

Pengembangan Game Android “KreaTika” untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kreativitas Matematika Siswa SMP

Developing the Android Game “KreaTika” to Improve Junior High School Students’ Learning Outcomes in Mathematical Creativity

¹Citra,²Ali Muhtadi

Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

e-mail: citra.2023@student.uny.ac.id

Abstrak: Kreativitas matematika sebagai hasil belajar kognitif tingkat tinggi siswa SMP belum berkembang optimal, terutama dalam pembelajaran konvensional yang kurang memberi ruang bagi berpikir divergen dan di sekolah dengan keterbatasan media interaktif berbasis teknologi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan game mobile learning berbasis Android “KreaTika” yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika siswa SMP pada materi aljabar. Penelitian menggunakan metode Research and Development dengan model Alessi dan Trollip, dilanjutkan kuasi-eksperimen berdesain pre-test–post-test kelompok kontrol non-ekuivalen pada siswa kelas VII SMPN 3 Bondowoso (kelompok eksperimen $n = 31$; kelompok kontrol $n = 28$). Data dikumpulkan melalui validasi ahli, angket kepraktisan guru dan siswa, serta tes kreativitas matematika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa game tergolong sangat layak (skor validasi 89,3%), sangat praktis menurut guru (rerata 4,40), dan praktis menurut siswa (rerata 3,85). Rerata N-Gain kelompok eksperimen (0,4135; kategori sedang) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (0,1297; kategori rendah), dan perbedaan tersebut signifikan (uji Mann–Whitney U, $p < 0,001$). Temuan ini mengindikasikan bahwa game Android dapat menjadi alternatif media untuk meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika, khususnya di sekolah dengan keterbatasan sumber daya. Namun, temuan perlu ditafsirkan secara hati-hati karena penelitian dilakukan di satu sekolah, selama empat minggu, dan tanpa pengacakan individu.

Kata Kunci: hasil belajar, kreativitas matematika, pembelajaran berbasis game, mobile learning, Android

Abstract: Mathematical creativity, a higher-order learning outcome, remains underdeveloped among junior high school students, particularly in conventional classrooms that offer little room for divergent thinking and in schools with limited interactive technology-based media. This study aimed to develop “KreaTika”, an Android-based mobile learning game, and to determine whether it is valid, practical, and effective in improving students’ learning outcomes in mathematical creativity on algebra. The study used Research and Development based on the Alessi and Trollip model, followed by a quasi-experiment with a pre-test–post-test nonequivalent control group design involving seventh-grade students at SMPN 3 Bondowoso (experimental group, $n = 31$; control group, $n = 28$). Data were collected through expert validation, teacher and student practicality questionnaires, and a mathematical creativity test. The game was rated highly feasible (validation score 89.3%), highly practical by teachers (mean 4.40), and practical by students (mean 3.85). The experimental group’s mean N-Gain (0.4135, moderate) was higher

than that of the control group (0.1297, low), and the difference was significant (Mann–Whitney U test, $p < 0.001$). These findings suggest that Android-based games can serve as an alternative medium for improving learning outcomes in mathematical creativity, particularly in resource-limited schools. However, the findings should be interpreted with caution because the study was conducted in a single school over four weeks without individual randomization.

Keywords: *learning outcomes, mathematical creativity, game-based learning, mobile learning, Android*

Pendahuluan

Perkembangan pendidikan di era modern tidak dapat dilepaskan dari kemajuan teknologi informasi dan perubahan karakteristik peserta didik. Transformasi digital telah menggeser paradigma pendidikan dari pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher-centred*) menuju pembelajaran yang lebih partisipatif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik (*learner-centred*), dengan penekanan pada keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kreatif dan pemecahan masalah (Cromley & Chen, 2025; Kurnianto et al., 2025). Pendidikan tidak lagi dipahami semata-mata sebagai proses transmisi pengetahuan, tetapi sebagai lingkungan terstruktur untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang adaptif terhadap perubahan sosial, teknologi, dan kognitif (Cheng & Weatherly, 2025; Kacmaz & Dubé, 2022; Potters et al., 2023). Peserta didik masa kini tumbuh dalam lingkungan digital yang sarat stimulasi visual dan interaksi cepat sehingga membutuhkan pembelajaran yang responsif terhadap preferensi belajar dan perkembangan kognitif mereka. Oleh karena itu, integrasi teknologi pendidikan menjadi kebutuhan strategis untuk menciptakan pembelajaran yang bermakna dan relevan serta untuk meningkatkan hasil belajar siswa, terutama pada ranah kognitif tingkat tinggi.

Pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*) telah berkembang sebagai pendekatan instruksional yang menjanjikan untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman konseptual. Meskipun demikian, hasil belajar matematika di jenjang sekolah menengah masih menjadi tantangan. Skor matematika siswa Indonesia dalam PISA 2022 sebesar 366, jauh di bawah rerata negara anggota OECD sebesar 472 (OECD, 2023). Salah satu faktor yang kerap dikaitkan dengan kondisi tersebut adalah dominasi metode konvensional yang berpusat pada guru sehingga membatasi partisipasi aktif siswa dan mengurangi kesempatan mereka untuk mengeksplorasi strategi pemecahan masalah alternatif (Anggraini et al., 2021; Kalaka et al., 2023).

Observasi awal di SMPN 2 Bondowoso menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih cenderung satu arah dan hanya memberikan ruang yang terbatas bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas melalui eksplorasi dan refleksi. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan perlunya pembelajaran yang memberi ruang bagi pengembangan kreativitas siswa (Apriliyanti et al., 2022; Gao & Izadpanah, 2023). Keterbatasan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi berpotensi semakin menghambat stimulasi potensi kognitif siswa, khususnya di wilayah dengan akses teknologi pendidikan yang belum merata. Kondisi ini menegaskan perlunya media pembelajaran yang mampu meningkatkan hasil belajar sekaligus menjembatani hambatan metodologis dan kontekstual dalam pembelajaran matematika.

