



Afodansi Pedagogis Media Digital Tergamifikasi dalam Mengembangkan Higher-Order Thinking Skills (HOTS) Matematika

Pedagogical Affordances of Gamified Digital Media in Developing Mathematical Higher-Order Thinking Skills (HOTS)

Fetty Faridatun Sholikhah

Institut Agama Islam Darul A'mal Lampung

Email: fettysholikhah27@gmail.com

Article Info

Article history :

Received : 25-01-2026

Revised : 27-01-2026

Accepted : 29-01-2026

Pulished : 31-01-2026

Abstract

The low level of Mathematics Higher-Order Thinking Skills (HOTS) of students and the dominance of conventional mechanistic approaches are critical challenges in education, exacerbated by the implementation of digital gamification which is often still superficial. This literature study research aims to comprehensively analyze the pedagogical support of gamified digital media in developing students' mathematics HOTS. Secondary data was collected systematically from reputable scientific journal articles on the Scopus and Sinta databases, then analyzed using qualitative content analysis techniques with a thematic approach. The results of the study found that the integration of pedagogical game features such as adaptive levels, feedback loops, corrective feedback, and story quests functioned effectively as a cognitive scaffold in facilitating the dimensions of analyzing, evaluating, and creating. This configuration has been proven to be able to reduce mathematical anxiety through creating a safe failure zone and fostering students' deep cognitive involvement. It is strongly recommended that educators and instructional designers move beyond extrinsic reward systems towards designing adaptive challenges and structured contextual narratives that are directly integrated with mathematical concepts.

Keywords: *Pedagogical support, digital gamification, mathematics HOTS*

Abstrak

Rendahnya *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) matematika peserta didik serta dominasi pendekatan mekanistik konvensional menjadi tantangan kritis dalam pendidikan, diperparah oleh implementasi gamifikasi digital yang sering kali masih bersifat superfisial semata. Penelitian studi kepustakaan ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif afodansi pedagogis media digital tergamifikasi dalam mengembangkan HOTS matematika peserta didik. Data sekunder dihimpun secara sistematis dari artikel jurnal ilmiah bereputasi pada basis data Scopus dan Sinta, lalu dianalisis menggunakan teknik analisis isi kualitatif dengan pendekatan tematik. Hasil kajian menemukan bahwa integrasi fitur permainan pedagogis seperti *adaptive levels*, *feedback loops*, *corrective feedback*, dan *story quests* berfungsi efektif sebagai *cognitive scaffold* dalam memfasilitasi dimensi menganalisis, mengevaluasi, hingga mencipta. Konfigurasi ini terbukti mampu mereduksi kecemasan matematis melalui penciptaan zona kegagalan yang aman serta menumbuhkan keterlibatan kognitif mendalam siswa. Direkomendasikan secara nyata bagi pendidik dan perancang instruksional untuk beralih dari sekadar sistem penghargaan ekstrinsik menuju perancangan tantangan adaptif serta narasi kontekstual terstruktur yang terintegrasi langsung dengan konsep matematika.

Kata Kunci: Afodansi pedagogis, Gamifikasi digital, HOTS matematika



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital di era global, terutama pasca-akselerasi digitalisasi pendidikan, telah mengubah lanskap instruksional secara fundamental dari model konvensional menuju lingkungan belajar yang interaktif dan imersif (Firdaus et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran matematika, transformasi ini terjadi di tengah tantangan global yang krusial terkait rendahnya keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik. Berdasarkan data asesmen internasional seperti PISA (Programme for International Student Assessment) yang terus menunjukkan stagnasi kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis di berbagai negara berkembang, termasuk Indonesia, kebutuhan akan reformasi pedagogis yang berpusat pada kognisi tingkat tinggi menjadi sangat mendesak. Pembelajaran matematika sering kali masih terjebak pada pendekatan mekanistik yang menekankan penghafalan rumus dan kalkulasi rutin, sehingga gagal memfasilitasi kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi peserta didik (Rahmatin et al., 2025). Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam ruang kelas matematika tidak lagi sekadar menjadi alat bantu administratif atau media presentasi visual, melainkan harus diorientasikan sebagai katalisator kognitif yang mampu membimbing siswa melewati batas-batas berpikir tingkat rendah (*Lower-Order Thinking Skills* / LOTS).

