



Pengembangan Perangkat Deep Learning dengan Strategi Kr-Heuristic Berbasis Ethno-Stem untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Lateral Matematis Siswa

Ahmad Muzaki^{1*}

Universitas Pendidikan Mandalika, ahmadmuzaki@undikma.ac.id

Agus Fianuddin²

Universitas Pendidikan Mandalika, agusfianuddin@undikma.ac.id

Sabrun³

Universitas Pendidikan Mandalika, sabrun@undikma.ac.id

Lalu Sirajul Hadi⁴

Universitas Mataram, mamiqdamai@gmail.com

Khosiah⁵

Universitas Muhammadiyah Mataram, khosiahzakaria@gmail.com

Kamarudin⁶

Universitas Pendidikan Mandalika, kamarudin@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *Deep Learning* dengan strategi KR-Heuristic dan pendekatan Ethno-STEM guna meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa SMP. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model 4D yang terdiri atas tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Tahap *define* mencakup analisis kebutuhan, karakteristik siswa, kurikulum, serta identifikasi kearifan lokal. Tahap *design* menghasilkan rancangan LKPD, modul ajar, instrumen penilaian, serta integrasi strategi KR-Heuristic. Pada tahap *develop* dilakukan validasi ahli, revisi, dan uji coba terbatas kepada siswa kelas VIII di sekolah mitra. Hasil validasi menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid. LKPD memperoleh tingkat kevalidan 85,33%, modul pembelajaran 93,85%, dan rata-rata validitas ahli mencapai 91,69%. Uji coba terbatas menunjukkan bahwa perangkat praktis digunakan dalam pembelajaran, ditandai dengan keterlaksanaan pembelajaran yang baik serta respons positif guru dan siswa. Efektivitas perangkat ditunjukkan melalui nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,7372 (kategori tinggi), yang menandakan adanya peningkatan signifikan dalam kemampuan berpikir lateral matematis siswa setelah menggunakan perangkat. Dengan demikian, perangkat pembelajaran berbasis *Deep Learning* dengan strategi KR-Heuristic berbasis Ethno-STEM dinyatakan layak dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir lateral dalam pembelajaran matematika. Perangkat ini juga berpotensi menjadi model pembelajaran inovatif yang relevan diterapkan dalam konteks Kurikulum Merdeka.

Kata kunci: *Deep Learning*, KR-Heuristic, Ethno-STEM, Berpikir Lateral, Pengembangan Perangkat Pembelajaran

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir lateral matematis merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21 karena memungkinkan siswa menghasilkan berbagai ide alternatif, melihat hubungan yang tidak langsung, serta menemukan strategi pemecahan masalah yang inovatif dan fleksibel. Dalam konteks pendidikan matematika modern, kemampuan ini menjadi bagian dari pengembangan *higher-order thinking skills* yang dibutuhkan untuk menghadapi permasalahan kompleks di era digital dan masyarakat berbasis pengetahuan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kemampuan berpikir lateral

berperan signifikan dalam meningkatkan kreativitas matematis, fleksibilitas kognitif, serta kemampuan siswa dalam menghasilkan berbagai strategi penyelesaian masalah non-rutin (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022; Rahmawati & Nurfadilah, 2022; Wulandari & Sari, 2022). Namun demikian, praktik pembelajaran matematika di sekolah masih cenderung berorientasi pada prosedur rutin dan hafalan konsep sehingga belum memberikan ruang yang memadai bagi berkembangnya kreativitas dan fleksibilitas berpikir siswa (Leikin, 2009; De Bono, 1995). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 dengan praktik pembelajaran matematika di kelas yang masih dominan bersifat prosedural.