Dalam penelitian ini, hasil belajar dipahami sebagai capaian kognitif tingkat tinggi berupa kreativitas matematika, yaitu kemampuan menghasilkan beragam gagasan dan strategi penyelesaian masalah matematika yang mencakup kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), orisinalitas (*originality*), dan elaborasi (*elaboration*). Kemampuan ini berada pada tingkat mencipta (C6) dalam taksonomi Bloom yang direvisi (Adhikari, 2024) sehingga peningkatannya

menjadi indikator penting keberhasilan pembelajaran matematika yang tidak berhenti pada penguasaan prosedur. Oleh karena itu, peningkatan hasil belajar dalam penelitian ini diukur melalui perubahan skor tes kreativitas matematika sebelum dan sesudah pembelajaran.

Meskipun efektivitas multimedia dan *mobile learning* telah banyak diakui, kajian yang menguji dampaknya terhadap hasil belajar kreativitas matematika di jenjang sekolah menengah masih terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada pencapaian kognitif secara umum, motivasi, atau literasi digital tanpa mengkaji kreativitas sebagai konstruk multidimensional dalam pembelajaran matematika (Joklitschke et al., 2022; Sipahi & Bahar, 2025). Penelitian tentang permainan edukatif juga cenderung berfokus pada hasil belajar kognitif umum, misalnya penguasaan pola bilangan, atau pada jenjang sekolah dasar dengan materi di luar matematika (Kurnianto et al., 2024; Kurniawan et al., 2021). Dalam pendidikan matematika, perhatian utama masih tertuju pada pemahaman konseptual dan ketepatan prosedural, sedangkan proses kreatif dalam berpikir matematis relatif kurang mendapat perhatian (Chiu et al., 2025; Hare et al., 2025).

Selain itu, banyak penelitian mengandalkan intervensi jangka pendek dan hanya memberikan penjelasan teoretis yang terbatas mengenai cara mekanisme permainan menstimulasi berpikir divergen. Pengembangan media berbasis Android juga sering menekankan aspek teknis dan visual tanpa landasan pedagogis yang memadai. Mengingat siswa SMP berada pada fase transisi kognitif yang krusial, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait desain sistematis lingkungan pembelajaran multimedia yang mendukung keempat dimensi kreativitas dalam pemecahan masalah matematika. Dampak desain tersebut terhadap hasil belajar juga perlu diuji secara terkontrol.

Pemilihan platform Android sebagai media intervensi selaras dengan kondisi sosio-teknis peserta didik di wilayah semi-pedesaan seperti Bondowoso. Meskipun akses terhadap perangkat komputasi berspesifikasi tinggi masih terbatas, ponsel pintar berbasis Android relatif mudah dijangkau sehingga dapat menjadi titik masuk yang inklusif bagi inovasi pembelajaran digital. Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa gamifikasi dan pembelajaran berbasis permainan berpotensi meningkatkan capaian akademik, keterlibatan, dan motivasi belajar (Dahalan et al., 2024). “KreaTika” dirancang untuk memanfaatkan aksesibilitas tersebut dengan mengintegrasikan tantangan progresif, umpan balik langsung, dan tugas matematika berbasis heuristik. Dengan menyematkan soal terbuka dalam lingkungan permainan berbasis *mobile*, penelitian ini berupaya mengurangi hambatan afektif yang sering menghalangi eksplorasi matematis serta menumbuhkan lingkungan digital yang mendukung berpikir divergen (Levenson & Dasuqi, 2025; Niño & Gómez, 2022).

Penelitian ini menawarkan inovasi pada tataran teoretis, metodologis, dan empiris. Secara teoretis, penelitian ini mengintegrasikan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* dengan prinsip gamifikasi untuk menjelaskan cara elemen multimedia dan mekanisme permainan secara bersama-sama mendukung peningkatan hasil belajar kreativitas matematika (Cromley & Chen, 2025; Mayer, 2021). Secara metodologis, penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model Alessi dan Trollip yang dimodifikasi dan dikombinasikan dengan desain kuasi-eksperimen untuk mengevaluasi kualitas produk sekaligus efektivitasnya terhadap hasil belajar (Alessi & Trollip, 2001). Secara empiris, penelitian ini dilaksanakan di Bondowoso dengan soal matematika kontekstual dan terbuka (*open-ended*) yang selaras dengan kebiasaan belajar dan pengalaman keseharian siswa.

Kebaruan penelitian ini terletak pada kajian yang terintegrasi dan kontekstual terhadap game “KreaTika” dalam pembelajaran matematika SMP. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang membahas permainan edukatif secara umum, penelitian ini secara eksplisit menguji pengaruh game berbasis Android terhadap hasil belajar kreativitas matematika yang

dikonseptualisasikan dalam empat dimensi. Model motivasi ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction*) digunakan sebagai kerangka desain motivasional sekaligus untuk menangkap persepsi siswa terhadap media (Keller, 2010). Selain itu, penelitian ini menyajikan bukti empiris dari sekolah di wilayah semi-pedesaan dengan keterbatasan akses teknologi, yaitu konteks pendidikan yang masih kurang terwakili dalam penelitian eksperimental.

Secara teoretis, penelitian ini memperluas kajian permainan edukatif dengan menawarkan kerangka konseptual yang menghubungkan desain permainan, prinsip motivasional, dan pengembangan kreativitas dalam lingkungan pembelajaran digital (Lester et al., 2023; Sjaastad, 2025). Secara praktis, penelitian ini memberikan contoh desain permainan yang dapat diterapkan guru untuk meningkatkan hasil belajar dengan menyeimbangkan efektivitas pembelajaran dan keterlibatan siswa (Hu et al., 2025; Sholihah et al., 2023). Bagi pengembang permainan edukatif, penelitian ini menegaskan pentingnya menanamkan skenario soal terbuka dan mekanisme umpan balik untuk meningkatkan nilai pedagogis pembelajaran berbasis permainan, sekaligus menawarkan model yang berpotensi diadaptasi pada konteks dengan keterbatasan sumber daya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan multimedia *mobile learning* berbasis game Android “KreaTika” dan menguji efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika siswa SMP pada materi aljabar. Penelitian ini menjawab tiga pertanyaan: (1) apakah “KreaTika” valid; (2) apakah “KreaTika” praktis digunakan oleh guru dan siswa; dan (3) apakah “KreaTika” efektif meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika siswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Hipotesis penelitian ini adalah terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar kreativitas matematika antara siswa yang belajar menggunakan “KreaTika” dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Metode