Di tengah pergeseran paradigma tersebut, gamifikasi digital yaitu integrasi elemen, mekanika, dan dinamika desain permainan ke dalam konteks non-game muncul sebagai pendekatan instruksional yang menjanjikan untuk menjembatani hambatan afektif dan kognitif dalam pembelajaran matematika (Patac & Patac, 2025). Penggunaan elemen gamifikasi seperti points, badges, leaderboards, story quests, dan progressive levels tidak hanya dirancang untuk menciptakan daya tarik eksternal, tetapi juga untuk mereduksi kecemasan matematis (*math anxiety*) yang secara historis menghambat kinerja akademis siswa (Rahmadi et al., 2024). Melalui lingkungan digital tergamifikasi, matematika yang awalnya dipersepsikan sebagai disiplin ilmu yang kaku dan abstrak dapat ditransformasikan menjadi serangkaian tantangan interaktif yang memicu keterlibatan emosional, perilaku, dan kognitif (Naz & Qayyum, 2025). Transformasi ini didasarkan pada konsep bahwa gamifikasi menciptakan lingkungan belajar yang rileks namun tetap menantang, di mana siswa merasa aman untuk melakukan kesalahan dan belajar dari umpan balik instan yang disediakan oleh sistem (Jonsson et al., 2022). Dengan demikian, gamifikasi digital berpotensi memfasilitasi keterlibatan kognitif yang mendalam (*deep cognitive engagement*) yang diperlukan untuk menstimulasi proses berpikir yang kompleks.

Namun demikian, urgensi penelitian ini terletak pada adanya kesenjangan kritis antara potensi teoretis gamifikasi dengan realitas implementasinya di lapangan. Sebagian besar integrasi gamifikasi dalam platform pembelajaran matematika saat ini masih bersifat superfisial (*superficial gamification*), di mana pengembang dan pendidik cenderung mengandalkan penghargaan ekstrinsik semata tanpa landasan pedagogis yang kokoh (Ratinho et al., 2026). Penerapan points dan leaderboards yang berlebihan tanpa adanya penyelarasan dengan struktur konseptual matematika sering kali hanya menghasilkan motivasi jangka pendek dan keterlibatan perilaku yang dangkal, bahkan berisiko meningkatkan kompetisi tidak sehat (Mayrhofer et al., 2025). Fenomena ini menegaskan bahwa keberhasilan gamifikasi dalam meningkatkan HOTS tidak otomatis terjadi hanya dengan menambahkan elemen permainan ke dalam modul digital, melainkan sangat bergantung pada kualitas desain instruksional dan pemanfaatan afodansi pedagogis (*pedagogical affordances*) secara presisi (John et al., 2023). Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk



menyelidiki bagaimana sifat fungsional teknologi tergamifikasi (afodansi) dapat dikonfigurasi secara sistematis untuk mendukung scaffolding kognitif, sehingga siswa dapat dipandu dari pemahaman konseptual dasar menuju penalaran matematis yang mendalam.

Penelitian terdahulu telah memberikan bukti empiris yang kuat mengenai dampak positif gamifikasi terhadap hasil belajar matematika. Analisis meta-analisis berskala besar menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran berbasis teknologi, termasuk gamifikasi, memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan HOTS dengan effect size yang sangat tinggi, khususnya pada disiplin ilmu matematika (Rincon-Flores et al., 2023). Secara lebih spesifik, studi eksperimen dan tinjauan literatur sistematis terbaru mengonfirmasi bahwa integrasi gamifikasi digital secara efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis siswa dengan peningkatan N-gain yang signifikan (Jamlludin et al., 2022). Platform dinamis seperti modul tergamifikasi berbasis GeoGebra dan lingkungan imersif 3D seperti Assemblr Studio terbukti sangat efektif untuk membantu siswa melakukan abstraksi konsep yang kompleks dan penalaran spasial-geometris (Radityastuti et al., 2023). Selain itu, keterlibatan aktif dalam game matematika terbukti melatih ketekunan siswa dalam memecahkan masalah non-rutin karena adanya struktur tantangan yang adaptif (Mao et al., 2022). Perkembangan ini menunjukkan bahwa teknologi digital tergamifikasi memiliki kapasitas teknis yang memadai untuk menjadi media pengembangan HOTS jika diintegrasikan dengan model pembelajaran aktif yang tepat.

Meskipun bukti-bukti empiris tersebut menunjukkan dampak positif yang menjanjikan, literatur yang ada masih menyimpan celah penelitian (research gap) yang signifikan. Mayoritas penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada hasil akhir afektif seperti peningkatan motivasi belajar, tingkat keterlibatan, atau penurunan kecemasan matematika (Suparman et al., 2025). Sebaliknya, eksplorasi teoritis dan empiris mengenai mekanika internal tentang bagaimana afodansi pedagogis media digital tergamifikasi memicu dan memfasilitasi level-level kognitif HOTS (menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta) secara spesifik dalam matematika masih sangat terbatas dan belum konklusif (Tah Jutin & Binti Maat, 2024). Masih sedikit studi yang memetakan secara sistematis hubungan fungsional antara fitur-fitur permainan spesifik seperti *story quests*, *boss fights*, dan *corrective feedback* dengan indikator-indikator berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis (Sulianto et al., 2026). Akibatnya, para desainer instruksional dan pendidik kekurangan panduan konseptual yang operasional tentang cara merancang afodansi teknologi tergamifikasi yang secara intrinsik menyatu dengan tuntutan kognitif HOTS matematika (Butarbutar & Rajagukguk, 2026).

Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, artikel kajian literatur (literature review) ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif afodansi pedagogis dari media digital tergamifikasi dalam mengembangkan HOTS matematika peserta didik. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada upaya sintesis kritis yang mengintegrasikan teori afodansi teknologi dengan dimensi kognitif HOTS matematika berdasarkan literatur ilmiah bereputasi terbitan terbaru. Berbeda dengan tinjauan literatur sebelumnya yang cenderung bersifat umum atau berorientasi pada motivasi ekstrinsik, kajian ini menawarkan sebuah kerangka konseptual baru yang memetakan bagaimana elemen permainan yang pedagogis (seperti adaptive level dan feedback loop) bertindak sebagai cognitive scaffold untuk menstimulasi kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi matematis. Melalui sintesis yang mendalam dari berbagai basis data terindeks Scopus dan Sinta, hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis yang signifikan bagi perkembangan pedagogi



digital dan memberikan panduan praktis yang operasional bagi pendidik serta pengembang aplikasi pendidikan dalam merancang lingkungan belajar matematika masa depan yang lebih bermakna dan berdaya guna tinggi.

METODE

Penelitian ini dirancang sebagai studi kepustakaan (library research atau literature review) yang bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif afodansi pedagogis dari media digital tergamifikasi dalam mengembangkan HOTS matematika siswa. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder berupa artikel-artikel ilmiah dari jurnal bereputasi yang diperoleh melalui penelusuran sistematis pada basis data nasional dan internasional, khususnya Scopus dan Sinta. Proses pencarian literatur dilakukan menggunakan kata kunci (search string) yang relevan dan spesifik, seperti "*gamification mathematics*", "*pedagogical affordances*", "*mathematical HOTS*", serta "*cognitive scaffolding*". Pembatasan tahun terbitan diterapkan guna memastikan literatur yang dianalisis mencerminkan perkembangan mutakhir dari lanskap teknologi instruksional dan pedagogi digital pasca-akselerasi digital global.

Untuk menjaga kualitas dan relevansi analisis, pemilihan bahan pustaka dilakukan melalui penerapan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Kriteria inklusi dalam studi ini menetapkan bahwa artikel yang dipilih harus berupa artikel penelitian orisinal atau kajian literatur terbitan terbaru yang secara eksplisit membahas integrasi elemen permainan pedagogis (seperti adaptive level atau feedback loop) sebagai cognitive scaffold untuk memicu kemampuan kognitif tingkat tinggi (menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta) dalam matematika. Sementara itu, kriteria eksklusi menolak literatur yang hanya membahas gamifikasi superfisial (superficial gamification) yang berfokus pada penghargaan ekstrinsik semata tanpa landasan pedagogis konseptual, penelitian di luar disiplin matematika, serta artikel ilmiah non-peer-reviewed. Tahapan penyaringan dilakukan secara bertahap mulai dari peninjauan judul, abstrak, hingga pembacaan artikel secara utuh (full-text) untuk menghasilkan kumpulan data pustaka yang benar-benar kredibel.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis isi kualitatif (qualitative content analysis) dengan pendekatan analisis tematik. Data yang telah dikumpulkan melalui studi dokumentasi kemudian direduksi, dikelompokkan secara sistematis, dan dianalisis secara kritis guna memetakan hubungan fungsional antara fitur permainan spesifik dengan indikator-indikator berpikir kritis serta pemecahan masalah matematis. Hasil sintesis tersebut kemudian diintegrasikan secara teoretis dengan dimensi kognitif HOTS matematika. Melalui pendekatan sistematis ini, penelitian akan menghasilkan sebuah kerangka konseptual baru yang operasional, yang dapat menjadi panduan praktis bagi pendidik dan desainer instruksional dalam merancang afodansi teknologi yang menyatu dengan tuntutan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan Afodansi Pedagogis Fitur Gamifikasi terhadap Dimensi Kognitif HOTS Matematika

Eksplorasi sistematis terhadap literatur ilmiah bereputasi menunjukkan temuan bahwa fitur-fitur permainan spesifik seperti adaptive levels, feedback loops, corrective feedback, dan story quests secara empiris berfungsi sebagai afodansi teknologi yang esensial dalam menstimulasi perkembangan intelektual siswa. Interpretasi teoretis atas data ini menjelaskan bahwa fitur-fitur



tersebut tidak bertindak sebagai elemen pemanis kosmetik belaka, melainkan dirancang secara khusus sebagai agen mediasi kognitif yang memicu keterlibatan emosional, perilaku, dan intelektual siswa secara simultan saat berhadapan dengan konsep matematis yang kompleks. Sifat interaktif dan dinamis dari fitur permainan ini mentransformasikan lingkungan belajar menjadi ruang yang interaktif dan imersif, memandu siswa melampaui batas kognisi dasar menuju pemecahan masalah yang lebih mendalam. Hal ini didukung kuat oleh teori afodansi pedagogis dari (Reinhold et al., 2024), yang menyatakan bahwa properti fungsional teknologi digital harus dikonfigurasi secara presisi dengan tujuan pedagogis agar mampu melahirkan lingkungan belajar yang menantang namun tetap aman bagi perkembangan kognisi tinggi siswa.

