VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AKSEL BERBASIS GAMIFIKASI UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI MICROSOFT EXCEL SISWA SMAN

Muthmainnah Mursidin[1], Abna Mufid Kadir[2], Inar[3], Jihan Fakhirah Arif[4]
Universitas Islam Makassar, Indonesia
e-mail: muthmainnahmursidin.dty@uim-makassar.ac.id, abnamufidk@gmail.com, inar09385@gmail.com, jihan9285@gmail.com

Diterima: *23/10/2026*; Direvisi: *17/11/2026*; Diterbitkan: *25/11/2026*

ABSTRAK

Kemampuan mengolah data dan menggunakan aplikasi spreadsheet, khususnya Microsoft Excel, merupakan keterampilan digital penting yang perlu dikuasai siswa sebagai bekal memasuki dunia kerja. Namun, pengukuran awal pada 32 siswa kelas XII-8 UPT SMAN 6 Makassar menunjukkan rerata nilai 49,69/100, dengan kesulitan terutama pada fungsi logika dan integrasi rumus. Kajian permainan digital untuk pembelajaran Excel telah dilakukan pada pendidikan tinggi, sedangkan penerapannya pada siswa SMA yang dinilai melalui tes dan praktik masih perlu ditelaah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan, menerapkan, dan mengevaluasi AKSEL (Arena Keterampilan Spreadsheet dan Eksplorasi Logika), media pembelajaran Microsoft Excel berbasis gamifikasi. Penelitian menggunakan rancangan praeksperimental satu kelompok pretest–posttest pada seluruh 32 siswa, dengan tes awal pada 1 Oktober 2026 dan tes akhir pada 8 Oktober 2026. Evaluasi dilengkapi praktik Excel, angket, observasi, dan catatan progres misi. AKSEL menyediakan 14 materi dan 20 misi dalam lima wilayah. Rerata nilai tes meningkat dari 49,69 menjadi 82,81 (selisih 33,13 poin); 31 siswa meningkat dan satu tetap, dengan $t(31) = 13{,}37$; $p < 0{,}001$ dan rerata N-gain individu 0,648 (sedang). Rerata praktik mencapai 85,18/100, angket pengalaman 4,17/5, observasi 2,98/4, dan progres misi 14,91/20. Hasil menunjukkan peningkatan capaian tes pada kelas yang diteliti disertai pengalaman penggunaan yang positif. Tanpa kelompok pembanding, peningkatan tersebut tidak dapat diatribusikan hanya pada AKSEL. Temuan menjadi dasar penguatan fungsi logika, ketepatan referensi sel, dan dukungan belajar bertahap.

Kata Kunci: *AKSEL; gamifikasi; Microsoft Excel; pembelajaran mendalam; asesmen formatif*

ABSTRACT

Data processing and spreadsheet application skills, particularly proficiency in Microsoft Excel, are important digital competencies that students need as preparation for entering the workforce. However, an initial assessment of 32 students in class XII-8 at UPT SMAN 6 Makassar yielded a mean score of 49.69/100, with particular difficulty in logical functions and integrated formulas. Digital games for learning Excel have been studied in higher education, whereas their use with high school students, assessed through both tests and practical tasks, warrants further examination. This study aimed to develop, implement, and evaluate AKSEL (Arena Keterampilan Spreadsheet dan Eksplorasi Logika), a gamified medium for learning Microsoft Excel. A pre-experimental one-group pretest–posttest design involved all 32 students, with a pretest on 1 October 2026 and a posttest on 8 October 2026, complemented by an Excel practical assessment, questionnaires, observations, and mission-progress records. AKSEL provides 14 learning topics and 20 missions across five areas. Mean test scores increased from 49.69 to 82.81 (a gain of 33.13 points); 31 students improved and one remained unchanged, with $t(31) = 13.37$, $p < 0.001$, and a mean individual normalized gain of 0.648 (moderate). The

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

mean practical score was 85.18/100, questionnaire response 4.17/5, observation score 2.98/4, and mission progress 14.91/20. The findings indicate increased test performance in the observed class alongside positive user experiences. Without a comparison group, the improvement cannot be attributed to AKSEL alone. The results inform further support for logical functions, accurate cell references, and step-by-step learning.
Keywords: *AKSEL; gamification; Microsoft Excel; deep learning; formative assessment*

PENDAHULUAN

Kompetensi spreadsheet merupakan bagian dari literasi digital karena menuntut siswa mengolah informasi, memilih referensi sel, menyusun rumus, dan menginterpretasikan data untuk memecahkan masalah. Pengukuran awal pada 32 siswa kelas XII-8 UPT SMAN 6 Makassar menunjukkan rerata nilai 49,69/100; kemampuan fungsi logika mencapai 3,02/10 dan integrasi fungsi 0,47/10 per butir. Kondisi tersebut menunjukkan kesenjangan antara pengenalan konsep dasar dan kemampuan mengolah rumus yang lebih kompleks. Berdasarkan kebutuhan belajar tersebut, AKSEL dikembangkan melalui latihan Excel berjenjang, umpan balik langsung, serta aktivitas pemecahan masalah untuk memperkuat kompetensi siswa sekaligus membekali mereka dengan keterampilan digital praktis yang dapat dimanfaatkan di dunia kerja setelah lulus.