Bukti empiris dari observasi awal yang dilakukan pada tahap *define* menunjukkan bahwa kemampuan berpikir lateral siswa SMP di SMPN 1 Narmada masih relatif rendah. Hasil wawancara dengan guru dan pengamatan pembelajaran menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang digunakan belum secara optimal mendorong eksplorasi ide alternatif dalam pemecahan masalah matematika. Guru juga menyampaikan bahwa siswa sering mengalami kesulitan mengaitkan konsep matematika dengan situasi nyata serta belum terbiasa menyelesaikan masalah dengan pendekatan non-rutin. Meskipun siswa menunjukkan minat yang cukup tinggi terhadap aktivitas pembelajaran yang bersifat kontekstual, mereka masih kesulitan menghasilkan berbagai strategi penyelesaian masalah (Clements & Sarama, 2007; Confrey & Maloney, 2010). Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika yang masih berorientasi prosedural belum mampu memfasilitasi proses *deep learning* yang bermakna bagi siswa.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan kebermaknaan pembelajaran matematika adalah integrasi konteks budaya lokal melalui pendekatan Ethno-STEM. Pendekatan ini mengaitkan konsep matematika dengan praktik budaya masyarakat sehingga mampu memperkuat pemahaman konsep, meningkatkan kreativitas, serta memperluas kemampuan pemecahan masalah siswa (Bang & Medin, 2010; Garii & Rule, 2009; Prabawanto & Herman, 2016; Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022). Integrasi konteks budaya lokal juga dapat meningkatkan relevansi pembelajaran karena siswa belajar melalui pengalaman yang dekat dengan kehidupan mereka. Berdasarkan analisis kurikulum dan identifikasi kearifan lokal dalam penelitian ini, ditemukan berbagai potensi konteks budaya seperti motif batik, pola bangunan tradisional, serta aktivitas ekonomi masyarakat di wilayah Narmada, Gerung, dan Lembar yang dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran matematika berbasis *deep learning*.

Untuk mengimplementasikan pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir lateral secara sistematis, strategi KR-Heuristic dipandang sebagai pendekatan pedagogis yang relevan. Strategi ini menempatkan proses eksplorasi masalah, perencanaan strategi, pemilihan metode penyelesaian, serta refleksi sebagai inti kegiatan belajar matematika. Pendekatan ini selaras dengan prinsip *Deep Learning* yang menekankan pada pembangunan pemahaman secara mendalam, koneksi makna antar konsep, serta pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Integrasi strategi KR-Heuristic dengan pendekatan Ethno-STEM memungkinkan terciptanya pembelajaran yang lebih kontekstual, kreatif, dan bermakna sehingga berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *Deep Learning* dengan strategi KR-Heuristic dan pendekatan Ethno-STEM yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa SMP.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D yang terdiri atas *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Model ini

dipilih karena mampu menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif melalui tahapan sistematis yang melibatkan analisis kebutuhan, perancangan, validasi ahli, revisi, dan diseminasi. Dalam konteks penelitian pendidikan, model 4D telah banyak direkomendasikan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran inovatif yang berorientasi pada kreativitas, kontekstualitas, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Sari & Nuryadi, 2021; Widada et al., 2021; Yuniawati et al., 2023; Wulandari & Sari, 2022). Produk yang dikembangkan berupa perangkat pembelajaran *Deep Learning* dengan strategi KR-Heuristic berbasis Ethno-STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa SMP.

Tahap Define mencakup analisis kebutuhan pembelajaran berdasarkan permasalahan yang terjadi di sekolah, analisis karakteristik siswa, analisis tugas, analisis kurikulum merdeka, serta identifikasi kearifan lokal yang relevan untuk diintegrasikan dalam pembelajaran. Analisis ini dilakukan melalui wawancara guru, observasi pembelajaran, pengisian angket oleh siswa, serta penelaahan dokumen kurikulum dan materi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih dominan bersifat prosedural, belum mendorong kreativitas, serta belum mengaitkan konsep matematika dengan konteks budaya siswa. Penelitian terbaru menegaskan bahwa integrasi budaya lokal dan konteks STEM dapat meningkatkan kreativitas serta fleksibilitas berpikir siswa (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022; Aguilar & Castaneda, 2021; Rahmawati & Nurfadilah, 2022). Tahap *define* yang dilakukan dalam penelitian ini juga telah dijelaskan dalam laporan kemajuan.