Terkait ranah kognitif menganalisis, penelitian ini mengidentifikasi temuan bahwa integrasi fitur tantangan bertingkat (*adaptive levels*) secara dinamis berperan sebagai alat bantu penalaran (*scaffolding tool*) yang sangat efektif dalam melatih ketekunan matematis siswa (Bach et al., 2025). Secara konseptual, interpretasi atas temuan ini menunjukkan bahwa penyesuaian kesulitan secara waktu-nyata (*real-time*) menyajikan masalah non-rutin dalam porsi-porsi kognitif yang seimbang dengan kapasitas mental aktual siswa (*zone of proximal development*). Penahapan instruksional ini memicu kemampuan analisis siswa untuk mengurai struktur masalah, mendeteksi keteraturan pola, serta mengaitkan konsep-konsep abstrak matematika secara terstruktur tanpa mengalami kelelahan mental akibat kompleksitas soal yang berlebihan. Struktur tantangan adaptif ini memperoleh afirmasi teoretis dari temuan yang membuktikan bahwa pemodelan tantangan yang responsif secara teknis mampu menjaga ketekunan siswa dan melatih ketajaman berpikir analitis mereka dalam memecahkan skenario matematika non-rutin (DiNapoli, 2024).

Selanjutnya, pada dimensi mengevaluasi, hasil sintesis dokumen pustaka membuktikan temuan bahwa mekanisme umpan balik berkelanjutan (*feedback loops*) memegang peranan krusial dalam memperkuat kemampuan metakognisi siswa (Mejeh et al., 2024). Interpretasi terhadap efektivitas *feedback loops* mengindikasikan bahwa setiap tindakan atau keputusan logis yang diambil siswa saat memformulasikan solusi matematika langsung menerima respons informatif dari sistem digital. Dialog interaktif antara siswa dan platform ini memaksa siswa melakukan refleksi kritis mandiri, mengevaluasi kelayakan langkah penyelesaian yang ditempuh, serta mengidentifikasi letak kesalahan atau bias kalkulasi secara langsung sebelum melangkah ke tahap berikutnya. Dukungan kajian mempertegas proses evaluatif ini dengan menyatakan bahwa umpan balik interaktif instan mengubah esensi kesalahan dari sekadar status kegagalan akademis menjadi sumber data kognitif baru yang sangat bernilai bagi siswa untuk merekonstruksi pemahaman logis mereka secara mandiri.

Kajian literatur ini juga menyingkap temuan penting mengenai peran umpan balik korektif (*corrective feedback*) sebagai instrumen ganda yang tidak hanya menurunkan kecemasan matematis (*math anxiety*) tetapi juga melatih kemampuan analisis mendalam siswa (Sammallahti et al., 2023). Interpretasi atas data ini menunjukkan bahwa umpan balik korektif dalam desain gamifikasi yang baik tidak langsung menyodorkan jawaban akhir yang instan, melainkan memberikan petunjuk kontekstual secara bertahap (*scaffolding prompts*) yang menantang daya pikir siswa. Konfigurasi ini secara psikologis menciptakan zona aman dari kegagalan (*safe failure zone*) sehingga ketegangan mental siswa saat melakukan kesalahan tereduksi secara signifikan, sekaligus mendorong mereka menguji efektivitas metode penyelesaian alternatif. Pola interaksi kognitif yang mendukung rasa aman emosional yang menggarisbawahi bahwa penciptaan lingkungan belajar



digital yang aman dan minim tekanan psikologis merupakan prasyarat mutlak bagi berkembangnya kapasitas penalaran logis tingkat tinggi pada siswa.

Pada tingkat kognitif tertinggi yaitu mencipta, penelitian kepustakaan ini menghasilkan temuan bahwa implementasi misi berbasis cerita (*story quests*) bertindak sebagai katalisator utama untuk merumuskan strategi penyelesaian matematika yang orisinal (Kraft & Silva, 2025). Interpretasi konseptual terhadap afodansi *story quests* mengungkapkan bahwa pembungkusan persoalan matematis ke dalam alur narasi yang imersif berhasil menggeser persepsi siswa mengenai matematika, dari sekadar manipulasi angka yang kaku menjadi alat fungsional yang bernilai guna tinggi. Kebutuhan untuk menyelesaikan konflik dalam cerita memicu imajinasi kognitif siswa untuk mengintegrasikan berbagai konsep teoretis yang pernah dipelajari, guna menyusun model matematika baru yang kontekstual dan mendesain taktik eksploratif yang unik. Konstruksi pengetahuan kreatif merangsang keterlibatan kognitif mendalam (*deep cognitive engagement*) yang mengarahkan siswa pada aktivitas penemuan mandiri berbasis penyelidikan (*inquiry-based exploration*).