Pemanfaatan unsur permainan dalam pembelajaran atau gamifikasi menawarkan tujuan bertingkat, umpan balik, penanda kemajuan, serta tantangan yang dapat dijalankan secara berulang. Dichev dan Dicheva (2017) menekankan pentingnya merancang unsur permainan berdasarkan tujuan belajar yang jelas. Meta-analisis Sailer dan Homner (2020) melaporkan manfaat positif rata-rata pada keluaran kognitif, motivasional, dan perilaku, dengan besaran manfaat yang dipengaruhi desain serta konteks penerapannya. Meta-analisis Zeng dkk. (2024) turut menelaah capaian akademik dalam pembelajaran bergamifikasi. Dehghanzadeh dkk. (2024) menegaskan bahwa penerapan gamifikasi di pendidikan dasar dan menengah perlu mempertimbangkan karakteristik peserta, aktivitas, serta hasil pembelajaran. Sejalan dengan itu, Videnovik dkk. (2023) memperlihatkan berkembangnya penerapan pembelajaran berbasis permainan dalam pendidikan ilmu komputer, sedangkan Ratinho dan Martins (2023) mengidentifikasi peran elemen permainan dalam mendukung motivasi belajar.

Dalam konteks keterampilan Excel, Chen dan Tang (2023) menunjukkan pemanfaatan permainan digital untuk mengembangkan pengalaman belajar spreadsheet pada mahasiswa. Penelitian AKSEL memperluas konteks penerapannya pada siswa SMA dengan penekanan pada fungsi logika, integrasi rumus, serta pengukuran tes dan kinerja praktik. Nilai permainan, peringkat, dan hadiah digunakan sebagai pendukung aktivitas, sedangkan hasil belajar dinilai melalui instrumen kompetensi tersendiri. Pembedaan tersebut relevan dengan temuan Li dkk. (2024) bahwa peningkatan persepsi motivasional dalam gamifikasi tidak selalu sebanding dengan peningkatan kompetensi.

AKSEL (Arena Keterampilan Spreadsheet dan Eksplorasi Logika) merupakan media berbasis web dengan 14 materi dan 20 misi dalam lima wilayah petualangan pemulihan hutan. Siswa memahami contoh, memilih sel sumber, menulis formula pada simulator, meninjau umpan balik, memperbaiki kesalahan, dan menerapkan keterampilan dalam tugas Microsoft Excel. Secara pedagogis, urutan tersebut mencerminkan pembelajaran aktif dan dukungan bertahap (scaffolding), serta berkaitan dengan pengalaman memahami, mengaplikasi, dan merefleksi pada kerangka Pembelajaran Mendalam (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Penggunaan misi, permata, dan progres mendukung keterlibatan tanpa menggantikan pengukuran kompetensi akademik.

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan penerapan AKSEL sebagai media latihan Excel, kemudian mengkaji perubahan hasil tes beserta capaian praktik, angket, observasi, dan progres misi pada 32 siswa. Temuan dari berbagai sumber data tersebut dibahas dengan mengaitkan konstruktivisme, bantuan bertahap (scaffolding), asesmen formatif, dan Pembelajaran Mendalam untuk merefleksikan strategi pembelajaran yang telah diterapkan. Kontribusi penelitian terletak pada penyajian evaluasi seluruh peserta yang menghubungkan rancangan aktivitas, proses penggunaan media, serta capaian belajar. Kerangka teori digunakan untuk menafsirkan keputusan pedagogis dan hasil pelaksanaan, bukan sebagai variabel psikologis yang diukur secara terpisah.

METODE PENELITIAN

Rancangan, Lokasi, dan Unit Analisis

Penelitian ini memadukan deskripsi pengembangan media dengan rancangan praeksperimental satu kelompok pretest–posttest. Pelaksanaan berlangsung pada kelas XII-8 UPT SMAN 6 Makassar dan melibatkan seluruh 32 siswa. Tes awal dilaksanakan pada 1 Oktober 2026 dan tes akhir pada 8 Oktober 2026. Semua peserta (32/32; 100%) memiliki pasangan nilai tes, praktik Microsoft Excel, angket, observasi, dan progres misi berkode X-01 hingga X-32. Rancangan pelaksanaan menghubungkan hasil identifikasi kebutuhan belajar dengan pemilihan materi, kegiatan misi, umpan balik, dan evaluasi akhir. Analisis difokuskan pada capaian siswa selama penerapan AKSEL.

Pelaksanaan terdiri atas orientasi, tes awal, pembelajaran contoh, latihan dan revisi rumus pada simulator AKSEL, refleksi, tes akhir, praktik Microsoft Excel, serta angket pengalaman. Sebanyak 20 misi dibagi menjadi lima wilayah: Lembah Sel (1–4), Hutan Rumus (5–8), Gua Logika (9–12), Pulau Analisis (13–16), dan Jantung Hutan (17–20). Observasi kegiatan dan catatan progres misi dihimpun selama pembelajaran. Tahap memahami dilakukan melalui pengkajian fungsi dan contoh, mengaplikasi melalui penyusunan formula, serta merefleksi melalui pemeriksaan dan perbaikan jawaban.