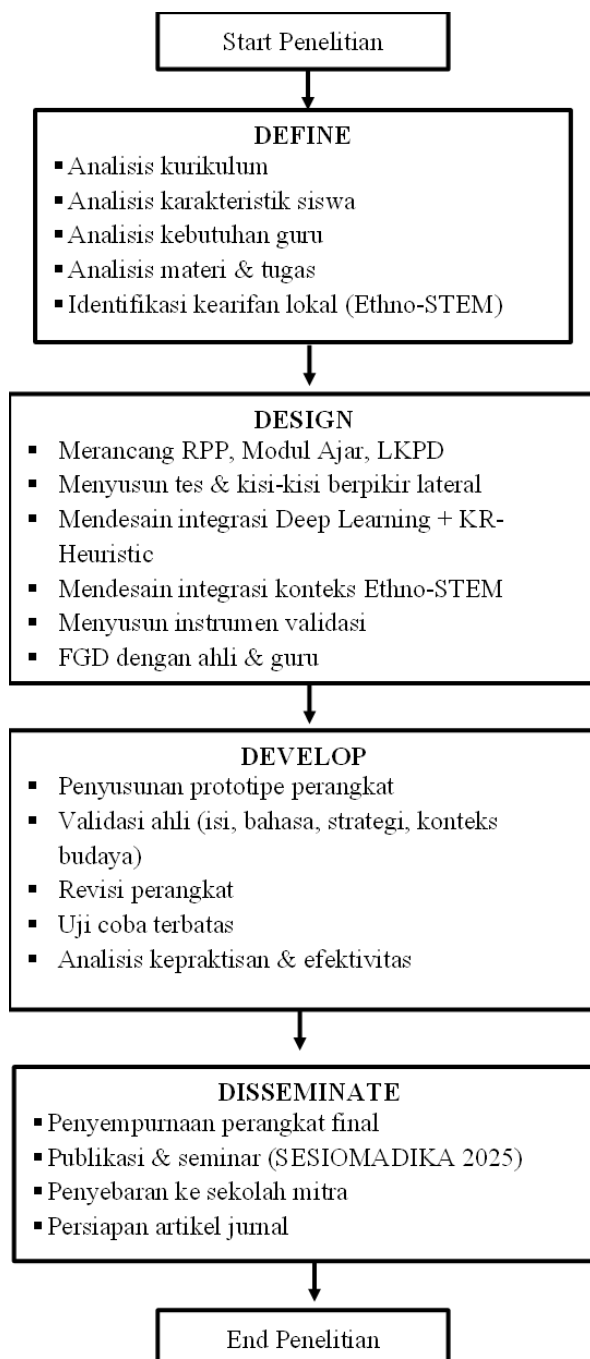
Tahap Design mencakup perancangan draf awal perangkat pembelajaran yang meliputi Modul Ajar, RPP, LKPD, dan instrumen penilaian kemampuan berpikir lateral. Pada tahap ini, strategi KR-Heuristic dirancang untuk diterapkan dalam tahapan pembelajaran seperti membaca–berpikir, mengeksplorasi–merencanakan, memilih strategi, menemukan jawaban, serta refleksi–pengembangan. Pendekatan *Deep Learning* dan Ethno-STEM diintegrasikan pada konteks permasalahan, aktivitas eksplorasi, serta contoh berbasis budaya lokal. Instrumen validasi disusun untuk menilai kelayakan perangkat dari aspek isi, konstruksi, bahasa, dan integrasi budaya. Proses ini diperkuat dengan pelaksanaan Focus Group Discussion (FGD) yang melibatkan guru dan ahli untuk menyempurnakan desain perangkat (Yuniawati et al., 2023; Rodríguez-Nieto et al., 2021; Wulandari & Sari, 2022).

Tahap Develop merupakan tahap pengembangan perangkat seperti modul ajar, LKPD, dan tes kemampuan berpikir lateral secara faktual yang meliputi validasi ahli, revisi, dan uji coba terbatas. Validasi ahli dilakukan oleh dosen pendidikan matematika dan guru berpengalaman untuk menilai kesesuaian konten, strategi KR-Heuristic, integrasi kearifan lokal, serta keselarasan perangkat dengan prinsip *Deep Learning*. Masukan ahli digunakan untuk memperbaiki prototipe perangkat sebelum diuji coba kepada siswa kelas VIII. Uji coba terbatas dilakukan di kelas VIII.1 SMPN 1 Narmada untuk menilai kepraktisan perangkat melalui observasi keterlaksanaan dan angket respon siswa serta guru. Efektivitas perangkat dianalisis menggunakan skor pretest–posttest untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir lateral matematis, sesuai rekomendasi penelitian pengembangan pendidikan modern (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022; Yuniawati et al., 2023; Hidayat & Retnawati, 2021; Syahrir et al., 2021).