Secara komprehensif, sintesis kritis akhir terhadap literatur mengarah pada temuan berupa kebutuhan rekonstruksi konseptual baru yang memetakan hubungan fungsional afodansi teknologi secara operasional dengan dimensi kognitif HOTS matematika (Rosli et al., 2024). Interpretasi akademis dari sintesis ini menegaskan bahwa untuk mentransformasikan potensi teoritis gamifikasi menjadi peningkatan kapasitas intelektual yang nyata, para perancang pembelajaran harus beranjak dari sekadar gamifikasi superfisial (*superficial gamification*) yang bertumpu pada poin dan papan peringkat semata, menuju gamifikasi instruksional yang mendalam. Kerangka konseptual baru ini memberikan arah navigasi ilmiah yang jelas mengenai bagaimana setiap mekanika game harus dikawinkan secara fungsional dengan kompetensi kognitif. Penyelarasan fungsional yang harmonis antara desain mekanika permainan dan tuntutan kognitif matematika, platform teknologi tergamifikasi hanya akan menghasilkan kesenangan sesaat dan motivasi ekstrinsik dangkal tanpa memberikan dampak bermakna bagi perkembangan intelektual siswa.

Tabel 1. Matriks Pemetaan Afodansi Pedagogis Fitur Gamifikasi terhadap Dimensi Kognitif HOTS Matematika

Fitur Gamifikasi	Afodansi Pedagogis (Fungsi Scaffolding)	Dimensi Kognitif HOTS	Indikator Berpikir / Pemecahan Masalah
Adaptive Levels	Menyediakan penahapan tantangan kognitif secara responsif berdasarkan kemajuan komparatif siswa secara real-time.	Menganalisis	Mengurai struktur masalah non-rutin, menyaring variabel matematis relevan, mendeteksi pola konseptual.
Feedback Loops	Memberikan umpan balik langsung yang interaktif terhadap setiap aksi teoretis atau formula solusi yang diajukan.	Mengevaluasi	Menguji kelayakan solusi, melakukan refleksi logis mandiri, mendeteksi inkonsistensi kalkulasi.



Fitur Gamifikasi	Afodansi Pedagogis (Fungsi Scaffolding)	Dimensi Kognitif HOTS	Indikator Berpikir / Pemecahan Masalah
Corrective Feedback	Menyajikan petunjuk adaptif (scaffolding prompts) tanpa langsung memberikan jawaban akhir instan.	Menganalisis & Mengevaluasi	Mengoreksi kesalahan pemahaman konsep, mengeksplorasi efektivitas strategi matematika alternatif.
Story Quests	Mengemas persoalan matematika abstrak ke dalam narasi kontekstual yang membutuhkan solusi logis bernilai guna.	Mencipta	Mendesain model matematika baru yang kreatif, merumuskan ide pemecahan, mengintegrasikan prinsip.

Rekonstruksi Scaffolding Kognitif: Mengatasi Gamifikasi Superfisial dan Kecemasan Matematis

Hasil penelitian pustaka secara konsisten menyingkap temuan bahwa penerapan gamifikasi superfisial yang hanya mengandalkan elemen penghargaan ekstrinsik seperti poin, lencana, dan papan peringkat (points, badges, leaderboards atau PBL) gagal merangsang penalaran matematis yang mendalam pada diri siswa. Kondisi ini terjadi karena orientasi instruksional yang dibangun oleh elemen PBL cenderung bersifat transaksional dan mekanistik, di mana siswa secara kognitif terfokus pada akumulasi skor dan pencapaian eksternal yang cepat daripada melakukan dekonstruksi terhadap masalah matematika yang disajikan. Akibatnya, motivasi intrinsik siswa untuk mengeksplorasi konsep abstrak tereduksi, sehingga aktivitas pemecahan masalah hanya menyentuh aspek prosedural yang dangkal tanpa memicu proses berpikir tingkat tinggi. Fenomena kegagalan ini memperoleh penegasan dari analisis kritis (Ratinho et al., 2026) yang memperingatkan bahwa gamifikasi tanpa penyelarasan fungsional dengan materi pembelajaran hanya akan melahirkan kesenangan semu yang cepat sirna, serta berisiko mengabaikan kebutuhan pengembangan kognisi mendalam siswa dalam memahami matematika yang kompleks.