Tes awal memetakan kemampuan siswa, sedangkan umpan balik misi memandu perbaikan jawaban. Tes akhir menilai capaian kognitif; praktik, angket, observasi, dan progres misi melengkapi informasi pembelajaran. Tanpa kelompok pembanding, perubahan skor ditafsirkan sebagai perkembangan pada kelas yang diteliti, bukan estimasi pengaruh tunggal AKSEL.

Instrumen dan Definisi Operasional

Tes kompetensi terdiri atas sepuluh soal, masing-masing bernilai 0 atau 10 (skor total 0–100): dua butir sel dan referensi, tiga fungsi dasar, tiga fungsi logika, dan dua integrasi fungsi. Rerata indikator dilaporkan dalam skala 0–10 per butir. Rubrik praktik Microsoft Excel mencakup empat aspek berskala 0–4: pemilihan sel/rentang, ketepatan formula, pengujian dan interpretasi keluaran, serta penjelasan solusi. Nilai praktik akhir dikonversi ke skala 0–100. Perubahan kemampuan dihitung dari pasangan tes awal–akhir, bukan dari selisih nilai praktik.

Angket pascapenggunaan memiliki sepuluh pernyataan berskala 1–5. Observasi berskala 1–4 mencakup navigasi mandiri, kepatuhan langkah kerja, respons terhadap umpan balik, dan keterlibatan tugas. Progres aplikasi meliputi jumlah misi selesai dari 20, pemakaian bantuan, dan capaian permainan. Kelima sumber data tersedia untuk seluruh 32 siswa; angket pengalaman tidak diartikan sebagai perubahan motivasi karena tidak ada pengukuran motivasi sebelum kegiatan.

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Teknik Analisis

Skor tes diringkas menggunakan rerata, simpangan baku, median, rentang, dan selisih tiap siswa. N-gain dihitung pada tingkat individu lalu dirata-ratakan; nilai 0,30 hingga kurang dari 0,70 termasuk kategori sedang. Normalitas selisih diperiksa dengan Shapiro–Wilk. Perubahan nilai dianalisis menggunakan uji t berpasangan dua sisi ($\alpha = 0{,}05$), uji Wilcoxon signed-rank, ukuran efek berpasangan d_z, dan interval kepercayaan 95% untuk rerata selisih. Nilai praktik, angket, observasi, serta progres misi dianalisis secara deskriptif dengan mencocokkan kode 32 siswa.

Etika Penelitian dan Pengelolaan Data

Seluruh data dipadankan menggunakan kode X-01 sampai X-32 untuk menjaga kerahasiaan peserta. Semua entri mencatat izin penggunaan data dan pasangan tes awal–akhir lengkap. Hasil disajikan sebagai statistik kelompok, tabel, dan grafik tanpa mengungkap identitas siswa.



Gambar 1. Alur pengembangan, penerapan, dan evaluasi AKSEL pada 32 siswa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Struktur Media dan Keterlacakan Kompetensi

AKSEL mengorganisasi 14 materi dan 20 misi dalam lima wilayah dengan tingkat kesulitan bertahap, mulai dari referensi sel, fungsi dasar, logika bersyarat, hingga integrasi formula. Media memadukan cerita pemulihan hutan, simulator spreadsheet, pemeriksaan jawaban, petunjuk, dan progres siswa. Seluruh 32 siswa kelas XII-8 mengikuti pembelajaran dan evaluasi. Kegiatan menulis formula, memeriksa keluaran, serta merevisi jawaban memperlihatkan keterkaitan antara rancangan fitur dan pendekatan konstruktivis yang menempatkan siswa sebagai pelaku aktif dalam membangun pemahaman (Vygotsky, 1978; Wood dkk., 1976). Pemetaan 20 misi menurut wilayah dan kompetensi utamanya disajikan pada Tabel 1; tabel tersebut merangkum urutan latihan, bukan daftar judul seluruh 14 materi.

Tabel 1. Pemetaan wilayah, rentang misi, dan kompetensi utama AKSEL

Wilayah	Misi	Tuntutan kompetensi
Lembah Sel	1–4	Alamat sel, pengisian data, operasi hitung sederhana
Hutan Rumus	5–8	SUM, AVERAGE, MAX, MIN pada rentang data
Gua Logika	9–12	IF, AND, OR, NOT pada kondisi bersyarat
Pulau Analisis	13–16	IF bertingkat dan kombinasi fungsi logika
Jantung Hutan	17–20	Pemecahan masalah yang mengintegrasikan beberapa fungsi

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Urutan lima wilayah mendukung prinsip bantuan bertahap: siswa memulai dari pembacaan data dan referensi, beralih ke fungsi dasar, menguji kondisi logika, kemudian menggabungkan beberapa rumus. Nilai tes awal menunjukkan kemampuan sel dan referensi relatif tinggi, sedangkan fungsi logika dan integrasi merupakan kebutuhan penguatan. Petunjuk, contoh, pemeriksaan jawaban, dan kesempatan mencoba ulang menghubungkan pengetahuan awal dengan tugas yang lebih kompleks. Pola ini sesuai dengan scaffolding menurut Wood dkk. (1976) serta pengelolaan beban kognitif menurut Sweller dkk. (2019). Hasil per indikator juga memperlihatkan pentingnya menyesuaikan urutan dan tingkat bantuan dengan kebutuhan siswa.