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model desain pembelajaran Alessi dan Trollip yang dimodifikasi. Model ini dipilih karena menekankan pengembangan iteratif dalam lingkungan multimedia interaktif sehingga sesuai untuk merancang sistem pembelajaran berbasis permainan yang membutuhkan penyempurnaan berkelanjutan melalui umpan balik ahli dan uji coba pengguna (Alessi & Trollip, 2001). Untuk mengevaluasi efektivitas produk, penelitian ini dilengkapi dengan kuasi-eksperimen berdesain *pre-test–post-test nonequivalent control group*. Hasil belajar yang diukur adalah kreativitas matematika siswa pada materi aljabar. Kombinasi kedua pendekatan ini memungkinkan penelitian mengkaji kualitas produk (kelayakan dan kepraktisan) sekaligus dampak empirisnya terhadap hasil belajar dalam konteks kelas formal.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah siswa kelas VII SMPN 3 Bondowoso pada tahun ajaran 2024/2025. Karena pengacakan individu tidak dapat dilakukan di lingkungan sekolah yang sedang berjalan, teknik *cluster sampling* digunakan untuk memilih dua kelas paralel. Kelas 7D ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang belajar menggunakan game berbasis Android, sedangkan Kelas 7E ditetapkan sebagai kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional berpusat pada guru dengan buku teks standar. Masing-masing kelas semula terdiri atas 32 siswa. Data yang dianalisis berasal dari 31 siswa kelompok eksperimen dan 28 siswa kelompok kontrol karena sebagian siswa tidak hadir saat *post-test*. Sebelum intervensi, kedua kelompok mengerjakan *pre-test* yang digunakan sebagai dasar perhitungan N-Gain.

Instrumen Penelitian

Data dikumpulkan menggunakan beberapa instrumen. Lembar validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan media dan konten pembelajaran dengan skala Likert lima poin.

Instrumen ini dikembangkan berdasarkan kisi-kisi yang memetakan aspek penilaian, indikator, dan rujukan teoretis untuk memastikan relevansi konten dan keselarasan konstruk.

Angket kepraktisan dengan skala Likert lima poin diberikan kepada guru dan siswa. Angket guru mencakup kemudahan penggunaan, kejelasan instruksional, keselarasan kurikulum, efisiensi waktu, kelayakan pembelajaran, dan manfaat pedagogis. Angket siswa disusun berdasarkan model motivasi ARCS untuk menangkap persepsi siswa terhadap perhatian, relevansi, keyakinan diri, dan kepuasan. Hasil belajar diukur dengan tes kreativitas matematika berupa soal aljabar terbuka yang dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir divergen dan diberikan sebelum serta sesudah pembelajaran. Tes ini memiliki validitas isi yang tinggi dan konsistensi internal yang memadai.

Prosedur Pengembangan dan Pengumpulan Data

Pengembangan dilakukan melalui tiga tahap iteratif, yaitu perencanaan, desain, dan pengembangan. Pada tahap perencanaan, analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan guru dan observasi kelas di SMPN 2 Bondowoso untuk mengidentifikasi kendala pembelajaran, khususnya pada materi aljabar yang menuntut pemecahan masalah kreatif. Tahap desain menerjemahkan temuan tersebut ke dalam lingkungan pembelajaran tergamifikasi yang terstruktur melalui penyusunan *storyboard*, penentuan mekanisme permainan (level, sistem penilaian, dan umpan balik), serta penyusunan tugas matematika heuristik yang selaras dengan empat dimensi kreativitas, yaitu kelancaran, keluwesan, orisinalitas, dan elaborasi.

Tahap pengembangan meliputi pemrograman aplikasi “KreaTika” menggunakan Unity Engine dan bahasa pemrograman C#, dilanjutkan dengan telaah ahli dan pengujian iteratif. Uji alfa dilakukan oleh dua ahli materi dan dua ahli media untuk memastikan ketepatan konten, keselarasan pedagogis, dan kestabilan teknis. Selanjutnya, uji beta dilakukan melalui uji coba kelompok kecil yang melibatkan lima siswa untuk menyempurnakan antarmuka dan pengalaman pengguna berdasarkan umpan balik kualitatif.

Intervensi dilaksanakan selama empat minggu. Kelompok eksperimen mengikuti dua sesi pembelajaran berbasis game per minggu dengan durasi 40 menit per sesi, sedangkan kelompok kontrol mempelajari materi aljabar yang sama melalui pembelajaran konvensional. Variabel bebas penelitian ini adalah penggunaan game “KreaTika” yang mengintegrasikan tugas berbasis tantangan dan umpan balik interaktif. Variabel terikatnya adalah hasil belajar kreativitas matematika siswa yang mencakup kelancaran, keluwesan, orisinalitas, dan elaborasi.

Analisis Data

Analisis data kuantitatif difokuskan pada penentuan kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas multimedia yang dikembangkan. Data kelayakan dan kepraktisan dianalisis secara deskriptif menggunakan skor rerata dan persentase (skor rerata dibagi skor maksimum 5, lalu dikalikan 100%), kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kualitatif yang telah ditetapkan (Kusmaryono et al., 2022). Kategori kelayakan ditentukan berdasarkan persentase skor, yaitu 81–100% sangat layak, 61–80% layak, 41–60% cukup layak, 21–40% kurang layak, dan 0–20% sangat kurang layak. Kategori kepraktisan ditentukan berdasarkan skor rerata, yaitu >4,20 sangat praktis, 3,40–4,20 praktis, 2,60–3,39 cukup praktis, 1,80–2,59 kurang praktis, dan <1,80 sangat kurang praktis. Efektivitas dalam meningkatkan hasil belajar ditentukan dengan skor N-Gain ternormalisasi, yaitu selisih skor *post-test* dan *pre-test* dibagi selisih skor maksimum ideal dan skor *pre-test* (Hake, 1998), dengan kategori tinggi ($g \geq 0,70$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan rendah ($g < 0,30$).

