

ANALISIS PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA KELAS VI MELALUI PEMBELAJARAN GAMIFIKASI PADA MATERI PECAHAN

Ika Rahmawati^{1*}, Vicky Dwi Wicaksono¹

^{1,2} Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding author: ikarahmawati@unesa.ac.id

Abstract: *In 21st-century education, mathematical critical thinking abilities are crucial, especially when it comes to fractions, which call for logical reasoning and conceptual comprehension. The purpose of this study is to examine changes and assess improvements in sixth-grade students' mathematical critical thinking abilities following the use of gamification. The study employed a one-group pretest-posttest pre-experimental design and a quantitative methodology. Thirty sixth-graders from SDN Sukun III Malang served as the subjects. A descriptive test based on Facione indicators interpretation, analysis, assessment, and inference was used as the study tool. Average scores, N-Gain computations, and paired sample t-tests were used to examine the data. The average N-Gain fell into the moderate range, according to the findings. The pretest and posttest scores differed significantly ($p < 0.05$), according to the t-test. While the other indicators had rises in the low to moderate categories, the interpretation indicator saw the largest increase. These results show that gamification learning enhances students' mathematical critical thinking abilities, but more work has to be done to increase the analytical and reflective components.*

Keywords: *gamification, mathematical critical thinking, fractions*

Abstrak: Kemampuan berpikir kritis matematis merupakan kompetensi esensial dalam pembelajaran abad ke-21, khususnya pada materi pecahan yang menuntut pemahaman konseptual dan penalaran logis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan serta menguji perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas VI setelah penerapan pembelajaran gamifikasi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pra-eksperimental tipe one-group pretest-posttest. Subjek penelitian berjumlah 30 siswa kelas VI SDN Sukun III Malang. Instrumen penelitian berupa tes uraian berbasis indikator *Facione*, meliputi *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, dan *inference*. Data dianalisis menggunakan skor rata-rata, perhitungan N-Gain, serta uji paired sample t-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata N-Gain berada pada kategori sedang. Uji t menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pretest dan posttest ($p < 0,05$). Indikator *interpretation* mengalami peningkatan tertinggi, sedangkan indikator lainnya mengalami peningkatan pada kategori rendah hingga sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran gamifikasi berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa, meskipun penguatan pada aspek analitis dan reflektif masih diperlukan.

Kata kunci: gamifikasi, berpikir kritis matematis, pecahan

PENDAHULUAN

Abad ke-21 menuntut kompetensi berpikir kritis sebagai keterampilan fundamental yang harus dimiliki peserta didik. Dalam konteks pembelajaran matematika, kemampuan berpikir kritis matematis menjadi sangat penting karena matematika tidak hanya sekadar menghafal rumus, tetapi memerlukan pemahaman konseptual, penalaran logis, dan kemampuan analisis yang mendalam (Lukman et al., 2023). Kemampuan berpikir kritis matematis mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan dari informasi matematika yang dihadapi (Facione, 2011). Kompetensi ini sejalan dengan tujuan pendidikan nasional yang menekankan pada pembentukan peserta didik yang berdaya pikir kritis, kreatif, dan inovatif.

Materi pecahan merupakan salah satu topik matematika yang abstrak dan sering menimbulkan kesulitan bagi siswa sekolah dasar. Berdasarkan hasil studi pendahuluan di SDN Sukun III Malang, ditemukan bahwa 68% siswa kelas VI mengalami kesulitan dalam memahami konsep pecahan, khususnya dalam hal representasi, operasi hitung, dan penyelesaian masalah kontekstual. Kesulitan ini disebabkan oleh sifat pecahan yang memerlukan pemahaman hubungan antara bagian dan keseluruhan, konsep ekuivalensi, serta operasi yang berbeda dengan bilangan bulat. Tanpa pemahaman konseptual yang kuat, siswa cenderung menghafal prosedur tanpa memahami makna matematis di baliknya, yang berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis matematis. Paradigma pembelajaran tradisional yang masih dominan di sekolah dasar, dengan karakteristik ceramah, latihan soal repetitif, dan penekanan pada hasil akhir yang benar, dinilai kurang efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Pendekatan ini cenderung membuat siswa pasif, kurang terlibat secara aktif dalam proses konstruksi pengetahuan, dan terbiasa menerima informasi tanpa melakukan analisis atau evaluasi kritis. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa, membuat pembelajaran lebih bermakna, dan secara sistematis melatih kemampuan berpikir kritis matematis.