Contoh Keterkaitan Misi dengan Pemeriksaan Jawaban

Tabel 2 menyajikan contoh hubungan antara tuntutan kompetensi, jenis tugas, dan pemeriksaan formula dalam kegiatan AKSEL. Aktivitas menekankan penulisan sintaks, pemilihan referensi yang benar, pemeriksaan keluaran, dan perbaikan rumus ketika hasil belum sesuai. Dengan demikian, kegiatan belajar tidak terbatas pada pemilihan jawaban, tetapi mengarahkan siswa untuk menyelesaikan tugas berbasis spreadsheet.

Tabel 2. Contoh aktivitas kompetensi dan aturan pemeriksaan yang relevan

Indikator	Contoh tugas	Fokus pemeriksaan formula
Sel dan fungsi dasar	B2 = 2, B3 = 3, dan B4 = 4; tuliskan =SUM(B2:B4).	Keluaran awal 9; nilai harus menyesuaikan bila sel sumber berubah.
Logika IF	Tentukan status jumlah bibit (B2) pada batas minimum 10.	Uji kasus 9, 10, dan 11 untuk memeriksa ambang kondisi.
Integrasi fungsi	Gabungkan IF dengan AND atau OR pada dua syarat.	Periksa penempatan referensi, operator logika, kurung, dan keluaran.

Contoh rumus: =IF(B2>=10;"Cukup";"Kurang") dan =IF(AND(B2>=10;C2>=10);"Ya";"Tidak"). Pemisah argumen (;) atau (,) menyesuaikan pengaturan Excel.

Contoh penggunaan SUM mengarahkan siswa menentukan rentang dan memeriksa hubungan data sumber dengan keluaran. Pada IF, siswa perlu membedakan kondisi di bawah, tepat pada, dan di atas ambang; pada integrasi fungsi, mereka memilih operator logika serta menyusun argumen yang sesuai. Proses mencoba, menerima respons, dan memperbaiki rumus merupakan bentuk umpan balik selama belajar (Hattie & Timperley, 2007). Secara konstruktivistik, siswa tidak cukup mengingat bentuk rumus, melainkan menguji sendiri hasil yang diperoleh dari keputusan penulisan formula. Siklus ini juga mencerminkan pengalaman mengaplikasi dan merefleksi dalam Pembelajaran Mendalam.

Perubahan Hasil Tes Kompetensi Setelah Penerapan AKSEL

Penerapan AKSEL mencakup seluruh 32 siswa kelas XII-8 yang terdaftar pada kegiatan. Seluruh siswa menyelesaikan tes awal dan tes akhir yang dapat dipadankan berdasarkan kode peserta (n = 32). Rerata skor meningkat dari 49,6875 menjadi 82,8125 (dibulatkan menjadi 49,69 dan 82,81), sehingga kenaikan rerata mencapai 33,125 atau 33,13 poin. Sebanyak 31 siswa (96,88%) mengalami kenaikan, satu siswa (3,13%) tetap, dan tidak ada siswa dengan nilai menurun. Sebanyak 29 siswa (90,63%) memperoleh nilai tes akhir sekurang-kurangnya 80, sedangkan pada tes awal belum ada yang mencapai nilai tersebut. Statistik sebaran nilai terdapat pada Tabel 3.

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Tabel 3. Statistik deskriptif nilai tes awal dan akhir pada seluruh 32 siswa

Statistik	Pra-Asesmen	Pasca-Asesmen
Rerata (0–100)	49,69	82,81
Simpangan baku sampel	13,32	9,24
Median	50	80
Minimum	30	50
Maksimum	70	90
Jumlah pasangan	32	32

Selisih per peserta diuji normalitasnya dengan Shapiro–Wilk ($p = 0,126$), kemudian dibandingkan menggunakan uji t berpasangan. Hasilnya menunjukkan perbedaan bermakna, $t(31) = 13,37$; $p < 0,001$, yang didukung uji Wilcoxon signed-rank ($p < 0,001$). Ukuran efek berpasangan $d_z = 2,36$ dan interval kepercayaan 95% untuk selisih rerata adalah 28,07–38,18 poin. Rerata N-gain individu 0,648 termasuk kategori sedang. Secara keseluruhan, hasil tersebut memperlihatkan perkembangan capaian tes yang kuat dan konsisten pada kelompok peserta setelah pembelajaran menggunakan AKSEL.

Tabel 4. Ringkasan perubahan skor dan hasil uji statistik berpasangan ($n = 32$)

Komponen	Hasil
Selisih rerata pasca–pra	33,125 poin
Arah perubahan	31 meningkat; 1 tetap; 0 menurun
Rentang perubahan individu	0–60 poin
Median selisih individu	30 poin
Rerata N-gain individu	0,648 (sedang)
Shapiro–Wilk pada selisih	$p = 0,126$
Uji *t* berpasangan (dua sisi)	$t(31) = 13,37$; $p < 0,001$
Wilcoxon signed-rank	$p < 0,001$
Ukuran efek berpasangan	$d_z = 2,36$
IK 95% selisih rerata	28,07–38,18 poin

Catatan. Statistik dihitung dari seluruh 32 pasangan skor siswa. Selisih rerata menggunakan nilai sebelum pembulatan.