Tahap Disseminate mencakup penyebaran perangkat pembelajaran yang telah dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Penyebaran dilakukan melalui seminar nasional, publikasi artikel ilmiah, serta berbagi praktik baik kepada guru mitra. Pada tahap ini juga dilakukan finalisasi perangkat agar dapat digunakan secara lebih luas oleh guru pada berbagai sekolah. Penyebaran produk penelitian ini sejalan dengan praktik diseminasi dalam penelitian pengembangan pendidikan yang bertujuan memperluas dampak penelitian terhadap peningkatan kualitas pembelajaran matematika (Widada et al., 2021; Rahmawati & Nurfadilah, 2022; Wulandari & Sari, 2022).

Melalui tahapan R&D model 4D tersebut, perangkat pembelajaran yang dikembangkan diharapkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif, serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa secara signifikan. Menurut Akbar (2013), perangkat pembelajaran dikatakan valid jika nilai rata-rata validasinya lebih dari 70% berada pada kategori valid atau sangat valid. Sedangkan untuk tingkat kepraktisan diperoleh jika rata-rata hasil angket respon siswa berada pada interval 70,01% - 100,00%.

Berikut ini alur penelitian yang dituangkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir lateral siswa yang dilaksanakan di SMPN 1 Narmada melalui pengembangan perangkat ajar Deep Learning

dengan strategi KR-Heuristic Berbasis Ehno Stem. Adapun hasil penelitiannya dituangkan sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Penilaian Validitas Modul Ajar

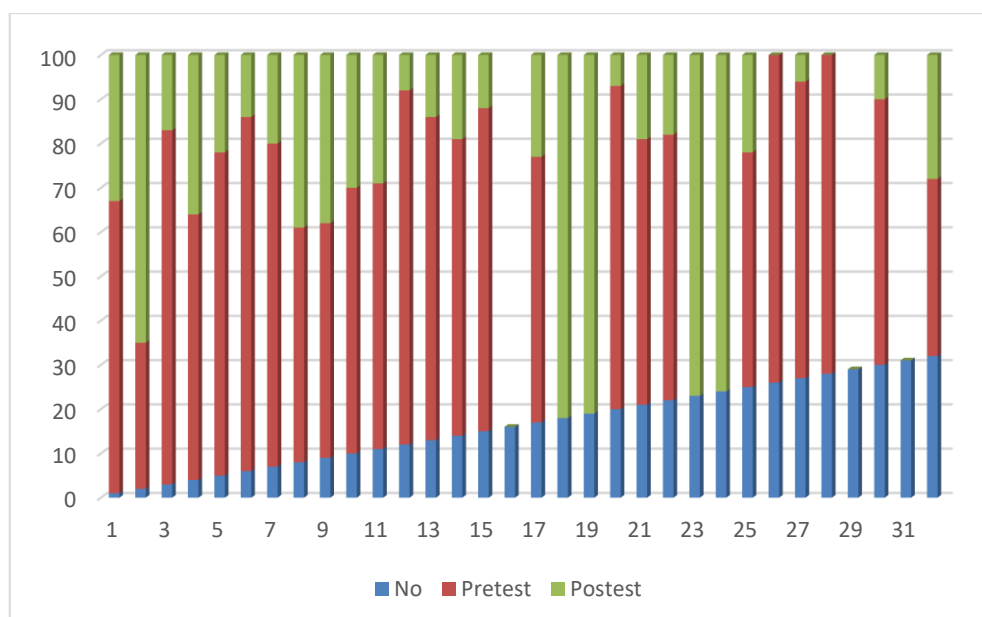
No	Aspek Penilaian	Jumlah Indikator	Skor yang Diperoleh
1	Kesesuaian dengan CP dan ATP	4	19
2	Kedalaman dan Kekuatan Materi	4	19
3	Pendekatan Pembelajaran	5	23
	Total	13	61
	Prosentase	100	93,85%
	Jumlah Skor Maksimal		65