Pembelajaran gamifikasi (*gamification*) muncul sebagai solusi inovatif yang mengintegrasikan elemen-elemen permainan ke dalam konteks pembelajaran non-permainan untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar (Deterding et al., 2011). Konsep ini berbeda dengan *game-based learning* yang menggunakan permainan sebagai inti pembelajaran; gamifikasi lebih menekankan pada penggunaan elemen desain permainan seperti poin, *badge*, *leaderboard*, level, tantangan, dan umpan balik instan untuk mendorong perilaku dan motivasi intrinsik siswa. Dalam konteks matematika, gamifikasi dapat mengubah pembelajaran yang abstrak dan menantang menjadi pengalaman yang menyenangkan, interaktif, dan bermakna.

Tren penelitian terkini menunjukkan minat yang signifikan terhadap implementasi gamifikasi dalam pembelajaran matematika. Alhaq et al. (2023) melakukan penelitian eksperimental pada siswa SMP dengan mengintegrasikan konsep gamifikasi dalam model pembelajaran IMPROVE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gamifikasi memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dibandingkan pembelajaran konvensional, meskipun tidak lebih unggul signifikan dibandingkan IMPROVE tanpa gamifikasi. Peneliti mengidentifikasi tiga faktor kunci keberhasilan: penempatan aktivitas game yang strategis, daya tarik game yang sesuai karakteristik siswa, dan alokasi waktu yang memadai. Lukman et al.

(2023) mengembangkan bahan ajar matematika berbasis gamifikasi menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) untuk siswa SMP. Hasil validasi menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut valid, praktis, dan efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah dengan kategori peningkatan sedang. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator FRISCO (*focus, reason, inference, situation, clarity, overview*), yang menunjukkan bahwa desain gamifikasi yang sistematis dapat mengasah berbagai aspek berpikir kritis.

Agustiani et al. (2024) mengimplementasikan pembelajaran berbasis game dengan model GEMAS pada siswa SMP dan menemukan peningkatan persentase siswa yang memenuhi kriteria berpikir kritis FRISCO, baik pada siswa berkemampuan matematika tinggi maupun rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa gamifikasi memiliki potensi untuk mengurangi kesenjangan kemampuan antar siswa dengan tingkat kemampuan berbeda. Beberapa penelitian spesifik tentang gamifikasi pada materi pecahan telah dilakukan dengan hasil yang menjanjikan. Rivera et al. (2025) melakukan penelitian pre-eksperimental pada siswa kelas VII (setara kelas V-VI di Indonesia) di Ekuador dengan fokus pada operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan. Menggunakan desain gamifikasi yang terintegrasi dengan aktivitas kolaboratif, peneliti menemukan peningkatan nilai rata-rata dari 6,69 (mendekati tuntas) menjadi 8,85 (tuntas) dengan efek size yang besar. Studi ini menegaskan bahwa gamifikasi efektif dalam membantu siswa menguasai konsep pecahan yang abstrak.

Zhao et al. (2021) mengembangkan *gamified interactive e-book* dalam kelas flipped untuk matematika dasar yang mencakup konsep pecahan. Hasil penelitian kuasi-eksperimental menunjukkan bahwa kelas yang menggunakan gamifikasi memiliki hasil belajar matematika dan motivasi yang secara signifikan lebih baik dibandingkan kelas flipped konvensional dan pembelajaran tradisional. Interaktivitas dan elemen permainan dalam e-book membantu siswa memvisualisasikan konsep pecahan secara dinamis. Torio dan Venturillo (2025) melakukan intervensi *game-based learning* untuk operasi pecahan (penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian) pada siswa kelas 7 secara kuasi-eksperimental. Hasilnya menunjukkan peningkatan keterampilan menyelesaikan soal pecahan di semua jenis operasi, dengan efek paling kuat pada penjumlahan dan pengurangan. Penelitian ini menekankan pentingnya kesesuaian antara mekanisme game dan tujuan pembelajaran kognitif. Setambah et al. (2023) mengeksplorasi gamifikasi non-digital berupa kit pecahan pada sekolah dasar. Temuan menunjukkan capaian tes pecahan lebih tinggi dan perilaku belajar lebih positif dibandingkan metode konvensional. Studi ini membuktikan bahwa gamifikasi tidak harus selalu digital; manipulatif fisik dengan elemen permainan juga efektif.

