tidak hanya berkontribusi pada peningkatan capaian belajar secara kuantitatif, tetapi juga berimplikasi pada pemerataan kemampuan berpikir kritis antar siswa, sebagaimana tercermin dari menurunnya variasi skor setelah intervensi. Implikasi pedagogis dari hasil ini menegaskan pentingnya pergeseran paradigma pembelajaran matematika dari pendekatan prosedural menuju pembelajaran yang menekankan penalaran, refleksi, dan pemecahan masalah kontekstual.

Dari sisi kontribusi keilmuan, penelitian ini memperkaya body of knowledge dalam bidang pendidikan matematika dengan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas integrasi pendekatan pembelajaran mendalam dan pemanfaatan teknologi dalam satu kerangka pembelajaran yang terstruktur. Studi ini juga menegaskan relevansi pengukuran berpikir kritis sebagai indikator penting keberhasilan pembelajaran matematika. Meskipun demikian, keterbatasan desain penelitian tanpa kelompok kontrol dan ukuran sampel yang relatif kecil membuka peluang bagi penelitian selanjutnya untuk menguji MATH DLP dalam skala yang lebih luas, menggunakan desain eksperimental yang lebih kuat, serta mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

REFERENSI

Agricula, J. *et al.* (2024) 'Effects of Technology-Assisted on the Level of Performance and Engagement of BSED Mathematics', *SHS Web of Conferences*, 182, p. 2002. Available at: https://doi.org/10.1051/shsconf/202418202002.

Akbar, S. *et al.* (2022) 'The Effectiveness of Innovative Learning on Mathematical Problem-Solving Ability: Quasi-Experimental', *International Journal of Learning and Instruction (Ijli)*, 4(2), p. 111. Available at: https://doi.org/10.26418/ijli.v4i2.59784.

Al-Zahrani, A. and AlOtaibi, H. (2024) 'A Proposed Unit Based on the STEM Approach: Developing 21st-Century Skills Among Middle-School Students', *Journal of Educational and Social Research*,