Perbedaan N-Gain antara kelompok eksperimen dan kontrol diuji menggunakan uji Mann–Whitney U pada taraf signifikansi 0,05 karena prosedur nonparametrik sesuai dengan karakteristik distribusi data. Ukuran efek dihitung dengan rumus $r = Z/\sqrt{N}$ dan diinterpretasikan menggunakan kriteria Cohen, yaitu $r \geq 0,50$ tergolong besar (Cohen, 1988). Hipotesis nol (H_0)

menyatakan tidak terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar kreativitas matematika antara kedua kelompok, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar kreativitas matematika antara kedua kelompok.

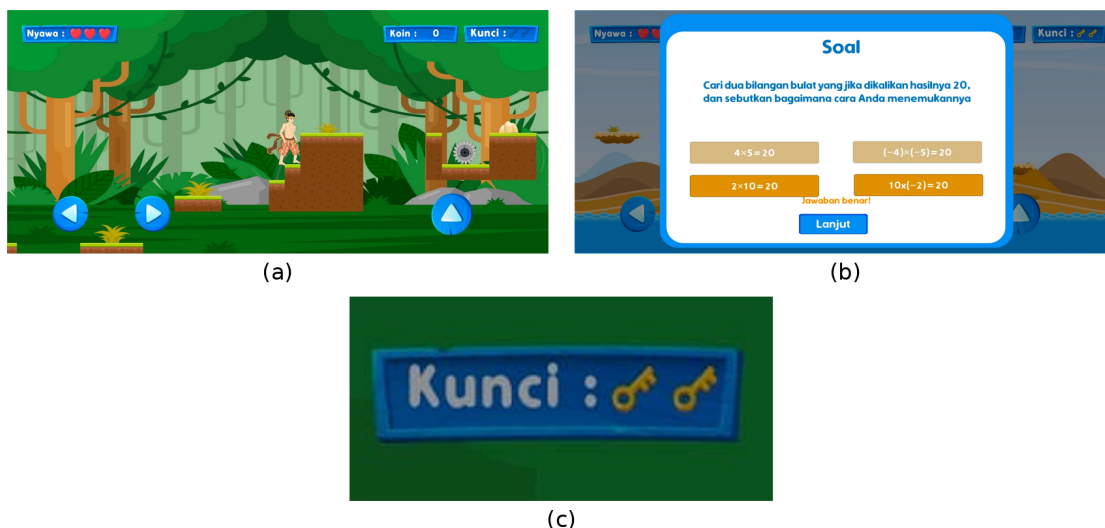
Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan desain. Karena menggunakan kuasi-eksperimen tanpa pengacakan individu, pengaruh faktor lain di luar media pembelajaran tidak dapat sepenuhnya dikesampingkan sehingga perbedaan peningkatan hasil belajar hanya diasumsikan terutama berkaitan dengan media yang digunakan. Intervensi juga berlangsung relatif singkat (empat minggu), hanya mencakup satu topik matematika (aljabar), dan dilaksanakan di satu sekolah dengan ukuran sampel yang terbatas. Oleh karena itu, generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati.

Hasil dan Pembahasan

Pengembangan dan Kelayakan Game KreaTika

Bagian ini menyajikan hasil pengembangan game “KreaTika” yang meliputi kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika siswa. “KreaTika” dirancang dengan navigasi interaktif, tantangan aljabar terbuka, dan *scaffolding* adaptif yang mendorong eksplorasi dan pemecahan masalah kreatif, bukan sekadar peniruan prosedur. Gambar 1 menampilkan antarmuka permainan dan contoh soal terbuka yang meminta siswa mencari dua bilangan bulat yang hasil kalinya 20 dan menjelaskan cara menemukannya. Kelayakan game divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memastikan kesesuaian pedagogis dan teknisnya. Seluruh aspek penilaian berada pada kategori layak hingga sangat layak (Tabel 1).



Gambar 1. Antarmuka game “KreaTika”: (a) tampilan permainan dengan indikator nyawa, koin, dan kunci; (b) contoh soal aljabar terbuka beserta umpan balik jawaban; (c) indikator kunci

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Validator Ahli	Aspek Penilaian	Skor Rerata (skala 1–5)	Persentase (%)	Kategori
Ahli Materi	Keselarasan Kurikulum	4,33	86,6	Sangat Layak
	Kejelasan Bahasa	4,67	93,4	Sangat Layak
	Ketepatan Matematis	4,33	86,6	Sangat Layak
	Stimulasi Kreativitas	4,00	80,0	Layak
	Rerata (Materi)	4,33	86,6	Sangat Layak
Ahli Media	Desain Antarmuka	4,67	93,4	Sangat Layak
	Interaktivitas	4,33	86,6	Sangat Layak
	Aset Visual	4,80	96,0	Sangat Layak
	Rerata (Media)	4,60	92,0	Sangat Layak
Total Keseluruhan		4,46	89,3	Sangat Layak

Game memperoleh skor rerata total sebesar 89,3% dengan kategori sangat layak. Ahli materi memberikan skor 86,6%, yang menunjukkan keselarasan yang kuat antara konten aljabar, kejelasan bahasa, dan desain tugas yang berorientasi kreativitas. Kejelasan bahasa memperoleh skor tertinggi dari ahli materi (93,4%). Menurut penilaian ahli, hal ini menunjukkan bahwa terminologi dan instruksi matematis dapat dipahami dengan baik oleh siswa SMP. Sebaliknya, aspek stimulasi kreativitas memperoleh skor terendah (80,0%; kategori layak). Skor ini menunjukkan bahwa tugas terbuka telah dirancang cukup memadai untuk memunculkan berpikir divergen, tetapi masih dapat diperkuat.