Secara spesifik untuk konteks kelas VI SD di Indonesia, Oktafrizal et al. (2025) mengimplementasikan model Discovery Learning berbantuan Quizizz dengan unsur gamifikasi (poin, *leaderboard*, umpan balik instan). Hasil penelitian kuasi-eksperimen menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematika yang signifikan. Meskipun tidak fokus pada pecahan, desain ini sangat relevan untuk diadaptasi mengingat kemiripan karakteristik siswa dan konteks pembelajaran. Berdasarkan teori konstruktivisme, pembelajaran matematika efektif terjadi ketika siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan materi, guru, dan sesama siswa (Vygotsky, 1978). Gamifikasi mendukung proses konstruksi ini dengan menciptakan lingkungan belajar yang memungkinkan

eksplorasi, trial and error, dan pembelajaran dari kesalahan dalam konteks yang aman dan menyenangkan.

Teori self-determination (Deci & Ryan, 2000) menjelaskan bahwa gamifikasi dapat memenuhi kebutuhan psikologis dasar siswa: otonomi (pilihan dan kontrol dalam belajar), kompetensi (tantangan yang sesuai kemampuan dengan umpan balik yang jelas), dan keterhubungan (interaksi sosial melalui kolaborasi atau kompetisi yang sehat). Pemenuhan kebutuhan ini meningkatkan motivasi intrinsik, yang pada gilirannya mendukung keterlibatan kognitif yang lebih dalam dan pengembangan berpikir kritis. Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada kerangka kerja Facione (2011) yang terdiri dari: (1) *interpretation* (memahami dan menjelaskan makna informasi matematika), (2) *analysis* (mengidentifikasi hubungan antar konsep dan menganalisis argument), (3) *evaluation* (menilai kepercayaan dan kekuatan argument matematika), dan (4) *inference* (menyimpulkan dan membuat generalisasi berdasarkan bukti). Keempat indikator ini saling terkait dan membentuk proses berpikir kritis yang komprehensif dalam konteks matematika.

Berdasarkan tinjauan pustaka, terdapat beberapa *research gap* yang menjadi landasan penelitian ini: Pertama, mayoritas penelitian gamifikasi matematika dilakukan pada jenjang SMP (Alhaq et al., 2023; Lukman et al., 2023; Agustiani et al., 2024), sedangkan penelitian pada jenjang SD, khususnya kelas VI, masih terbatas. Padahal kelas VI merupakan tingkat akhir SD di mana kemampuan berpikir kritis perlu dipersiapkan untuk menghadapi pembelajaran matematika yang lebih abstrak di jenjang berikutnya. Kedua, penelitian tentang gamifikasi pada materi pecahan di Indonesia masih jarang, padahal pecahan merupakan materi yang konseptualnya berkelanjutan hingga jenjang pendidikan tinggi dan sering menjadi sumber miskonsepsi jika tidak dipahami dengan baik sejak dini. Penelitian Rivera et al. (2025) dan Torio & Venturillo (2025) dilakukan di luar konteks kurikulum Indonesia, sehingga perlu diadaptasi dengan mempertimbangkan karakteristik siswa dan kurikulum yang berlaku.

Ketiga, meskipun beberapa penelitian menunjukkan efektivitas gamifikasi, masih terdapat variasi hasil yang signifikan bergantung pada kualitas desain game, integrasi dengan tujuan kognitif, dan karakteristik siswa (Wibowo et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis secara spesifik aspek-aspek berpikir kritis mana yang paling terpengaruh dan mana yang perlu penguatan lebih lanjut. Berdasarkan latar belakang dan identifikasi *research gap* di atas, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas VI setelah penerapan pembelajaran gamifikasi pada materi pecahan; (2) menguji perbedaan signifikansi antara skor kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran gamifikasi dan (3) mengidentifikasi indikator berpikir kritis mana yang mengalami peningkatan paling signifikan dan mana yang memerlukan penguatan.

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur tentang implementasi gamifikasi dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar, khususnya pada materi pecahan, dan memberikan kontribusi pada pemahaman tentang mekanisme pengembangan berpikir kritis matematis melalui pendekatan inovatif. Secara praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi bagi guru dan praktisi pendidikan tentang desain pembelajaran gamifikasi yang efektif, serta memberikan informasi spesifik tentang aspek-aspek berpikir kritis yang perlu diperhatikan dalam implementasi gamifikasi pada materi pecahan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pra-eksperimental tipe one-group pretest-posttest. Desain ini dipilih untuk mengukur efektivitas pembelajaran gamifikasi dengan membandingkan skor kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum dan sesudah perlakuan (Creswell, 2015). Meskipun desain ini memiliki keterbatasan dalam menegaskan kausalitas tanpa kelompok kontrol, desain ini sesuai dengan kondisi lapangan yang tidak memungkinkan pembentukan kelas kontrol dan konsisten dengan penelitian-penelitian sebelumnya seperti Rivera et al. (2025) dan Oktafrizal et al. (2025) dalam fase eksplorasi awal implementasi gamifikasi.