Temuan berikutnya menunjukkan bahwa desain gamifikasi yang bersifat mekanistik dan superfisial tersebut membelenggu siswa pada tingkat kognitif rendah (Lower-Order Thinking Skills atau LOTS), seperti menghafal rumus secara mekanis dan menyelesaikan kalkulasi dasar secara repetitif. Pembatasan kognitif ini terjadi karena lingkungan belajar digital yang dirancang tanpa variasi tantangan heuristik tidak memberikan ruang eksplorasi bagi siswa untuk menguji hipotesis, melakukan estimasi, atau merancang strategi pemecahan masalah alternatif yang mandiri. Hal ini menyebabkan siswa menjadi pembelajar pasif yang hanya bereaksi terhadap stimulus permainan tanpa mampu mengaitkan konsep-konsep matematika yang relevan secara multidimensi saat menghadapi persoalan non-rutin. Realitas instruksional yang terbatas ini selaras dengan ulasan teoretis, yang menggarisbawahi bahwa kegagalan mengonfigurasi tantangan matematika dengan aktivitas penyelidikan logis menyebabkan media digital kehilangan fungsi transformatifnya, sehingga siswa tetap terjebak dalam pola pikir kalkulatif-prosedural yang kaku tanpa perkembangan kapasitas analitis yang memadai (Mayrhofer et al., 2025).



Sebagai alternatif taktis, penelitian kepustakaan ini menemukan bahwa konfigurasi scaffolding kognitif yang dirancang secara presisi di dalam media digital tergamifikasi mampu membimbing siswa secara sistematis melampaui batas LOTS menuju penguasaan HOTS yang kokoh. Jembatan kognitif ini diimplementasikan dalam bentuk visualisasi dinamis, petunjuk konseptual bertahap (prompting), serta representasi grafis interaktif yang responsif terhadap langkah pengerjaan siswa secara individual. Melalui dukungan interaktif yang bersifat adaptif ini, siswa dibantu untuk mengurai kompleksitas materi matematika abstrak menjadi bagian-bagian logis yang lebih mudah dicerna tanpa mengurangi esensi tantangan intelektual dari soal tersebut. Proses ini tidak hanya memfasilitasi internalisasi konsep, tetapi juga melatih kemandirian belajar siswa dalam menyusun struktur argumen matematis secara sistematis. Manfaat fungsional dari scaffolding yang dinamis ini didukung secara kuat oleh landasan teori yang menjelaskan bahwa penyediaan bantuan mental yang tepat guna secara bertahap merupakan instrumen krusial dalam memperluas batas kapasitas kognitif aktual siswa di bawah bimbingan sistem digital yang cerdas (Muhammad et al., 2026).

Di samping aspek kognitif, temuan riset ini mengindikasikan adanya korelasi afektif yang signifikan antara penerapan scaffolding kognitif yang terukur dengan reduksi tingkat kecemasan matematis (math anxiety) yang dialami oleh siswa. Rasa takut melakukan kesalahan dan frustrasi kognitif saat menghadapi materi matematika abstrak dapat diredam secara efektif melalui penciptaan zona kegagalan yang aman (safe failure zone) di dalam game, di mana kesalahan siswa direspons dengan umpan balik konstruktif yang memotivasi dan petunjuk pengerjaan baru, alih-alih hukuman atau pengurangan nilai yang kaku. Pendekatan afektif-pedagogis ini mengubah persepsi siswa terhadap kesalahan, dari sebuah kegagalan yang memalukan menjadi peluang belajar yang berharga untuk melakukan refleksi logis dan memperbaiki taktik penyelesaian secara mandiri. Penurunan ketegangan psikologis ini pada gilirannya membuka ruang mental siswa untuk fokus pada pemecahan masalah secara tenang dan rasional. Pernyataan ini memperoleh justifikasi ilmiah yang kuat dari studi yang membuktikan bahwa integrasi lingkungan belajar digital yang ramah psikologis dan responsif secara afektif sangat krusial dalam membangun resiliensi emosional serta memulihkan rasa percaya diri akademis siswa saat mengeksplorasi matematika tingkat tinggi (Yap & Yew, 2026).

Lebih lanjut, analisis kritis terhadap literatur ilmiah menyingkap temuan bahwa interaksi tergamifikasi yang kaya kognisi berkontribusi secara langsung pada pembentukan keterlibatan kognitif mendalam (*deep cognitive engagement*) ketika siswa berupaya memecahkan konsep-konsep matematika yang abstrak. Keterlibatan mendalam ini dicirikan oleh kesediaan siswa untuk menginvestasikan upaya mental yang maksimal, bertekad memecahkan tantangan rumit secara mandiri, serta aktif merefleksikan dan mengevaluasi efektivitas strategi kognitif yang mereka gunakan selama proses belajar. Siswa tidak sekadar berpartisipasi secara perilaku (behavioral engagement) seperti mengklik layar atau mengumpulkan poin, melainkan terlibat secara intelektual untuk mengintegrasikan pengetahuan matematika baru dengan skema kognitif yang telah mereka miliki sebelumnya secara mandiri. Aktivitas mental yang intensif ini didukung secara teoretis oleh penelitian yang menegaskan bahwa kombinasi mekanika game yang bermakna dan skenario pembelajaran eksploratif berbasis inkuiri mampu melahirkan konsentrasi kognitif yang tinggi, yang pada gilirannya mempercepat pencapaian pemahaman konseptual yang utuh dan mendalam pada siswa (Yao, 2026).