Ahli media memberikan skor keseluruhan sebesar 92,0%. Aset visual memperoleh skor tertinggi (96,0%), diikuti desain antarmuka (93,4%) dan interaktivitas (86,6%). Hasil ini menunjukkan bahwa aspek teknis berbasis Unity, konsistensi antarmuka, dan interaktivitas dinilai baik oleh ahli media. Dengan demikian, kedua kelompok ahli menilai “KreaTika” layak digunakan dalam pembelajaran.

Tingginya skor kelayakan menunjukkan bahwa pengembangan iteratif dalam model Alessi dan Trollip, yang memadukan telaah ahli dan uji coba pengguna, berperan dalam menghasilkan produk yang selaras secara pedagogis dan teknis (Alessi & Trollip, 2001). Pola ini sejalan dengan temuan Hare et al. (2025) bahwa desain iteratif pada permainan edukatif cerdas dapat meningkatkan pengalaman dan hasil belajar siswa. Hasil serupa dilaporkan oleh Kurnianto et al. (2024) yang mengembangkan media game berbasis komputer untuk materi pola bilangan kelas VIII dan memperoleh kategori sangat valid dari validator ahli. Namun, skor terendah pada aspek stimulasi kreativitas perlu dimaknai secara kritis. Kreativitas matematika tidak hanya bergantung pada tampilan media, tetapi juga pada karakteristik tugas yang diberikan, seperti keterbukaan soal dan ruang bagi beragam jalur penyelesaian (Levenson & Dasuqi, 2025; Potters et al., 2023). Dengan kata lain, kualitas visual dan antarmuka yang tinggi belum menjamin terbentuknya berpikir divergen apabila tugas yang disajikan belum cukup menantang siswa untuk menghasilkan solusi yang beragam dan orisinal.

Implikasinya, penyempurnaan “KreaTika” sebaiknya diarahkan pada penguatan desain tugas, misalnya dengan menambah soal yang menuntut siswa membandingkan beberapa strategi, mengajukan alternatif penyelesaian, atau memperluas jawaban awal. Upaya ini penting karena kreativitas matematika dipahami secara beragam dalam penelitian pendidikan matematika sehingga desain tugas perlu mencerminkan secara eksplisit dimensi kreativitas yang hendak dikembangkan (Joklitschke et al., 2022).

Kepraktisan Game KreaTika

Setelah validasi ahli, kepraktisan game dikaji melalui implementasi di kelas yang melibatkan guru dan siswa. Data kepraktisan dirangkum pada Tabel 2. Guru menilai “KreaTika” dengan skor rerata 4,40 (kategori sangat praktis), dengan skor tertinggi pada keselarasan kurikulum (4,80) dan kejelasan instruksional (4,70).

Tabel 2. Penilaian Kepraktisan oleh Guru dan Siswa

Kelompok Responden	Aspek Penilaian	Skor Rerata (skala 1–5)	Kategori
Guru	Kemudahan Penggunaan	4,00	Praktis
	Kejelasan Instruksional	4,70	Sangat Praktis
	Keselarasan Kurikulum	4,80	Sangat Praktis
	Efisiensi Waktu	4,50	Sangat Praktis
	Kelayakan Pembelajaran	4,30	Sangat Praktis
	Manfaat Pedagogis	4,30	Sangat Praktis
	Rerata Guru	4,40	Sangat Praktis
Siswa (ARCS)	Perhatian (<i>Attention</i>)	3,90	Praktis
	Relevansi (<i>Relevance</i>)	3,80	Praktis
	Keyakinan Diri (<i>Confidence</i>)	3,80	Praktis
	Kepuasan (<i>Satisfaction</i>)	3,90	Praktis
	Rerata Siswa	3,85	Praktis

Aspek kemudahan penggunaan memperoleh skor terendah dari guru (4,00; kategori praktis) sehingga panduan penggunaan bagi guru perlu diperkuat. Secara umum, temuan ini menunjukkan bahwa game sesuai dengan kurikulum dan dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran di kelas. Respons siswa yang diukur menggunakan kerangka motivasi ARCS menghasilkan skor rerata 3,85 (kategori praktis). Dimensi perhatian dan kepuasan memperoleh skor tertinggi (3,90), yang mengindikasikan keterlibatan positif siswa terhadap narasi permainan, tantangan interaktif, dan umpan balik langsung. Sementara itu, dimensi relevansi dan keyakinan diri (3,80) masih dapat ditingkatkan. Secara keseluruhan, game dinilai praktis oleh guru dan siswa serta mendukung lingkungan belajar yang memotivasi bagi siswa SMP.

Perbedaan skor antara guru dan siswa dapat dipahami dari sudut pandang masing-masing pengguna. Guru cenderung menilai kesesuaian media dengan tuntutan kurikulum dan efisiensi pengelolaan kelas, sedangkan siswa menilai pengalaman belajar yang mereka alami secara langsung. Dalam kerangka ARCS, perhatian dan kepuasan berkaitan dengan kemampuan media membangkitkan minat dan memberikan pengalaman keberhasilan, sedangkan relevansi dan keyakinan diri menuntut keterkaitan materi dengan pengalaman siswa serta rasa mampu menyelesaikan tugas (Keller, 2010). Skor relevansi dan keyakinan diri yang relatif lebih rendah mengisyaratkan bahwa sebagian siswa mungkin belum sepenuhnya melihat keterkaitan soal aljabar dengan kehidupan sehari-hari atau belum yakin terhadap kemampuan mereka menyelesaikan soal terbuka. Interpretasi ini masih bersifat dugaan karena penelitian tidak menggali alasan di balik penilaian siswa.