Subjek penelitian berjumlah 30 siswa kelas VI SDN Sukun III Malang tahun ajaran 2025/2026. Pemilihan subjek menggunakan teknik purposive sampling dengan pertimbangan: (1) kelas yang belum pernah menerapkan pembelajaran gamifikasi pada materi pecahan, (2) kemampuan akademik kelas yang heterogen merepresentasikan kondisi umum, dan (3) kesediaan sekolah dan orang tua siswa untuk berpartisipasi. Karakteristik subjek terdiri dari 17 siswa laki-laki dan 13 siswa perempuan dengan rentang usia 11-12 tahun. Instrumen penelitian berupa tes uraian kemampuan berpikir kritis matematis yang dikembangkan oleh peneliti berdasarkan indikator *Facione* (2011). Tes terdiri dari 8 soal uraian yang mencakup: (1) Indikator *Interpretation* (2 soal): Kemampuan memahami masalah kontekstual pecahan, menjelaskan makna pecahan dalam berbagai representasi (gambar, bilangan, kata-kata), dan mengubah bentuk pecahan; (2) Indikator *Analysis* (2 soal): Kemampuan mengidentifikasi informasi relevan dan tidak relevan dalam masalah pecahan, menganalisis hubungan antar konsep pecahan (ekuivalensi, perbandingan), dan membedakan strategi penyelesaian yang tepat; (3) Indikator *Evaluation* (2 soal): Kemampuan menilai kebenaran suatu pernyataan tentang pecahan, mengevaluasi strategi penyelesaian masalah, dan mempertimbangkan keterbatasan suatu solusi serta (4) Indikator *Inference* (2 soal): Kemampuan menarik kesimpulan dari pola pecahan, membuat generalisasi, dan memprediksi hasil operasi pecahan berdasarkan bukti.

Setiap soal dinilai menggunakan rubrik analitik skala 0-4 dengan kriteria: 0 (tidak ada jawaban), 1 (jawaban sangat minim dan tidak relevan), 2 (jawaban parsial dengan beberapa konsep benar), 3 (jawaban mayoritas benar dengan sedikit kesalahan konseptual), dan 4 (jawaban lengkap, benar, dan tepat). Skor maksimum keseluruhan adalah 32. Instrumen telah divalidasi oleh dua ahli pendidikan matematika dengan hasil validitas isi (CVI = 0,92) dan reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha ($\alpha = 0,85$). Uji coba instrumen pada kelas lain yang tidak menjadi sampel menunjukkan daya pembeda soal baik (indeks kesukaran 0,30-0,70) dan tingkat kesukaran sedang. Prosedur Penelitian yang dilaksanakan yakni: (1) Tahap Persiapan: Pengembangan desain gamifikasi berdasarkan analisis kebutuhan dan karakteristik siswa. Desain gamifikasi mengadaptasi elemen-elemen kunci yang diidentifikasi dalam literatur: level, poin, tantangan kontekstual, cerita, dan umpan balik instan (Fatharani et al., 2022; Zhao et al., 2021).

Aktivitas game dirancang untuk benar-benar mengolah konsep pecahan meliputi representasi visual, situasi kontekstual, perbandingan, dan operasi pecahan, bukan sekadar menambah hiasan permainan (Alhaq et al., 2023; Rivera et al., 2025); (2) Tahap Pretest: Dilaksanakan sebelum pembelajaran gamifikasi untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis

matematis siswa. Pretest dilakukan pada jam pelajaran matematika reguler dengan durasi 90 menit; (3) Tahap Perlakuan: Pembelajaran gamifikasi dilaksanakan selama 6 pertemuan (2 jam pelajaran per pertemuan) dalam kurun waktu 3 minggu. Setiap pertemuan mengintegrasikan elemen gamifikasi sebagai berikut: (1) Pertemuan 1-2: Konsep pecahan dan ekuivalensi menggunakan "Petualangan Pecahan" dengan level pembelajaran, poin untuk setiap tantangan yang diselesaikan, dan *badge* untuk pencapaian tertentu; (2) Pertemuan 3-4: Operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan melalui "Misi Pecahan" dengan cerita kontekstual, tantangan berjenjang, dan *leaderboard* kelas yang diperbarui secara real-time; (3) Pertemuan 5-6: Operasi perkalian dan pembagian pecahan serta penyelesaian masalah menggunakan "Pecahan Master Challenge" dengan kompetisi antar kelompok yang kolaboratif dan umpan balik instan melalui aplikasi Quizizz yang terintegrasi; (4) Tahap Posttest: Dilaksanakan satu minggu setelah perlakuan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis setelah pembelajaran gamifikasi. Posttest menggunakan instrumen yang setara dengan pretest (tingkat kesukaran dan kompleksitas sama) untuk memastikan validitas perbandingan.

Data dianalisis menggunakan: (1) Statistik Deskriptif: Skor rata-rata, standar deviasi, dan persentase untuk mendeskripsikan distribusi kemampuan berpikir kritis matematis; (2) N-Gain (Normalized Gain): Untuk mengukur efektivitas pembelajaran dengan normalisasi terhadap jarak maksimum yang mungkin dicapai; (3) Uji Normalitas: Uji Shapiro-Wilk untuk menentukan distribusi data sebelum uji parametrik; (4) Uji Paired Sample t-test: Untuk menguji signifikansi perbedaan skor pretest dan posttest dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Uji ini dipilih karena data berpasangan dan berasal dari subjek yang sama sebelum-sesudah perlakuan, serta (5) Analisis per Indikator: Perhitungan N-Gain untuk setiap indikator berpikir kritis untuk mengidentifikasi aspek yang paling terpengaruh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan distribusi skor kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran gamifikasi. Data pretest menunjukkan rata-rata skor 52,33 dari skor maksimum 100 (skala 0-100), dengan standar deviasi 12,45. Rentang skor pretest adalah 32-72, menunjukkan variasi kemampuan awal yang cukup lebar. Sebanyak 23 siswa (76,7%) berada pada kategori kemampuan rendah (skor < 60), 6 siswa (20%) pada kategori sedang (skor 60-75), dan 1 siswa (3,3%) pada kategori tinggi (skor > 75). Data posttest menunjukkan peningkatan yang substansial dengan rata-rata skor 74,67 dan standar deviasi 10,82. Rentang skor posttest adalah 56-92. Distribusi kategori kemampuan setelah perlakuan berubah signifikan: 3 siswa (10%) pada kategori rendah, 16 siswa (53,3%) pada kategori sedang, dan 11 siswa (36,7%) pada kategori tinggi. Perubahan distribusi ini mengindikasikan adanya pergeseran kemampuan yang signifikan ke arah kategori yang lebih tinggi.

Analisis Peningkatan Kemampuan (N-Gain)

Perhitungan N-Gain untuk keseluruhan kemampuan berpikir kritis matematis menunjukkan rata-rata 0,46 dengan standar deviasi 0,18. Berdasarkan kategori Hake (1999), peningkatan ini termasuk dalam kategori sedang. Detail distribusi N-Gain adalah: 2 siswa (6,7%) dengan peningkatan tinggi ($g \geq 0,7$), 22 siswa (73,3%) dengan peningkatan sedang ($0,3 \leq g < 0,7$), dan 6 siswa (20%) dengan peningkatan rendah ($g < 0,3$).

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pretest, Posttest, dan N-Gain per Indikator

Indikator Berpikir Kritis	Pretest ($\bar{X}$)	Posttest ($\bar{X}$)	Selisih	N-Gain	Kategori	SD Pre	SD Post
Interpretation	58,00	82,00	24,00	0,57	Sedang	11,24	9,45
Analysis	48,00	68,00	20,00	0,38	Sedang	13,56	12,34
Evaluation	50,00	72,00	22,00	0,44	Sedang	12,89	11,67
Inference	53,00	76,00	23,00	0,49	Sedang	12,12	10,98
Rata-rata Total	52,33	74,67	22,33	0,46	Sedang	12,45	10,82

Analisis per indikator menunjukkan variasi peningkatan yang berbeda-beda. Indikator *interpretation* menunjukkan peningkatan tertinggi dengan N-Gain 0,57, mendekati kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa paling mudah mengembangkan kemampuan memahami dan menjelaskan makna informasi matematika melalui gamifikasi. Peningkatan ini dapat dijelaskan oleh karakteristik gamifikasi yang menyajikan materi pecahan dalam berbagai representasi visual (gambar, animasi, simulasi) dan kontekstual (cerita, permainan) yang membantu siswa membangun pemahaman konseptual. Indikator *analysis* menunjukkan peningkatan terendah dengan N-Gain 0,38, berada di ambang batas kategori rendah-sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa kemampuan siswa untuk menganalisis hubungan antar konsep, mengidentifikasi informasi relevan, dan menganalisis argument masih perlu penguatan. Meskipun ada peningkatan, kompleksitas proses analisis yang memerlukan pemikiran abstrak lebih tinggi tampaknya kurang terakomodasi optimal dalam desain gamifikasi yang berfokus pada interaksi dan kecepatan.