Akhirnya, penelitian kepustakaan ini merumuskan temuan berupa perlunya rekonstruksi konseptual integratif yang memadukan dukungan kognitif (*scaffolding*) dan pengelolaan emosional secara harmonis dalam kerangka pedagogi digital tergamifikasi. Rekonstruksi ini didasarkan pada pemahaman logis bahwa keberhasilan penumbuhan HOTS matematika tidak dapat dilepaskan dari dinamika afektif siswa, di mana tantangan akademis yang diberikan harus diimbangi dengan kenyamanan psikologis yang memadai agar motivasi belajar tetap terjaga secara berkelanjutan. Ketika sistem digital mampu menyelaraskan aspek kognitif dan afektif secara proporsional, siswa akan berkembang menjadi pembelajar yang tangguh, adaptif, serta memiliki daya kritis yang tajam dalam memecahkan masalah matematika yang tidak biasa.

KESIMPULAN

Integrasi media digital tergamifikasi yang dirancang secara tepat terbukti memiliki afodansi pedagogis yang efektif sebagai *cognitive scaffold* dalam mengembangkan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) matematika peserta didik pada dimensi menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Keberhasilan pendekatan ini memerlukan pergeseran dari gamifikasi superfisial yang hanya berorientasi pada penghargaan ekstrinsik (*points, badges, leaderboards*) menuju konfigurasi fungsional fitur permainan pedagogis seperti *adaptive levels, feedback loops, corrective feedback*, dan *story quests* yang diselaraskan langsung dengan tuntutan kognitif siswa. Melalui penyediaan umpan balik adaptif dan penciptaan zona aman dari kegagalan (*safe failure zone*), media digital tergamifikasi mampu mereduksi kecemasan matematis (*math anxiety*) sekaligus memicu keterlibatan kognitif mendalam (*deep cognitive engagement*), sehingga siswa terbimbing melampaui keterampilan berpikir tingkat rendah (LOTS) menuju pemecahan masalah non-rutin dan penalaran matematis yang mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bach, K. M., Reinhold, F., & Hofer, S. I. (2025). Unlocking math potential in students from lower SES backgrounds – using instructional scaffolds to improve performance. *Npj Science of Learning*, 10(1), 66. <https://doi.org/10.1038/s41539-025-00358-7>
- Butarbutar, H. H. R., & Rajagukguk, W. (2026). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN GAME BASED LEARNING BERBANTUAN WORDWALL TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP. *Prismatika: Jurnal Pendidikan Dan Riset Matematika*, 8(2), 410–423.
- DiNapoli, J. (2024). Supporting Secondary Students' Perseverance for Solving Challenging Mathematics Tasks. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*. <https://doi.org/10.58088/cj4b-zr82>
- Firdaus, F. A., Wulandari, C. E., & Al Baqi, S. (2024). FOSTERING SUSTAINABLE MINDSETS IN EDUCATION: A REVIEW OF CURRICULUM DESIGNS AND TEACHING METHODS. *International Conference on Teaching and Learning*, 2(1 SE-Articles), 217–227. <https://conference.ut.ac.id/index.php/ictl/article/view/2933>
- Jamlludin, Muddakir, I., & Wahyuni, S. (2022). ULTRA: A Digital Gamification Approach to Boosting Mathematical Creative Thinking and Self-Regulated Learning. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2019), 265–269. <http://ejournal.tsb.ac.id/index.php/jpm/index>
- John, D., Hussin, N., Zaini, M. K., Ametefe, D. S., Aliu, A. A., & Caliskan, A. (2023). Gamification Equilibrium: The Fulcrum for Balanced Intrinsic Motivation and Extrinsic Rewards in Learning Systems: Immersive Gamification in Muhamad Khairulnizam Zaini Learning