Skor terendah pada aspek kemudahan penggunaan juga relevan dengan tinjauan sistematis Lester et al. (2023) yang mengidentifikasi faktor pendorong dan penghambat pemanfaatan gamifikasi dan pembelajaran berbasis permainan dari perspektif pendidik. Selain itu, Hu et al. (2025) menunjukkan bahwa belajar melalui permainan menuntut siswa mengolah informasi materi sekaligus informasi tentang cara bermain sehingga waktu penyajian informasi memengaruhi kognisi, motivasi, dan emosi siswa. Oleh karena itu, penyediaan panduan

penggunaan, tutorial singkat di awal permainan, dan pengaturan waktu penyajian petunjuk dapat membantu guru dan siswa memusatkan perhatian pada tugas matematika, bukan pada mekanisme permainan. Temuan Chiu et al. (2025) juga menunjukkan bahwa peran guru tetap penting karena teknologi permainan cenderung menghasilkan suasana kelas yang netral, sedangkan pengajaran yang menyenangkan dari guru dapat menciptakan suasana belajar yang lebih positif.

Efektivitas KreaTika terhadap Hasil Belajar Kreativitas Matematika

Efektivitas “KreaTika” dalam meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika dikaji melalui perbandingan kuasi-eksperimen antara kelompok eksperimen ($n = 31$) dan kelompok kontrol ($n = 28$). Peningkatan hasil belajar diukur menggunakan skor N-Gain ternormalisasi, kemudian dianalisis secara inferensial menggunakan uji Mann–Whitney U. Hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan *N-Gain* Hasil Belajar Kreativitas Matematika dan Hasil Uji Mann–Whitney

Kelompok	N	Rerata <i>N-Gain</i>	Std. Deviasi	Kategori	Mann–Whitney U	Sig. (2-tailed)
Eksperimen	31	0,4135	0,117	Sedang	25,000	<0,001
Kontrol	28	0,1297	0,087	Rendah		

Tabel 3 menunjukkan perbedaan peningkatan hasil belajar kreativitas matematika yang nyata antara kedua kelompok. Kelompok eksperimen memperoleh rerata N-Gain sebesar 0,4135 (kategori sedang), sedangkan kelompok kontrol memperoleh 0,1297 (kategori rendah), dengan selisih rerata 0,2838. Uji Mann–Whitney U menghasilkan $U = 25,000$ dengan Asymp. Sig. (2-tailed) $< 0,001$, jauh di bawah taraf signifikansi 0,05.

Dengan demikian, H_0 ditolak. Artinya, terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar kreativitas matematika yang signifikan antara kedua kelompok. Ukuran efek yang dihitung dari nilai U ($r \approx 0,81$) tergolong besar (Cohen, 1988). Rerata peringkat (*mean rank*) kelompok eksperimen (43,19) yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol (15,39) menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar pada kelompok yang menggunakan “KreaTika” lebih besar daripada kelompok yang mengikuti pembelajaran konvensional. Meskipun demikian, rerata N-Gain kelompok eksperimen yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa masih terdapat ruang peningkatan sebelum mencapai kategori tinggi (Hake, 1998).

Temuan ini menunjukkan bahwa “KreaTika” layak, praktis, dan efektif meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika siswa SMP. Skor kelayakan yang tinggi menunjukkan bahwa konten pedagogis dan desain media telah memenuhi standar instruksional sehingga berpikir kreatif dirancang secara sengaja dalam kegiatan pembelajaran, bukan diperlakukan sebagai hasil tambahan. Peningkatan hasil belajar tersebut dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme yang saling berkaitan. Namun, penjelasan ini bersifat interpretatif karena mekanisme tersebut tidak diuji secara langsung dalam penelitian ini.

Pertama, integrasi tugas matematika terbuka dalam lingkungan permainan mendorong siswa menghasilkan berbagai strategi penyelesaian sehingga berpotensi mendukung kelancaran dan keluwesan. Berbeda dari pembelajaran konvensional yang sering menekankan satu jawaban benar, struktur permainan memungkinkan siswa mengeksplorasi pendekatan alternatif dengan risiko kegagalan yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan temuan Levenson dan Dasuqi (2025) bahwa tugas terbuka dapat memunculkan kelancaran dan keluwesan, meskipun wujudnya dipengaruhi oleh cara tugas disajikan dan lingkungan tempat siswa bekerja. Kedua, sistem *scaffolding* adaptif berperan menjaga siswa tetap berada dalam zona perkembangan proksimal (Vygotsky, 1978). Dengan memberikan petunjuk secara bertahap, bukan solusi langsung, game

ini berpotensi mendorong orisinalitas dan elaborasi karena siswa dibimbing untuk menyempurnakan dan memperluas proses penalaran mereka. Penekanan pada penalaran yang dibangun sendiri oleh siswa ini juga selaras dengan kerangka penalaran matematis kreatif (*creative mathematical reasoning*) yang dikaji oleh [Sjaastad \(2025\)](#) pada siswa sekolah dasar kelas awal.

Mekanisme ini sejalan dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* yang menyatakan bahwa elemen interaktif yang dirancang dengan baik dapat mengurangi beban kognitif yang tidak relevan (*extraneous cognitive load*) sekaligus mendorong pemrosesan konseptual yang lebih mendalam ([Mayer, 2021](#)). Meta-analisis [Cromley dan Chen \(2025\)](#) terhadap penelitian Mayer juga menunjukkan bahwa efek permainan dan simulasi kurang konsisten, tetapi cenderung lebih besar pada hasil belajar inferensial dan transfer dibandingkan hasil belajar faktual. Temuan tersebut relevan karena kreativitas matematika menuntut siswa menerapkan konsep aljabar secara fleksibel pada situasi terbuka, bukan sekadar mengingat prosedur. Ketiga, faktor motivasional turut berkontribusi karena skor tinggi pada dimensi perhatian dan kepuasan menunjukkan bahwa elemen gamifikasi menarik minat siswa dan mempertahankan keterlibatan mereka. Menurut model ARCS ([Keller, 2010](#)), kondisi motivasional semacam ini penting untuk menjaga ketekunan dalam menyelesaikan tugas pemecahan masalah yang kompleks. Motivasi diduga berperan sebagai penghubung antara desain interaksi dan capaian hasil belajar, tetapi dugaan ini perlu diuji melalui analisis mediasi pada penelitian selanjutnya.