Penilaian ahli materi terhadap modul pembelajaran juga menunjukkan hasil yang sangat baik. Total skor yang diperoleh modul adalah 61 dari 65 skor maksimal harapan dengan persentase 93,85%. Aspek penilaian meliputi: kesesuaian dengan CP dan ATP (skor 19), kedalaman dan kekuatan materi (skor 19), serta kesesuaian pendekatan pembelajaran *deep learning* (skor 23). Persentase di atas 90% ini menunjukkan bahwa dari sisi substansi materi, kedalaman konsep, dan keselarasan dengan pendekatan *deep learning*, modul telah memenuhi kriteria sangat valid sehingga dapat dijadikan rujukan utama dalam pelaksanaan pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Penilaian Validitas LKPD

No	Aspek Penilaian	Jumlah Indikator	Skor yang Diperoleh
1	Tampilan Visual	4	18
2	Keterbacaan dan Keterpahaman	4	16
3	Kesesuaian LKPD dengan Tujuan Pembelajaran	2	19
4	Kejelasan Instruksi	3	11
5	Dukungan terhadap Interaktivitas	2	10
	Total	15	64
	Prosentase	100%	85,33%
	Jumlah Skor Maksimal		75

Hasil penilaian ahli media terhadap LKPD menunjukkan bahwa secara umum LKPD yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid. Total skor yang diperoleh adalah 64 dari 75 skor maksimal harapan dengan persentase 85,33%. Jika dilihat per aspek, tampilan visual memperoleh skor 18, keterbacaan dan keterpahaman 16, kesesuaian media dengan tujuan 9, kejelasan instruksi 11, serta dukungan terhadap interaktivitas 10. Persentase tersebut mengindikasikan bahwa dari sisi tampilan, keterbacaan, kejelasan instruksi, maupun interaktivitas, LKPD sudah layak digunakan dalam pembelajaran dengan hanya memerlukan perbaikan kecil sesuai masukan validator.



Gambar 2. Hasil Peningkatan Kemampuan Berpikir Lateral Siswa SMPN 1 Narmada

Gambar 2 menunjukkan perbandingan nilai pretest dan posttest dari 32 siswa. Secara visual, grafik menggunakan model batang bertumpuk (*stacked bar chart*), di mana warna biru mewakili nilai pretest dan warna hijau mewakili nilai posttest. Setiap batang mewakili satu siswa, mulai dari siswa ke-1 hingga siswa ke-32. Grafik ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan menghasilkan peningkatan belajar yang kuat dan merata. Perbedaan mencolok antara tinggi batang pretest dan posttest memperlihatkan keberhasilan strategi KR-Heuristic berbasis Deep Learning dan Ethno-STEM dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Temuan visual ini sejalan dengan perhitungan *N-gain* yang menunjukkan kategori peningkatan tinggi.

Tabel 3. Hasil N-Gain Kemampuan Berpikir Lateral Siswa SMPN 1 Narmada

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_Score	31	.00	1.00	.7372	.26072
Ngain_Persen	31	.00	100.00	73.7244	26.07238
Valid N (listwise)	31				

Keefektifan perangkat pembelajaran terhadap peningkatan kemampuan berpikir siswa dianalisis menggunakan *N-gain score*. Berdasarkan data deskriptif, jumlah subjek (*N*) adalah 31 siswa. Nilai *N-gain_Score* memiliki rata-rata (*mean*) sebesar 0,7372 dengan rentang skor minimum 0,00 dan maksimum 1,00, serta standar deviasi 0,26072. Jika dinyatakan dalam persentase, rata-rata *N-gain_Persen* adalah 73,72% dengan rentang 0–100% dan standar deviasi 26,07. Rata-rata *N-gain* sekitar 0,74 atau 73,72% ini berada pada kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif meningkatkan hasil belajar/kemampuan berpikir siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan perangkat tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi LKPD berbasis strategi KR-Heuristic, modul ajar berbasis Deep Learning, serta integrasi Ethno-STEM telah memenuhi kriteria sangat valid, praktis, dan efektif. Pada aspek validitas, ahli media menilai LKPD mencapai persentase 85,33% dan tergolong *sangat valid*. Nilai ini menunjukkan bahwa tampilan visual, keterbacaan, kejelasan instruksi, serta interaktivitas LKPD sudah sesuai standar pengembangan media pembelajaran modern. Penelitian terbaru menegaskan bahwa perangkat dengan kejelasan instruksi, visual yang