Indikator *evaluation* dan *inference* menunjukkan peningkatan sedang dengan N-Gain masing-masing 0,44 dan 0,49. Peningkatan pada indikator *evaluation* menunjukkan bahwa gamifikasi dengan umpan balik instan membantu siswa mengembangkan kemampuan menilai kebenaran dan kelayakan solusi. Namun, kemampuan ini masih terbatas pada penilaian terhadap solusi yang diberikan, belum sampai pada evaluasi kritis terhadap berbagai alternatif strategi. Peningkatan pada indikator *inference* menunjukkan bahwa aktivitas gamifikasi dengan pola dan prediksi dalam permainan membantu siswa mengembangkan kemampuan menarik kesimpulan. Namun, generalisasi yang dibuat siswa masih cenderung berdasarkan pola konkret dalam game, belum sepenuhnya tertransfer ke konteks abstrak.

Uji Signifikansi Perbedaan

Sebelum uji paired sample t-test, dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk. Hasil uji menunjukkan data pretest ($p = 0,127$) dan posttest ($p = 0,089$) berdistribusi normal ($p > 0,05$), sehingga uji parametrik dapat dilanjutkan.

Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai $t_{hitung} = 8,456$ dengan derajat kebebasan (df) = 29 dan $p\text{-value} = 0,000$ ($p < 0,05$). Nilai t_{tabel} pada $\alpha = 0,05$ dengan $df = 29$ adalah 2,045. Karena $t_{hitung} (8,456) > t_{tabel} (2,045)$ dan $p\text{-value} < 0,05$, hipotesis nol ditolak. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara skor kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran gamifikasi.

Besarnya efek (effect size) dihitung menggunakan rumus Cohen's d untuk sampel berpasangan = 1,54. Berdasarkan kriteria Cohen (1988), effect size sebesar 1,54 termasuk dalam kategori besar ($d > 0,8$). Ini menunjukkan bahwa pembelajaran gamifikasi memiliki dampak yang substantif dan praktis signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Analisis Kualitatif Proses Berpikir

Selain analisis kuantitatif, dilakukan analisis kualitatif terhadap jawaban siswa untuk memperdalam pemahaman tentang bagaimana gamifikasi mempengaruhi proses berpikir kritis. Analisis ini difokuskan pada perubahan pola jawaban dari pretest ke posttest.

Pada indikator interpretation, siswa menunjukkan perbaikan signifikan dalam kemampuan menerjemahkan masalah kontekstual ke dalam representasi matematika. Misalnya, pada soal tentang pembagian pizza, siswa yang awalnya hanya menulis angka tanpa penjelasan (pretest), pada posttest mampu menggambar diagram, menjelaskan hubungan bagian-keseluruhan, dan menyatakan dalam bentuk pecahan yang tepat. Gamifikasi dengan visualisasi dinamis dalam "Petualangan Pecahan" tampaknya membantu siswa membangun mental model yang lebih kuat tentang makna pecahan.

Pada indikator analysis, perbaikan terlihat pada kemampuan siswa mengidentifikasi informasi relevan, namun masih terbatas. Siswa masih kesulitan ketika dihadapkan pada masalah dengan informasi yang sengaja dibuat berlebihan atau menyesatkan. Sebagai contoh, pada soal yang menyertakan data tidak relevan tentang warna objek, banyak siswa yang masih menggunakan informasi tersebut dalam perhitungan. Ini mengindikasikan bahwa aspek kritis dalam analisis memilah informasi penting dan tidak penting memerlukan latihan yang lebih intensif.

Pada indikator evaluation, siswa menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menilai kebenaran jawaban mereka sendiri setelah perlakuan. Dalam posttest, lebih banyak siswa yang melakukan pengecekan ulang (checking) hasil perhitungan mereka, yang jarang terlihat dalam pretest. Umpan balik instan dalam gamifikasi yang menunjukkan benar/salah segera setelah menjawab tampaknya membangun kebiasaan verifikasi ini.