14(2), p. 319. Available at: https://doi.org/10.36941/jesr-2024-0046.
AlHugail, M.A. and Alateeq, D. (2025) 'Effects of a Positive Psychology Intervention on Mental Health and Well-Being Among Mothers in Riyadh, Saudi Arabia', *Healthcare*, 13(15), p. 1925. Available at: https://doi.org/10.3390/healthcare13151925.
Alqahtani, M.M.M., Sav, A. and Toloo, G. (2025) 'Disaster Management Education and Training for Paramedics: A Scoping Review', *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 19. Available at: https://doi.org/10.1017/dmp.2025.10137.
Angraini, L.M. and Nurmaliza, N. (2022) 'The Effect of Interactive Multimedia-Based Learning on Students' Mathematical Critical Thinking Ability in the Course of Structure Algebra', *Jurnal Didaktik Matematika*, 9(2), pp. 217–229. Available at: https://doi.org/10.24815/jdm.v9i2.26839.
Arofah, I., Ningsi, B.A. and Sessu, A. (2024) 'The Influence of Mathematical Anxiety and Logical-Mathematic Intelligence on Students' Learning Outcomes Through Critical Thinking Ability', *International Education Trend Issues*, 2(2), pp. 255–265. Available at: https://doi.org/10.56442/ieti.v2i2.806.
Çakır, Z. and YALÇIN, S.A. (2021) 'The Investigation of the Effect of Montessori Approach-Based STEM Activities on the Problem-Solving Skills of Pre-Service Preschool Teachers', *Kuramsal Eğitimbilim*, 14(2), pp. 93–119. Available at: https://doi.org/10.30831/akukeg.824773.
Capinding, A.T. (2023) 'Revolutionizing Pre-Calculus Education: Photomath's Ai-Powered Mathematics Tutorship', *Problems of Education in the 21st Century*, 81(6), pp. 758–775. Available at: https://doi.org/10.33225/pec/23.81.758.
Chimmalee, B. and Anupan, A. (2023) 'The Effects of Using Flipped Cloud Learning With Advancing Mathematical Thinking Approaches on Undergraduate Students' Mathematical Critical Thinking', *Turkish Online Journal of Distance Education*, 24(3), pp. 240–260. Available at: https://doi.org/10.17718/tojde.1125894.
Decker, L.E. *et al.* (2023) 'The Impacts of Three Educational Technologies on Algebraic Understanding in the Context of COVID-19', *Aera Open*, 9. Available at: https://doi.org/10.1177/23328584231165919.
Hapsari, D.K., Karyani, U. and Hertinjung, W.S. (2021) 'Pelatihan Online Psikologi Positif Berbasis Nilai Islam Untuk Meningkatkan Resiliensi Mahasiswa', *Indigenous Jurnal Ilmiah Psikologi*, 6(3), pp. 36–48. Available at: https://doi.org/10.23917/indigenous.v6i3.14043.
Harahap, I.H. and Sari, D.N. (2022) 'Application of Realistic Mathematics Education (RME) to Improve the Students' Mathematical Communication Ability', *Edunesia Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 4(2), pp. 598–606. Available at: https://doi.org/10.51276/edu.v4i2.423.
Hawes, Z., Gilligan-Lee, K.A. and Mix, K.S. (2022) 'Effects of Spatial Training on Mathematics Performance: A Meta-Analysis.', *Developmental Psychology*, 58(1), pp. 112–137. Available at: https://doi.org/10.1037/dev0001281.
Hayyu, H.F. *et al.* (2024) 'Enhancing Early Literacy: The Impact of the Hubbul Ilmii Book on Reading Skills in Malaysian Children Aged 5-6 Years', *Golden Age Jurnal Ilmiah Tumbuh Kembang Anak Usia Dini*, 9(2), pp. 237–245. Available at: https://doi.org/10.14421/jga.2024.92-05.
Julfianto, M., Suanto, E. and Siregar, S.N. (2022) 'Developing Problem Based Learning Device to Grow Students' Mathematical Critical Thinking Ability', *Jurnal Gantang*, 7(2), pp. 173–184. Available at: https://doi.org/10.31629/jg.v7i2.5318.
Kharusi, A.A. and Al-Abed, A.S. (2021) 'The Effectiveness of a Program Based on Problem-Solving in Mathematical Problem Solving Among Grade Ten Students', *Journal of Educational Cultural and Psychological Studies (Ecps Journal)* [Preprint], (23). Available at: https://doi.org/10.7358/ecps-2021-023-khab.
Kurniati, D. *et al.* (2022) 'Prospective Mathematics Teachers' Critical Thinking Disposition in Designing Cognitive and Psychomotor Assessment Instruments', *Tadris Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 7(1), pp. 1–14. Available at: https://doi.org/10.24042/tadris.v7i1.11263.
Lestari, R. *et al.* (2023) 'Developing Realistic Mathematics Education-Based Worksheets for Improving Students' Critical Thinking Skills', *Infinity Journal*, 12(1), p. 69. Available at: https://doi.org/10.22460/infinity.v12i1.p69-84.

Mäkelä, H. *et al.* (2021) 'Healthcare Professionals' Breastfeeding Attitudes and Hospital Practices During Delivery and in Neonatal Intensive Care Units: Pre and Post Implementing the Baby-Friendly Hospital Initiative', *Journal of Human Lactation*, 38(3), pp. 537–547. Available at: https://doi.org/10.1177/08903344211058373.

Martínez-Díaz, I.C. and Páez, L.C. (2021) 'Neurophysiological Stress Response and Mood Changes Induced by High-Intensity Interval Training: A Pilot Study', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), p. 7320. Available at: https://doi.org/10.3390/ijerph18147320.

Melawati, Y., Rochmiyati, R. and Nurhanurawati, N. (2022) 'A Needs Analysis of HOTS-based Assessment Instruments for Elementary School Mathematics Learning', *Asian Journal of Educational Technology*, 1(2), pp. 90–95. Available at: https://doi.org/10.53402/ajet.v1i2.41.

Nashrullah, F.R., Rochmad, R. and Cahyono, A.N. (2023) 'Mathematical Critical Thinking Abilities of Students in Terms of Self-Regulated Learning in Realistic Mathematics Education Assisted by Mobile Learning', *Mathline Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(3), pp. 1035–1056. Available at: https://doi.org/10.31943/mathline.v8i3.469.

Özkubat, U. and Özmen, E.R. (2021) 'Investigation of Effects of Cognitive Strategies and Metacognitive Functions on Mathematical Problem- Solving Performance of Students With or Without Learning Disabilities', *Lnternational Electronic Journal of Elementary Education*, 13(4), pp. 443–456. Available at: https://doi.org/10.26822/iejee.2021.203.