menarik, dan tingkat interaktivitas tinggi mampu meningkatkan *engagement* siswa dan memperkuat proses berpikir tingkat tinggi (Rahmawati & Nurfadilah, 2022; Syahrir et al., 2021, Hernández & Morales, 2023; Lee & Kim, 2024). Temuan ini juga didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa desain perangkat pembelajaran yang interaktif dan kontekstual mampu meningkatkan keterlibatan belajar serta kualitas pemahaman konseptual siswa dalam pembelajaran matematika (Fitriani et al., 2021; Huang et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kualitas media pembelajaran yang baik.

Dari sisi substansi materi, modul pembelajaran mendapatkan skor 93,85%, yang juga termasuk kategori *sangat valid*. Penilaian ini mencakup kesesuaian materi dengan CP dan ATP, kedalaman materi, serta kesepadanan penggunaan pendekatan *Deep Learning*. Temuan ini sejalan dengan penelitian Santosa et al. (2020), yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran yang menekankan *deep conceptual understanding* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kompleks siswa. Selain itu, penggunaan pendekatan *deep learning* dalam modul sesuai dengan rekomendasi studi terbaru yang menunjukkan bahwa strategi belajar mendalam dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kreatif siswa (Hidayat & Retnawati, 2021; Zhang & Cai, 2022; Lee & Kim, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang menekankan eksplorasi konsep secara mendalam mampu meningkatkan kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi serta kemampuan pemecahan masalah siswa (Huang et al., 2022; Santos-Trigo, 2021). Dengan demikian, modul yang dikembangkan telah mencerminkan tuntutan pembelajaran abad 21.

Hasil validitas keseluruhan dari tiga validator juga menunjukkan angka rata-rata 91,69%, yang menegaskan bahwa perangkat pembelajaran sangat layak digunakan. Validitas yang tinggi ini mencerminkan kesesuaian antara perangkat dengan prinsip KR-Heuristic, integrasi Ethno-STEM, serta kebutuhan kontekstual siswa. Penelitian Nurfauziah & Pratiwi (2019) menegaskan bahwa perangkat pembelajaran berbasis budaya lokal serta strategi heuristik terbukti mampu mendorong kemampuan berpikir kreatif dan kontekstual siswa. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa integrasi konteks budaya dan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika dapat memperkuat keterhubungan konsep, meningkatkan kreativitas, serta memperluas cara siswa memahami konsep matematika dalam kehidupan nyata (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022; Aguilar & Castaneda, 2021; Hernández & Morales, 2023). Selain itu, pendekatan ethnomathematics dalam pembelajaran matematika juga terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep serta keterkaitan antara matematika dan kehidupan sehari-hari siswa (Ningsih et al., 2021; Alsina, 2021). Dengan validitas yang tinggi, perangkat ini memiliki potensi kuat untuk digunakan dalam skala yang lebih luas.

Sementara itu, aspek efektivitas perangkat pembelajaran terlihat dari capaian rata-rata skor *N-gain* sebesar 0,7372 atau kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan perangkat yang dikembangkan mampu memberikan peningkatan signifikan terhadap kemampuan berpikir lateral matematis siswa. Sejalan dengan penelitian terbaru, penggunaan perangkat pembelajaran berbasis heuristik dan kontekstual terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan menghasilkan ide alternatif, fleksibilitas berpikir, serta kemampuan menghubungkan konsep dalam pemecahan masalah (Lestari & Dewi, 2020; Wulandari & Sari, 2022; Sari & Lestari, 2023; Hernández & Morales, 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa strategi pembelajaran berbasis heuristik dan problem solving mampu meningkatkan kreativitas serta kemampuan berpikir matematis siswa secara signifikan (Siregar & Surya, 2023; Kwon et al., 2023). Selain itu, integrasi Ethno-STEM memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna melalui konteks budaya sehingga mampu memperkuat kemampuan berpikir orisinal dan kreatif siswa (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022; Aguilar & Castaneda, 2021). Pembelajaran matematika yang berbasis konteks kehidupan nyata juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah serta

keterampilan berpikir matematis siswa (Wijaya et al., 2022). Selain itu, integrasi Ethno-STEM memberikan pengalaman belajar bermakna melalui konteks budaya sehingga mampu memperkuat kemampuan berpikir orisinal dan kreatif siswa (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022).