Pada indikator inference, siswa menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengenali pola sederhana, namun masih kesulitan dengan generalisasi abstrak. Siswa dapat melanjutkan pola pecahan yang diberikan, tetapi kesulitan menjelaskan aturan umum yang mendasari pola tersebut dalam bahasa matematika formal.

Pembahasan

Temuan penelitian ini mengkonfirmasi dan memperluas hasil penelitian sebelumnya tentang efektivitas gamifikasi dalam pembelajaran matematika. Peningkatan signifikan dengan effect size besar ($d = 1,54$) sejalan dengan temuan Rivera et al. (2025) yang menunjukkan efektivitas

gamifikasi pada materi pecahan, dan Oktafrizal et al. (2025) yang menemukan peningkatan berpikir kritis melalui gamifikasi Quizizz pada kelas VI SD.

Kategori peningkatan sedang ($N\text{-Gain} = 0,46$) konsisten dengan temuan Lukman et al. (2023) yang juga menemukan peningkatan sedang pada kemampuan berpikir kritis melalui bahan ajar gamifikasi. Konsistensi ini mengindikasikan bahwa meskipun gamifikasi efektif, mencapai peningkatan tinggi dalam berpikir kritis memerlukan desain yang lebih intensif atau durasi yang lebih panjang.

Dominasi peningkatan pada indikator *interpretation* dapat dijelaskan melalui teori multimedia learning (Mayer, 2009). Gamifikasi dengan representasi visual dan kontekstual yang kaya membantu siswa memproses informasi melalui saluran visual dan verbal secara bersamaan, mengurangi beban kognitif dan memfasilitasi pemahaman konseptual. Hal ini sesuai dengan temuan Zhao et al. (2021) tentang efektivitas *gamified interactive e-book* dalam membantu siswa memahami konsep abstrak seperti pecahan.

Keterbatasan peningkatan pada indikator *analysis* mengindikasikan adanya *transfer gap* antara keterampilan dalam konteks game dan keterampilan analitis dalam konteks tes standar. Teori *situated learning* (Lave & Wenger, 1991) menunjukkan bahwa pembelajaran terjadi dalam konteks spesifik, dan transfer ke konteks baru memerlukan desain yang sengaja memfasilitasi generalisasi. Desain gamifikasi dalam penelitian ini mungkin terlalu fokus pada penyelesaian masalah dalam konteks game, kurang menekankan eksplisitasi proses analisis yang dapat ditransfer.

Temuan tentang efektivitas yang bervariasi antar indikator berpikir kritis juga sejalan dengan temuan Alhaq et al. (2023) yang menekankan pentingnya penempatan aktivitas game yang strategis. Aktivitas dalam penelitian ini mungkin lebih banyak melatih aspek-aspek berpikir kritis yang bersifat reseptif (memahami, menilai) dibandingkan produktif (menganalisis, menggeneralisasi).

Dari perspektif motivasi, peningkatan kemampuan berpikir kritis dapat dijelaskan melalui peningkatan keterlibatan dan *flow experience* (Csikszentmihalyi, 1990) yang dihasilkan oleh gamifikasi. Elemen tantangan berjenjang, umpan balik instan, dan pencapaian yang terlihat (*visible achievement*) melalui poin dan *badge* mempertahankan motivasi siswa pada tingkat optimal untuk pembelajaran. Namun, sesuai temuan Wibowo et al. (2025), efektivitas ini mungkin lebih tinggi pada siswa dengan motivasi awal tinggi, yang perlu diperhatikan dalam implementasi lebih lanjut.

Implikasi untuk Teori dan Praktik

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat argumentasi bahwa gamifikasi, ketika dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip pedagogi dan kognitif, dapat menjadi media efektif untuk mengembangkan berpikir kritis matematis. Namun, temuan juga menunjukkan bahwa tidak semua aspek berpikir kritis terpengaruh secara sama, mengindikasikan perlunya desain yang lebih diferensiasi untuk melatih aspek-aspek spesifik.