Pola Perubahan Menurut Empat Indikator

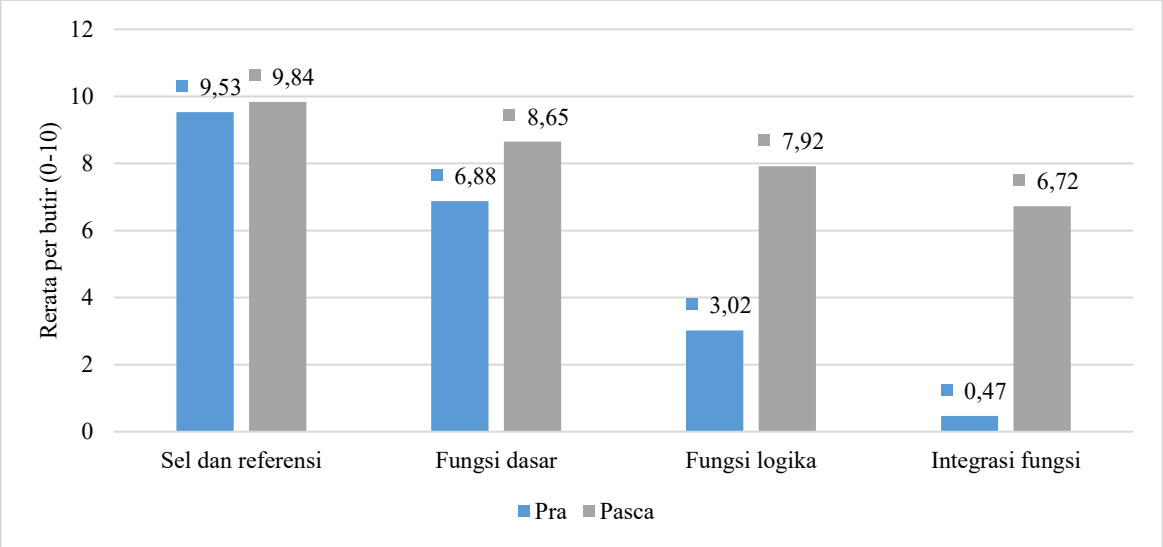
Analisis per indikator menggunakan rerata skor per butir pada skala 0–10 agar hasil indikator yang terdiri atas dua atau tiga butir dapat dibandingkan. Rerata sel dan referensi naik dari 9,53 menjadi 9,84 (+0,31); fungsi dasar dari 6,88 menjadi 8,65 (+1,77); fungsi logika dari 3,02 menjadi 7,92 (+4,90); dan integrasi fungsi dari 0,47 menjadi 6,72 (+6,25). Dengan demikian, kenaikan terbesar terlihat pada integrasi fungsi, disusul fungsi logika. Rincian tiap kelompok kompetensi terdapat pada Tabel 5 dan divisualisasikan pada Gambar 2.

Tabel 5. Rerata skor per butir menurut indikator kompetensi (skala 0–10)

Indikator	Butir	Pra	Pasca	Selisih
Sel dan referensi	2	9,53	9,84	+0,31
Fungsi dasar	3	6,88	8,65	+1,77
Fungsi logika	3	3,02	7,92	+4,90
Integrasi fungsi	2	0,47	6,72	+6,25

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational



Gambar 2. Perbandingan rerata skor per butir menurut indikator kompetensi

Pada pengukuran awal, indikator sel dan referensi sudah mencapai 9,53/10, sehingga ruang kenaikannya terbatas. Sebaliknya, integrasi fungsi meningkat dari 0,47 menjadi 6,72/10, atau bertambah 6,25 poin per butir, dan merupakan kenaikan terbesar. Hasil ini konsisten dengan prioritas latihan yang bergerak dari kemampuan dasar menuju kombinasi fungsi melalui scaffolding. Nilai akhir integrasi fungsi masih merupakan yang paling rendah dibandingkan kelompok kompetensi lain; karena itu hasil penelitian menyediakan informasi diagnostik untuk tindak lanjut guru berupa contoh IF bertingkat, variasi kondisi AND/OR, dan latihan memeriksa referensi. Temuan tersebut menegaskan peran asesmen dalam pengambilan keputusan mengajar tanpa menganggap peningkatan skor sebagai bukti langsung bahwa salah satu elemen media bekerja secara terpisah.

Capaian Praktik, Respons Siswa, Observasi, dan Progres Misi

Penilaian praktik Microsoft Excel dilakukan pada seluruh 32 peserta berdasarkan empat aspek rubrik. Berdasarkan ringkasan penilaian yang dilaporkan, rerata nilai praktik akhir mencapai 85,18/100; sebanyak 24 siswa (75%) memperoleh nilai minimal 80, sedangkan delapan siswa (25%) memperoleh nilai di bawah 80. Aspek uji dan interpretasi keluaran mencapai rerata tertinggi (3,63/4), diikuti ketepatan rumus (3,47/4), penjelasan solusi (3,38/4), dan pemilihan sel/rentang (3,16/4). Profil tersebut menunjukkan capaian praktik yang baik sekaligus memperlihatkan variasi penguasaan keterampilan, terutama pada ketepatan pemilihan data sumber. Ringkasannya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil praktik Microsoft Excel pada 32 siswa (rubrik 0–4)