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis Deep Learning dengan strategi KR-Heuristic dan integrasi Ethno-STEM berhasil mencapai kualitas yang sangat baik dari segi validitas, praktikalitas, dan efektivitas. Kombinasi ini mendukung terciptanya pembelajaran bermakna yang tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep tetapi juga pada pengembangan kreativitas serta kemampuan berpikir lateral matematis siswa. Oleh karena itu, perangkat ini dapat direkomendasikan untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika pada jenjang SMP sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih kontekstual, inovatif, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Rodríguez-Nieto & Alsina, 2022; Lee & Kim, 2024; Sari & Lestari, 2023; Bicer et al., 2022).

SIMPULAN

Penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *Deep Learning* dengan strategi KR-Heuristic dan pendekatan Ethno-STEM menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa SMP. Pertama, dari aspek validitas, perangkat dinyatakan sangat valid oleh para ahli, baik ahli media maupun ahli materi. LKPD memperoleh persentase validitas 85,33%, modul pembelajaran mencapai 93,85%, dan validitas keseluruhan dari tiga validator menghasilkan rata-rata 91,69%. Temuan ini menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas dari segi kelayakan isi, struktur penyajian, keterbacaan, integrasi strategi KR-Heuristic, dan kesesuaian konteks Ethno-STEM dengan karakteristik peserta didik.

Kedua, perangkat terbukti praktis digunakan dalam pembelajaran berdasarkan hasil review ahli, masukan guru melalui FGD, serta observasi pelaksanaan selama uji coba terbatas. Kejelasan instruksi, tampilan visual yang informatif, serta aktivitas pembelajaran yang kontekstual membuat perangkat mudah dipahami dan diterapkan oleh guru maupun siswa dalam pembelajaran matematika.

Ketiga, perangkat terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir lateral matematis siswa. Hal ini tercermin dari capaian *N-gain* rata-rata sebesar 0,7372 (kategori tinggi) atau 73,72% dalam bentuk persentase peningkatan. Skor tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang menerapkan perangkat mampu mendorong siswa menghasilkan ide alternatif, memecahkan masalah melalui berbagai pendekatan, serta menghubungkan konsep matematika dengan konteks nyata dan budaya lokal.