Jika dibandingkan dengan bukti meta-analitis, besarnya perbedaan peningkatan dalam penelitian ini perlu ditempatkan secara proporsional. Meta-analisis [Cheng dan Weatherly \(2025\)](#) menunjukkan bahwa permainan digital memiliki efek positif tingkat sedang terhadap keterampilan abad ke-21 secara keseluruhan, tetapi efeknya terhadap kreativitas tergolong kecil. [Tokac et al. \(2019\)](#) juga melaporkan bahwa efek pembelajaran berbasis permainan terhadap capaian matematika tergolong kecil dan bervariasi antarpelelitian. Sementara itu, [Kacmaz dan Dubé \(2022\)](#) menegaskan bahwa efek permainan edukatif matematika perlu dipahami dengan mempertimbangkan pendekatan pedagogis dan jenis pengetahuan matematika yang ditargetkan. Dibandingkan dengan temuan tersebut, ukuran efek yang besar dalam penelitian ini dapat mengindikasikan bahwa desain tugas terbuka yang eksplisit memberikan kontribusi yang berarti. Namun, ukuran efek tersebut juga dapat dipengaruhi oleh ukuran sampel yang kecil, penggunaan tes yang disusun peneliti, efek kebaruan, dan perbedaan karakteristik awal kelas yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, temuan ini lebih tepat dipandang sebagai bukti awal yang menjanjikan daripada estimasi efek yang definitif.

Kontribusi, Implikasi, dan Keterbatasan Temuan

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya tentang *mobile learning* dan permainan edukatif, penelitian ini memiliki beberapa keunggulan. Penelitian ini berfokus pada hasil belajar kreativitas matematika, bukan pencapaian atau motivasi secara umum; mengonseptualisasikan kreativitas dalam empat dimensi berpikir divergen; dan dilaksanakan dalam konteks semi-pedesaan dengan infrastruktur teknologi yang terbatas. Penggunaan platform Android menjaga aksesibilitas sekaligus kedalaman pedagogis sehingga menjawab kesenjangan penelitian yang sering lebih memprioritaskan kecanggihan teknologi daripada tujuan instruksional. Alih-alih memperlakukan kreativitas sebagai hasil insidental, “KreaTika” memosisikan berpikir kreatif sebagai tujuan pembelajaran inti yang didukung oleh desain tugas dan mekanisme umpan balik yang disengaja.

Secara teoretis, penelitian ini memperluas pembahasan mengenai hasil belajar kreativitas matematika dengan menunjukkan cara lingkungan pembelajaran digital berbasis permainan mendukung proses berpikir divergen. Secara praktis, temuan ini memberikan contoh model pembelajaran konkret bagi guru untuk menyeimbangkan tuntutan kurikulum dengan peningkatan

hasil belajar berpikir kreatif. Temuan ini juga memberikan panduan bagi pengembang multimedia mengenai pentingnya menanamkan tugas terbuka dan umpan balik adaptif dalam permainan edukatif. Namun, pemanfaatan platform permainan tetap perlu mempertimbangkan kelebihan dan keterbatasannya, sebagaimana ditunjukkan dalam analisis penggunaan Kahoot sebagai media pembelajaran (Sholihah et al., 2023) dan dalam tren penelitian pembelajaran matematika melalui *mobile learning* yang masih terus berkembang (Niño & Gómez, 2022).

Beberapa keterbatasan hasil perlu diakui. Pertama, skor *pre-test* dan *post-test* setiap kelompok tidak dilaporkan sehingga capaian sebelum dan sesudah pembelajaran serta kesetaraan kemampuan awal kedua kelompok tidak dapat dinilai secara langsung. Akibatnya, efektivitas hanya ditunjukkan melalui N-Gain. Kedua, desain tanpa *post-test* tertunda belum memungkinkan penilaian retensi hasil belajar, dan efek kebaruan (*novelty effect*) permainan belum dapat disingkirkan. Ketiga, hasil yang dilaporkan berupa skor kreativitas secara keseluruhan sehingga kontribusi masing-masing dimensi belum dapat dipisahkan. Keterbatasan ini penting karena kajian sistematis menunjukkan bahwa penilaian kreativitas matematika cenderung berfokus pada skor produk, seperti kelancaran, keluwesan, dan orisinalitas, dibandingkan bukti mengenai proses penyelesaian siswa (Sipahi & Bahar, 2025). Keempat, mekanisme yang dibahas di atas, termasuk peran motivasi, belum diuji secara empiris.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa game “KreaTika” sangat layak (skor validasi 89,3%), praktis (sangat praktis menurut guru dengan rerata 4,40 dan praktis menurut siswa dengan rerata 3,85), serta efektif meningkatkan hasil belajar kreativitas matematika siswa kelas VII pada materi aljabar. Peningkatan hasil belajar kelompok eksperimen (N-Gain 0,4135; kategori sedang) secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok kontrol (0,1297; kategori rendah) berdasarkan uji Mann–Whitney U ($p < 0,001$). Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menghasilkan game yang valid, praktis, dan efektif telah tercapai pada konteks yang diteliti. Secara teoretis, temuan ini mendukung pandangan bahwa integrasi pembelajaran berbasis permainan, *scaffolding* adaptif, dan tugas matematika terbuka dalam satu platform *mobile* dapat mendukung berpikir divergen yang mencakup kelancaran, keluwesan, orisinalitas, dan elaborasi.

Secara praktis, guru dan sekolah dengan keterbatasan sumber daya dapat mempertimbangkan pemanfaatan game berbasis Android untuk mendukung pembelajaran aljabar yang menumbuhkan berpikir kreatif, disertai panduan penggunaan bagi guru karena aspek kemudahan penggunaan memperoleh skor terendah. Namun, temuan ini perlu ditafsirkan secara hati-hati karena penelitian dilakukan di satu sekolah dengan desain kuasi-eksperimen selama empat minggu, tanpa pelaporan skor *pre-test* dan *post-test* per kelompok, serta tanpa analisis per dimensi kreativitas. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas pendekatan ini pada berbagai topik matematika, jenjang pendidikan, dan konteks budaya; mengkaji implementasi jangka panjang dan retensi hasil belajar; menganalisis hasil belajar pada tiap dimensi kreativitas; serta menguji peran mediasi motivasi.