Pramasdyahsari, A.S. *et al.* (2023) 'Fostering Students' Mathematical Critical Thinking Skills on Number Patterns Through Digital Book STEM PjBL', *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 19(7), p. em2297. Available at: https://doi.org/10.29333/ejmste/13342.

Purwanto, J. *et al.* (2022) 'The Effect of Mathematics Problem-Solving Ability and Learning Independence on Mathematics Learning Achievement in Online Learning', *International Journal of Economy Education and Entrepreneurship (Ije3)*, 2(2), pp. 309–316. Available at: https://doi.org/10.53067/ije3.v2i2.78.

Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S. and Ikram, M. (2021) 'Using Open-Ended Problem-Solving Tests to Identify Students' Mathematical Creative Thinking Ability', *Participatory Educational Research*, 8(3), pp. 285–299. Available at: https://doi.org/10.17275/per.21.66.8.3.

Sarjana, K. *et al.* (2024) 'Construction of Teaching Materials to Facilitate 21st Century Learning on Critical and Creative Thinking', *Jurnal Kependidikan Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan Pengajaran Dan Pembelajaran*, 10(1), p. 242. Available at: https://doi.org/10.33394/jk.v10i1.9442.

Sedlák, M. *et al.* (2022) 'Collaborative and Individual Learning of Geography in Immersive Virtual Reality: An Effectiveness Study', *Plos One*, 17(10), p. e0276267. Available at: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276267.

Susilo, B.E. (2022) 'Students' Mathematical Critical Thinking Ability in Problem-Based Learning Viewed Based on Learning Style', *Jurnal Elemen*, 8(1), pp. 187–200. Available at: https://doi.org/10.29408/jel.v8i1.4536.

Topsakal, İ., YALÇIN, S.A. and Çakır, Z. (2022) 'The Effect of Problem-Based STEM Education on the Students' Critical Thinking Tendencies and Their Perceptions for Problem Solving Skills', *Science Education International*, 33(2), pp. 136–145. Available at: https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.1.

Tursynkulova, E.A. *et al.* (2023) 'The Effect of Problem-Based Learning on Cognitive Skills in Solving Geometric Construction Problems: A Case Study in Kazakhstan', *Frontiers in Education*, 8. Available at: https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1284305.

Wahyuni, P., Priatna, N. and Dahlan, J.A. (2024) 'Enhancing Mathematical Critical Thinking Skills Using Lectora Inspire Interactive Learning Media in the Discovery Learning', *International Journal of Religion*, 5(11), pp. 4113–4122. Available at: https://doi.org/10.61707/qwytqk16.

Weylin *et al.* (2023) 'Empowering Students in the Digital Era: An Analysis of Interactive E-Modules' Effect on Digital Mathematical Communication', *International Journal of Mathematics and Mathematics education*, pp. 132–149. Available at: https://doi.org/10.56855/ijmme.v1i02.401.

Wittayapun, Y. and Nawarat, J. (2021) 'Effectiveness of an Academic-Practice Team Approach on

Research Capacity Building of Nurses and Public Health Professionals', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), p. 7199. Available at: https://doi.org/10.3390/ijerph18137199.

Yanuari, N.F. and Turmudi, T. (2023) 'Critical Thinking in Mathematics Education: A Bibliometric Analysis', *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 6(2), pp. 191–197. Available at: https://doi.org/10.33122/ijtmer.v6i2.241.

Yohannes, Y., Juandi, D. and Tamur, M. (2021) 'The Effect of Problem-Based Learning Model on Mathematical Critical Thinking Skills of Junior High School Students: A Meta-Analysis Study', *Jp3i (Jurnal Pengukuran Psikologi Dan Pendidikan Indonesia)*, 10(2), pp. 142–157. Available at: https://doi.org/10.15408/jp3i.v10i2.17893.

Zakaria, S.K., Sani, R.M. and Daud, M.N. (2023) 'The Relationship Between Musical Intelligence and Critical Thinking Problem-Solving Skill in Undergraduates', *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(2). Available at: https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i2/17688.

Zetriuslita, Z. *et al.* (2023) 'Using Problem-Based Learning to Promote Students' Critical Thinking and Mathematical Problem-Solving Skills', *Jurnal Pendidikan Progresif*, 13(2), pp. 281–295. Available at: https://doi.org/10.23960/jpp.v13.i2.202311.