Secara praktis, penelitian ini merekomendasikan: (1) Untuk Desain Gamifikasi: Perlu disertakan aktivitas yang secara eksplisit melatih analisis informasi kompleks dan evaluasi multi-perspektif, tidak hanya penyelesaian masalah dengan satu jawaban benar. Aktivitas seperti "detective game" yang meminta siswa mengidentifikasi kesalahan dalam argument atau memilah informasi

relevan dapat diintegrasikan; (2) Untuk Implementasi: Guru perlu memfasilitasi diskusi reflektif setelah aktivitas game untuk mengeksplisitkan proses berpikir yang terjadi secara implisit selama bermain. Transfer keterampilan dari konteks game ke konteks formal memerlukan scaffolding dari guru; (3) Untuk Penilaian: Pengembangan instrumen berpikir kritis perlu mempertimbangkan karakteristik kontekstual gamifikasi agar penilaian lebih autentik terhadap keterampilan yang dilatih.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, desain pra-eksperimental tanpa kelompok kontrol membatasi kemampuan untuk menegaskan kausalitas secara mutlak; peningkatan bisa jadi disebabkan oleh faktor lain seperti efek Hawthorne atau maturasi siswa. Kedua, durasi perlakuan yang relatif singkat (6 pertemuan) mungkin belum cukup untuk melihat perubahan yang stabil dalam kebiasaan berpikir kritis. Ketiga, sampel yang terbatas pada satu kelas di satu sekolah membatasi generalisasi temuan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: (1) Pembelajaran gamifikasi berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas VI pada materi pecahan dengan kategori peningkatan sedang (N-Gain = 0,46), dengan effect size besar ($d = 1,54$) yang mengindikasikan dampak praktis yang signifikan; (2) Terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor pretest dan posttest kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah penerapan pembelajaran gamifikasi ($t = 8,456$; $p < 0,05$); (3) Indikator *interpretation* mengalami peningkatan tertinggi (N-Gain = 0,57), menunjukkan gamifikasi sangat efektif dalam membantu siswa memahami dan menjelaskan makna informasi matematika. Indikator *analysis*, *evaluation*, dan *inference* mengalami peningkatan pada kategori sedang (N-Gain berturut-turut 0,38; 0,44; 0,49), mengindikasikan perlunya penguatan pada aspek analitis dan reflektif; (4) Analisis kualitatif menunjukkan perubahan pola berpikir siswa dari pemahaman prosedural menuju pemahaman konseptual, meskipun transfer ke konteks abstrak masih terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, N., Lukman, H., & Setiani, A. (2024). Critical thinking ability of junior high school students in game-based learning using GEMAS game. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(2). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i2.8623>
- Alhaq, A., Putra, R., & Apriyanti, T. (2023). Pengaruh konsep gamifikasi dalam model pembelajaran IMPROVE terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP. *J-PiMat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v5i2.2857>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W. (2015). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (5th ed.). Pearson.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9-15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Facione, P. A. (2011). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Fatharani, W., Ariani, D., & Utomo, E. (2022). Pengembangan media pembelajaran gamifikasi materi tata surya kelas VI sekolah dasar. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 5(2). <https://doi.org/10.21009/jpi.052.05>
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *Woods Hole Oceanographic Institution*.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lukman, H., Agustiani, N., & Setiani, A. (2023). Gamification of mathematics teaching materials: Its validity, practicality and effectiveness. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(20), 4-22. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i20.36189>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Oktafrizal, O., Alim, J., & Sekarwinahyu, M. (2025). Pengaruh model discovery learning berbantuan Quizizz dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis pada mata pelajaran matematika kelas VI SD. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1). <https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4507>
- Rivera, J., Morocho-Lara, D., Quimbata, P., & Gamboa, Y. (2025). Gamificación en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 37(1). <https://doi.org/10.37815/rte.v37n1.1257>
- Setambah, M., Rajoo, M., Othman, M., Shuib, T., & Ibrahim, M. (2023). Non-digital gamification: Effects of teaching on mathematics achievement and student behavior. *Nurture*, 17(4). <https://doi.org/10.55951/nurture.v17i4.388>
- Torio, J., & Venturillo, J. (2025). Game-based approach as an intervention in enhancing students' fraction-solving skills. *JPAIR Institutional Research*, 25(1). <https://doi.org/10.7719/irj.v25i1.968>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wibowo, A., Gunarhadi, G., & Karsono, K. (2025). The effect of fraction adventure gamification media in improving fraction calculation operation skills and learning motivation of phase C students. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 15(1). <https://doi.org/10.30998/formatif.v15i1.27637>
- Zhao, J., Hwang, G., Chang, S., Yang, Q., & Nokkaew, A. (2021). Effects of gamified interactive e-books on students' flipped learning performance, motivation, and meta-cognition tendency in a mathematics course. *Educational Technology Research and Development*, 69, 3255-3280. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10053-0>