Referensi

- Adhikari, Y. (2024). A review of revised Bloom’s taxonomy of educational objectives. *Education Review Journal*, 1(1), 115–126. <https://doi.org/10.3126/erj.v1i1.82852>
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for learning: Methods and development* (3rd ed.). Allyn and Bacon.
- Anggraini, H. I., Nurhayati, N., & Kusumaningrum, S. R. (2021). Penerapan media pembelajaran game matematika berbasis HOTS dengan metode digital game based learning (DGBL) di

- sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(11), 1885–1896. <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i11.356>
- Apriliyanti, S., Kurnia, M. D., Jaja, J., & Hasanudin, C. (2022). Meningkatkan kreativitas siswa SMP dengan menerapkan model pembelajaran mind mapping. *Jurnal Pendidikan dan Sastra Inggris*, 2(3), 9–15. <https://doi.org/10.55606/jupensi.v2i3.645>
- Cheng, C., & Weatherly, K. I. C. H. (2025). Navigating the double-edged sword: A meta-analysis of the effects of digital games on 21st century skills. *Educational Research Review*, 48, Article 100710. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100710>
- Chiu, M.-S., Seah, W. T., Chen, H.-M., & Wan, I.-P. (2025). Valuing pedagogy in implementing an affect-focused mathematics teaching with technology support: Valuing playful teaching vs. game technology. *Education and Information Technologies*, 30(10), 14511–14538. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13363-5>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cromley, J. G., & Chen, R. (2025). A meta-analysis of Richard Mayer’s multimedia learning research: Searching for boundary conditions of design principles across multiple media types. *Educational Research Review*, 49, Article 100730. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100730>
- Dahalan, F., Alias, N., & Shaharom, M. S. N. (2024). Gamification and game based learning for vocational education and training: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 29(2), 1279–1317. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11548-w>
- Gao, F., & Izadpanah, S. (2023). The relationship between computer games and computer self-efficacy with academic engagement: The mediating role of students’ creativity. *Education and Information Technologies*, 28(11), 14229–14248. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11757-x>
- 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>
- Hare, R., Ferguson, S., & Tang, Y. (2025). Enhancing student experience and learning with iterative design in an intelligent educational game. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 551–568. <https://doi.org/10.1111/bjet.13526>
- Hu, Y., Wouters, P., van der Schaaf, M., & Kester, L. (2025). Timing of information presentation matters: Effects on secondary school students’ cognition, motivation and emotion in game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 56(1), 318–338. <https://doi.org/10.1111/bjet.13510>
- Joklitschke, J., Rott, B., & Schindler, M. (2022). Notions of creativity in mathematics education research: A systematic literature review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(6), 1161–1181. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10192-z>
- Kacmaz, G., & Dubé, A. K. (2022). Examining pedagogical approaches and types of mathematics knowledge in educational games: A meta-analysis and critical review. *Educational Research Review*, 35, Article 100428. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100428>
- Kalaka, Y., Mustofa, Y. A., & Dalai, H. (2023). Game edukasi pembelajaran matematika untuk anak-anak sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Banthayo Lo Komputer*, 2(1), 78–82. <https://doi.org/10.37195/balok.v2i1.542>
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3>

- Kurnianto, W. A., Haryanto, & Mandala, A. S. (2024). Development of computer-based media for learning number patterns using Kodu Game to improve student learning outcomes. In Ashadi, A. Triastuti, S. Hidayati, Surono, D. Nurhadiyanto, & O. A. Dewa (Eds.), *The 5th International Conference on Teacher Education and Professional Development (InCoTEPD)* (pp. 339–345).
- Kurnianto, W. A., Wati, F. F., Rizky, A. S., & Edlina, M. N. (2025). Digitalization of higher education: Opportunities and threats (1st edition). *Asia Pacific Journal of Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/02188791.2025.2497176>
- Kurniawan, Y. I., Paramesvari, D. P., & Purnomo, W. H. (2021). Game edukasi pengenalan hewan berdasarkan habitatnya untuk siswa sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(1), 57–66. <https://doi.org/10.54082/jupin.6>
- Kusmaryono, I., Wijayanti, D., & Maharani, H. R. (2022). Number of response options, reliability, validity, and potential bias in the use of the Likert scale education and social science research: A literature review. *International Journal of Educational Methodology*, 8(4), 625–637. <https://doi.org/10.12973/ijem.8.4.625>
- Lester, D., Skulmoski, G. J., Fisher, D. P., Mehrotra, V., Lim, I., Lang, A., & Keogh, J. W. L. (2023). Drivers and barriers to the utilisation of gamification and game-based learning in universities: A systematic review of educators' perspectives. *British Journal of Educational Technology*, 54(6), 1748–1770. <https://doi.org/10.1111/bjet.13311>
- Levenson, E. S., & Dasuqi, A. (2025). Exploring group work on open-ended geometrical tasks: Face-to-face and online. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(6), 1629–1650. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10532-9>
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Niño, F., & Gómez, S. (2022). Trends and research on the teaching and learning of mathematics in higher education institutions through mobile learning. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 14(1), 1–21. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.313596>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Potters, O. T. A., van Schijndel, T. J. P., Jak, S., & Voogt, J. (2023). Two decades of research on children's creativity development during primary education in relation to task characteristics. *Educational Research Review*, 39, Article 100532. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100532>
- Sholihah, I. A., Krenata, N. A. C., & Nisa, N. K. (2023). Analisis keuntungan dan kerugian Kahoot sebagai platform media pembelajaran. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 6(2), 39–44. <https://doi.org/10.21009/JPI.062.06>
- Sipahi, Y., & Bahar, A. K. (2025). Mathematical creativity: A systematic review of definitions, frameworks, and assessment practices. *Education Sciences*, 15(10), Article 1348. <https://doi.org/10.3390/educsci15101348>
- Sjaastad, J. (2025). Applying the creative mathematical reasoning framework in early primary school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(8), 3659–3677. <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10585-4>
- Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 407–420. <https://doi.org/10.1111/jcal.12347>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.