Secara keseluruhan, pengembangan perangkat pembelajaran berbasis Deep Learning dengan strategi KR-Heuristic dan integrasi Ethno-STEM dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika pada jenjang SMP. Perangkat ini tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual siswa, tetapi juga menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif, fleksibel, dan berorientasi pada pemecahan masalah. Oleh karena itu, perangkat yang dikembangkan layak direkomendasikan untuk diimplementasikan secara lebih luas dalam kegiatan pembelajaran matematika serta dapat menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan pada skala yang lebih besar atau konteks materi matematika lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, M. S., & Castaneda, A. (2021). STEM-based learning and students' creative problem solving in mathematics education. *Journal of STEM Education Research*, 4(2), 152–168.
- Alsina, Á. (2021). Transforming mathematics education through ethnomathematics and STEAM approaches. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(7), 1038–1053. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1865135>
- Bang, M., & Medin, D. (2016). *Cultural processes in science education: Supporting the navigation of multiple epistemologies*. *Science Education*, 100(6), 1008–1026.
- Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2022). STEM integration and students' mathematical creativity development. *Journal of STEM Education Research*, 5(2), 221–240. <https://doi.org/10.1007/s41979-021-00072-1>
- Fitriani, H., Suryadi, D., & Turmudi, T. (2021). Development of mathematics learning devices to enhance students' higher-order thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012040>
- Hernández, C., & Morales, M. (2023). Contextual STEM learning and mathematical creativity development. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 44–56.
- Hidayat, R., & Retnawati, H. (2021). The effectiveness of deep learning-oriented mathematics instruction in improving students' higher-order thinking skills. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 5(2), 145–153.
- Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2022). Educational deep learning: A framework for developing higher-order thinking. *Educational Technology Research and Development*, 70(3), 1317–1335. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10089-3>
- Kwon, O. N., Park, J. S., & Park, J. H. (2023). Mathematical creativity and problem-solving through inquiry-based learning. *Mathematics Education Research Journal*, 35(3), 563–582. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00415-7>
- Lee, K., & Kim, H. (2024). Deep learning approaches in mathematics education to enhance higher-order thinking. *Education Sciences*, 14(2), 115–129.
- Lestari, D., & Dewi, S. (2020). Heuristic-based learning to enhance students' creative mathematical thinking. *International Journal of Instructional Development*, 3(1), 22–31.
- Mulyani, E., Subanji, & Hidayanto, E. (2022). Contextual learning to enhance students' creative mathematical thinking ability. *Journal on Mathematics Education*, 13(2), 259–274. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i2.15346>
- Ningsih, Y. L., Prahmana, R. C. I., & Sembiring, R. K. (2021). Ethnomathematics-based learning to improve students' mathematical reasoning. *Journal on Mathematics Education*, 12(2), 247–260. <https://doi.org/10.22342/jme.12.2.13116.247-260>
- Nurfauziah, N., & Pratiwi, H. (2019). Ethnomathematics-based learning to improve students' creativity. *Journal of Mathematics Education Research*, 10(2), 88–96.
- Rahmawati, S., & Nurfadilah, H. (2022). Media pembelajaran digital untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal Teknologi Pendidikan Indonesia*, 7(1), 45–56.
- Rodríguez-Nieto, C. A., & Alsina, Á. (2022). Networking between ethnomathematics, STEAM education, and the globalized approach: An empirical study with artisans. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(4), em0711. <https://doi.org/10.29333/iejme/12394>.
- Rodríguez-Nieto, C. A., Mosquera, G., & Alsina, Á. (2021). Ethnomathematics and STEM education: A theoretical connection for contextualized learning. *Sustainability*, 13(3), 1234.
- Sa'dun, A. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung. PT. Remaja Rosdakarya.

- Santosa, H. F., Putra, H. D., & Herman, T. (2020). Deep learning design in mathematics education: Strengthening conceptual understanding. *International Journal of STEM Education*, 7(3), 115–128.
- Santos-Trigo, M. (2021). Problem solving and mathematical thinking development through digital technology. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(10), 1487–1504. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1823544>
- Sari, W., & Nuryadi. (2021). Development of learning devices with the 4D model to improve mathematical reasoning ability. *Journal of Mathematics Education Research*, 12(1), 33–44.
- Siregar, N., & Surya, E. (2023). Heuristic learning model to improve students' mathematical creative thinking. *International Journal of Instruction*, 16(1), 537–552. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16130a>
- Syahrir, S., Suhaimi, & Lestari, N. (2021). The impact of interactive worksheets on students' motivation and critical thinking. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(2), 95–104.
- Widada, W., Pratiwi, H. Y., & Sarwanto, S. (2021). Teachers' perception toward the use of ethnomathematics approach in mathematics education. *International Journal of Instruction*, 14(2), 601–616. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14234a>
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doorman, M. (2022). Context-based mathematics learning and students' problem-solving ability. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 747–768. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10194-5>
- Wulandari, H., & Sari, P. (2022). Improving students' lateral thinking through heuristic problem-solving models. *Asian Journal of Education and E-Learning*, 10(1), 35–42.
- Yuniawati, E., Rahman, A., & Subanji. (2023). Implementation of ethnomathematics realistic mathematics education (Ethno-RME) in junior high school. *AIP Conference Proceedings*, 3142(1), 020053. <https://doi.org/10.1063/5.0147594>
- Zhang, Y., & Cai, J. (2022). Deep learning approaches in mathematics education and students' higher-order thinking development. *Mathematics Education Research Journal*, 34(4), 745–762.