Aspek praktik	Rerata /4	Implikasi hasil
Pemilihan sel dan rentang	3,16	Fokus penguatan referensi sel
Ketepatan rumus	3,47	Penggunaan sintaks relatif baik
Uji dan interpretasi keluaran	3,63	Aspek tertinggi dalam praktik
Penjelasan solusi	3,38	Penguatan penalaran tertulis
Keseluruhan praktik	85,18 /100	24/32 siswa memperoleh nilai ≥80

Respons angket dari seluruh 32 peserta menghasilkan rerata 4,17/5; sebanyak 31 siswa memberikan rerata respons sekurang-kurangnya 4/5. Observasi pembelajaran menunjukkan rerata gabungan 2,98/4, dengan aspek navigasi mandiri 2,94/4, mengikuti langkah kerja 3,09/4, respons terhadap umpan balik 3,00/4, dan keterlibatan tugas 2,91/4. Lima catatan kendala meliputi dua keluhan ukuran menu pada layar, satu navigasi lambat, satu kesalahan sintaks IF,

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

dan satu kesulitan memilih sel tujuan. Seluruh 32 peserta mempunyai progres misi, rata-rata 14,91 dari 20 misi (74,53%); dua peserta menyelesaikan 20 misi dan 30 lainnya menyelesaikan sebagian. Perbedaan jumlah misi yang tuntas tidak berarti peserta tersebut tidak mengikuti penerapan. Ringkasan indikator pendukung disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan respons, proses, dan penyelesaian misi (n = 32)

Indikator evaluasi	Hasil	Penafsiran
Angket pengalaman (skala 1–5)	4,17	31 siswa memiliki rerata angket ≥4
Observasi proses (skala 1–4)	2,98	Langkah kerja 3,09; keterlibatan 2,91
Progres misi (maks. 20)	14,91	Semua siswa memiliki catatan pengerjaan
Misi selesai sempurna	2 siswa	30 siswa memiliki progres misi bertahap
Penggunaan bantuan	4,06 kali	Rerata pemanfaatan fitur bantuan per siswa

Kelima sumber evaluasi telah dikumpulkan dan dianalisis pada seluruh 32 peserta menggunakan kode siswa yang dapat dipadankan. Perubahan nilai tes awal–akhir menggambarkan perkembangan hasil kognitif; praktik Excel mencatat kemampuan pada perangkat asli; angket menyajikan pengalaman siswa; observasi merekam proses; dan misi menunjukkan ketuntasan aktivitas. Rerata kemajuan 14,91 dari 20 misi mencerminkan variasi tingkat penyelesaian, bukan ketidakikutsertaan siswa. Analisis bersama berbagai hasil tersebut membantu menentukan materi yang telah dikuasai dan bagian yang membutuhkan penguatan, sejalan dengan penggunaan asesmen untuk menyesuaikan pembelajaran.

Pembahasan

Landasan Pedagogis untuk Menafsirkan Temuan

Gamifikasi yang Terikat pada Tujuan Kompetensi

Gamifikasi merupakan pemanfaatan elemen permainan seperti misi, tujuan, poin pengalaman, lencana, penghargaan, dan representasi kemajuan untuk mendukung kegiatan belajar. Sailer dkk. (2017) menghubungkannya dengan kebutuhan psikologis dalam aktivitas yang terarah, sedangkan Sailer dan Homner (2020) menunjukkan bahwa manfaat kognitif dan motivasional dipengaruhi kualitas desain. Pada AKSEL, petualangan pemulihan hutan memberi konteks penerapan rumus; Permata Kehidupan dan progres menandai kemajuan kegiatan. Ketepatan formula tetap menjadi kriteria belajar, sehingga gamifikasi menjadi strategi pedagogis penunjang, bukan pengganti pemahaman konsep.

Konstruktivisme dan Scaffolding dalam Latihan Spreadsheet

Konstruktivisme memandang siswa sebagai pembangun pemahaman melalui aktivitas dan interaksi dengan persoalan. Vygotsky (1978) menjelaskan pentingnya dukungan sosial pada perkembangan kemampuan, sedangkan Wood, Bruner, dan Ross (1976) menguraikan scaffolding sebagai bantuan yang mengantarkan pembelajar mengerjakan tugas yang semula sulit dilakukan sendiri. Pada AKSEL, dukungan tersebut diwujudkan melalui contoh, petunjuk, pemeriksaan jawaban, dan peningkatan kesulitan dari operasi dasar hingga formula terpadu. Siswa berperan aktif dalam menulis, menguji, dan memperbaiki rumus. Dengan demikian, pemilihan fitur media berlandaskan kebutuhan belajar dan kesiapan siswa, bukan sekadar penambahan unsur permainan.