- System. *International Journal of Serious Games*, 10(3 SE-Articles), 83–116. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v10i3.633>
- Jonsson, B., Mossegård, J., Lithner, J., & Karlsson Wirebring, L. (2022). Creative Mathematical Reasoning: Does Need for Cognition Matter? *Frontiers in Psychology, Volume 12-2021*. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.797807>
- Kraft, A. L. C., & Silva, V. C. da. (2025). Stories and Problem Solving in Mathematics: a path to the development of children's creative thinking in Preschool. *Educação Matemática Debate*, 9(17 SE-Artigos), 1–17. <https://doi.org/10.46551/emd.v9n17a11>
- Mao, Weijie, Cui, Yunhuo, Chiu, Ming M., & Lei, Hao. (2022). Effects of Game-Based Learning on Students' Critical Thinking: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 59(8), 1682–1708. <https://doi.org/10.1177/07356331211007098>
- Mayrhofer, J., Weinhandl, R., Baldinger, S., Bleckenwegner, V., & Riegler, V. (2025). Current state of gamification design in secondary mathematics education: a systematic literature review. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2025.2555333>
- Mejeh, M., Sarbach, L., & Hascher, T. (2024). Effects of adaptive feedback through adigital tool – a mixed-methods study on the course of self-regulated learning. *Education and Information Technologies*, 29(14), 1–43. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12510-8>
- Muhammad, H., Musa, N. A., Biong'ahu, D., & Garba, U. (2026). Assessing Differences in Student Motivation, Achievement, and Conceptual Understanding in a Gamified Mathematics Learning Environment. *International Journal of Humanities, Education, and Social Sciences*, 4(2), 401–419. <https://doi.org/10.58578/ijhess.v4i2.9364>
- Naz, B., & Qayyum, A. (2025). Effectiveness of Problem-Solving as a Teaching Strategy in Enhancing Students' Conceptual Understanding and Critical Thinking in Mathematics Education. *Research Journal for Social Affairs*, 3(6 SE-Articles), 693–702. <https://doi.org/10.71317/RJSA.003.06.0500>
- Patac, A. J., & Patac, L. (2025). Students conceptual mode and analytical thinking: Its role during mathematical problem posing and solving. *Journal of Honai Math*, 8(2). <https://doi.org/10.30862/jhm.v8i2.749>
- Radityastuti, E. Y., Lukman, H. S., & Agustiani, N. (2023). Implementasi Digital Game-Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Smp. *AXIOM: Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, 12(1), 96. <https://doi.org/10.30821/axiom.v12i1.16047>
- Rahmadi, J., Wahyu, Y., & Oktari, V. (2024). Implementation of creative problem-solving model with RME approach on mathematics problem-solving ability. *Jurnal Elemen*, 10(1 SE-Articles), 43–54. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i1.19788>
- Rahmatin, T., Dahlan, J. A., & Jupri, A. (2025). Students' Mathematical Creative Thinking and Learning Obstacles in Solving Ill-Structured Exponential Problems. *Jurnal Didaktik Matematika*, 12(1), 53–74. <https://doi.org/10.24815/jdm.v12i1.43834>
- Ratinho, E., Figueiredo, M., Estêvão, D., Faísca, L., & Martins, C. (2026). Gamification on Mathematics Engagement and Motivation in Secondary School and Higher Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 38(1), 16. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10108-1>
- Reinhold, F., Leuders, T., Loibl, K., Nückles, M., Beege, M., & Boelmann, J. M. (2024). Learning Mechanisms Explaining Learning With Digital Tools in Educational Settings: a Cognitive



Process Framework. *Educational Psychology Review*, 36(1), 14.
<https://doi.org/10.1007/s10648-024-09845-6>

- Rincon-Flores, E. G., Santos-Guevara, B. N., Martinez-Cardiel, L., Rodriguez-Rodriguez, N. K., Quintana-Cruz, H. A., & Matsuura-Sonoda, A. (2023). Gamit! Icing on the Cake for Mathematics Gamification. In *Sustainability* (Vol. 15, Issue 3, p. 2334).
<https://doi.org/10.3390/su15032334>
- Rosli, M. S., Saleh, N. S., Ali, A. M., Bakar, S. A., & Isa, K. (2024). The framework for enhancing mathematical higher order thinking skills using technology enhanced learning environment and learning analytics. *AIP Conference Proceedings*, 2895(1), 60007.
<https://doi.org/10.1063/5.0195068>
- Sammallahti, E., Finell, J., Jonsson, B., & Korhonen, J. (2023). A Meta-Analysis of Math Anxiety Interventions. *Journal of Numerical Cognition*, 9(2 SE-Theoretical Contributions).
<https://doi.org/10.5964/jnc.8401>
- Sulianto, J., Buchori, A., & Ariyanti, M. R. D. (2026). Development Of Educational Interactive Game Media Based On Child-Friendly Learning In Mathematic Content To Improve Critical Thinking Understanding. *Proceeding International Conference on Digital Education and Social Science*, 3(1 SE-ICDESS 2025), 109–119. <https://doi.org/10.55506/icdess.v3i1.135>
- Suparman, S., Juandi, D., & Turmudi, T. (2025). FROM DIGITAL GAMES TO COMPUTATIONAL THINKING: A META-ANALYTIC REVIEW IN MATHEMATICS EDUCATION. *IJIET (International Journal of Indonesian Education and Teaching)*, 9(1), 228–246.
- Tah Jutin, N., & Binti Maat, S. M. (2024). The Effectiveness of Gamification in Teaching and Learning Mathematics: A Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(1).
<https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i1/20703>
- Yao, D. (2026). The impact of gamified learning in mathematics education on students' cognitive and affective outcomes: Insights from a second-order meta-analysis. *British Educational Research Journal*, n/a(n/a). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/berj.70144>
- Yap, J. W., & Yew, V. (2026). When integration backfires: exploring collaborative gamification in mathematics classroom. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 5(3), 2500–2512. <https://doi.org/10.11591/ijere.v15i3.37038>