Petunjuk Bertahap dan Transfer Keterampilan

Penyelesaian masalah spreadsheet menuntut siswa mengidentifikasi kondisi, menentukan sel sumber, memilih fungsi, menyusun sintaks, lalu memeriksa keluaran. Teori beban kognitif menjelaskan pentingnya menyajikan tugas dengan informasi yang terarah agar perhatian tidak tersita oleh unsur yang tidak relevan (Mayer & Moreno, 2003; Sweller dkk.,

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

2019). Karena itu, AKSEL menggunakan petunjuk ringkas, contoh rumus, satu ruang pengerjaan, dan urutan tantangan yang meningkat. Umpan balik atas rumus dan kesempatan memperbaiki jawaban juga konsisten dengan peran umpan balik dalam memperjelas posisi belajar serta langkah perbaikan (Hattie & Timperley, 2007). Pencapaian praktik pada perangkat Microsoft Excel diperiksa melalui tugas tersendiri.

Pembelajaran Mendalam dalam Aktivitas Spreadsheet

Kerangka Pembelajaran Mendalam menekankan prinsip berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan, serta pengalaman memahami, mengaplikasi, dan merefleksi (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Dalam AKSEL, tahap memahami ditunjukkan melalui pengkajian contoh dan hubungan antar-sel; tahap mengaplikasi melalui penyusunan formula dalam misi; sedangkan refleksi dilakukan ketika siswa meninjau keluaran dan memperbaiki jawaban. Cerita pemulihan hutan memberi konteks pada persoalan, sementara unsur gamifikasi mendukung keterlibatan belajar. Keterpaduan kegiatan tersebut menunjukkan penggunaan media digital yang berorientasi pada proses berpikir, penerapan keterampilan, dan perbaikan pemahaman.

Asesmen Formatif, Diferensiasi, dan Universal Design for Learning

Asesmen formatif menyediakan informasi untuk memperbaiki proses mengajar dan belajar (Black & Wiliam, 1998). Pemberian umpan balik yang dapat ditindaklanjuti juga merupakan bagian penting dari proses tersebut (Hattie & Timperley, 2007). Dalam AKSEL, respons terhadap kesalahan, kesempatan mencoba kembali, dan hasil per indikator membantu siswa sekaligus guru membaca kemajuan. Prinsip Universal Design for Learning (UDL) menekankan pengurangan hambatan melalui variasi keterlibatan, representasi, serta tindakan atau ekspresi (CAST, 2024). Petunjuk, latihan ulang, dan progres sesuai kecepatan siswa mencerminkan perhatian terhadap keragaman kebutuhan; bentuk dukungan ini dibaca sebagai keputusan desain, bukan bukti bahwa seluruh prinsip UDL telah diukur secara terpisah.

Pembedaan Hasil Belajar dan Pengalaman Pengguna

Hasil belajar kognitif, kemampuan praktik, pengalaman penggunaan, proses belajar, dan aktivitas dalam aplikasi merupakan dimensi yang saling melengkapi tetapi tidak identik. Penelitian AKSEL mengukur kelimanya melalui tes awal–akhir, rubrik praktik, angket, observasi, dan progres misi. Seluruh data dari 32 peserta dipadankan menggunakan kode yang sama dan dianalisis sesuai fungsinya. Pembedaan ini sejalan dengan asesmen formatif: informasi hasil belajar digunakan untuk mengenali kemajuan dan menentukan kebutuhan penguatan, bukan sekadar menetapkan nilai akhir (Black & Wiliam, 1998). Dengan demikian, analisis beberapa indikator memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai hasil dan proses pembelajaran.

Pembahasan dalam Perspektif Literatur

Dari perspektif konstruktivisme sosial, latihan AKSEL menuntut siswa menghubungkan pengetahuan awal tentang sel dengan penerapan rumus pada persoalan baru; petunjuk dan umpan balik menyediakan dukungan ketika tugas bertambah kompleks (Vygotsky, 1978; Wood dkk., 1976). Hal tersebut melengkapi penelitian Chen dan Tang (2023) tentang permainan digital untuk belajar Excel. Urutan 14 materi serta 20 misi menerapkan prinsip scaffolding, sedangkan penulisan dan pengujian formula berulang memusatkan aktivitas pada penguasaan kompetensi, bukan perolehan hadiah semata. Keterlibatan seluruh 32 peserta dan dokumentasi hasil tes, praktik, angket, observasi, serta misi memperlihatkan bagaimana media digunakan dalam satu rangkaian pembelajaran dan evaluasi.

Perubahan hasil belajar memperlihatkan kegunaan asesmen sebagai dasar refleksi pedagogis. Integrasi fungsi meningkat 6,25 poin per butir, tetapi skor akhirnya 6,72/10; pada

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

tugas praktik, aspek pemilihan sel/rentang memperoleh 3,16/4, terendah di antara empat aspek. Guru dapat membaca temuan ini sebagai informasi tentang kebutuhan latihan referensi, penggabungan kondisi, dan penjelasan proses berpikir. Pendekatan tersebut selaras dengan asesmen formatif menurut Black dan Wiliam (1998) serta umpan balik yang berorientasi perbaikan menurut Hattie dan Timperley (2007). Hasil penelitian sudah dianalisis; rekomendasi penguatan dipaparkan sebagai hasil refleksi pelaksanaan, bukan tahapan penelitian yang tertunda.

Keterkaitan AKSEL dengan Pembelajaran Mendalam tampak dalam pengalaman memahami (mengenali konsep dan contoh formula), mengaplikasi (menyusun serta menguji rumus dalam misi), dan merefleksi (meninjau keluaran serta memperbaiki kesalahan). Konteks pemulihan hutan memberi tujuan yang bermakna, sedangkan tantangan dan umpan balik mendukung pembelajaran yang menggembirakan dengan tetap berorientasi kompetensi (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Angket 4,17/5 menunjukkan respons penggunaan yang positif, namun bukan pengukuran langsung atas seluruh dimensi Pembelajaran Mendalam. Progres misi 14,91/20 dan observasi 2,98/4 memberi informasi tambahan mengenai keterlibatan siswa. Penafsiran ini menempatkan teori sebagai kerangka analisis atas hasil nyata, bukan sebagai pengganti bukti asesmen.

Sintesis Teori Pembelajaran, Aktivitas AKSEL, dan Temuan Penelitian

Tabel 8 merangkum keterkaitan antara prinsip teori pembelajaran, keputusan pedagogis dalam AKSEL, serta data pelaksanaan yang relevan. Hasil pada kolom terakhir digunakan sebagai bahan interpretasi dan refleksi, bukan sebagai pengujian terpisah atas setiap teori.

Tabel 8. Sintesis landasan pedagogis, penerapan AKSEL, dan temuan penelitian

Landasan pedagogis	Penerapan pada AKSEL	Temuan dan makna reflektif
Konstruktivisme	Siswa menulis dan menguji formula pada tugas spreadsheet	Integrasi fungsi meningkat 0,47 menjadi 6,72/10; kemajuan dibaca sebagai hasil belajar dalam konteks pelaksanaan.
Scaffolding	14 materi dan 20 misi berjenjang; contoh, petunjuk, koreksi rumus	Seluruh 32 siswa berpartisipasi dengan rerata progres 14,91/20; guru dapat menyesuaikan bantuan sesuai kebutuhan.
Pembelajaran Mendalam	Memahami contoh, mengaplikasi rumus, merefleksi keluaran dan kesalahan	Rerata praktik Excel 85,18/100 dan observasi 2,98/4 menjadi sumber pembacaan proses dan capaian.
UDL dan pembelajaran responsif	Bantuan yang dapat digunakan, kesempatan mengulang, dan tempo penyelesaian bervariasi	Respons angket 4,17/5; delapan siswa bernilai praktik di bawah 80 menjadi sasaran penguatan yang lebih terarah.
Asesmen formatif dan refleksi pembelajaran	Tes awal–akhir, umpan balik jawaban, rubrik praktik, dan analisis hasil per indikator	31 siswa meningkat dan satu tetap; guru memperoleh dasar konkret untuk penguatan rumus logika dan referensi.

Implikasi Hasil dan Refleksi Pelaksanaan

Pengembangan, penerapan, dan evaluasi AKSEL telah diselesaikan pada seluruh 32 siswa kelas XII-8 UPT SMAN 6 Makassar. Rancangan satu kelompok menunjukkan

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

peningkatan nilai tes sebelum dan sesudah pembelajaran yang didukung penilaian praktik, angket, observasi, dan data misi. Karena penelitian tidak menggunakan kelompok pembanding, hasil ditafsirkan sebagai perkembangan capaian dalam kelas yang diteliti, bukan sebagai estimasi pengaruh tunggal media. Kegiatan memperlihatkan keterhubungan yang nyata antara identifikasi kebutuhan belajar, pemilihan strategi, penggunaan teknologi, asesmen, dan refleksi berdasarkan hasil. Seluruh tahapan tersebut merupakan bagian dari pelaksanaan penelitian yang telah selesai.

Refleksi pelaksanaan mengidentifikasi prioritas pendampingan pada penggabungan fungsi IF, AND, dan OR, ketepatan referensi sel, serta penjelasan solusi. Delapan siswa dengan nilai praktik di bawah 80 menunjukkan kelompok yang memerlukan penguatan lebih terarah, sementara variasi penyelesaian misi menjadi pertimbangan dalam menyediakan latihan sesuai kesiapan. Prinsip UDL (CAST, 2024) menekankan variasi akses, keterlibatan, dan respons tugas; dalam AKSEL prinsip tersebut tampak pada pemberian bantuan, contoh, kesempatan mengulang, dan perbedaan tempo penyelesaian. Temuan observasi tentang ukuran menu dan navigasi menjadi bahan penyempurnaan antarmuka. Rekomendasi ini disusun sebagai implikasi atas hasil kegiatan yang telah dilaksanakan dan dianalisis.

KESIMPULAN

AKSEL telah dikembangkan dan diterapkan sebagai media pembelajaran Microsoft Excel berbasis web dengan 14 materi dan 20 misi dalam lima wilayah petualangan. Seluruh 32 siswa kelas XII-8 UPT SMAN 6 Makassar mengikuti kegiatan dan tercakup dalam evaluasi. Rerata nilai tes meningkat dari 49,69 menjadi 82,81 (selisih 33,13 poin); 31 siswa meningkat dan satu tetap, dengan rerata N-gain individu 0,648 (sedang) serta hasil uji t berpasangan $p < 0,001$. Kenaikan terbesar per butir terlihat pada integrasi fungsi, meskipun skor akhir indikator ini masih yang terendah. Capaian praktik Excel akhir rata-rata 85,18/100 (24 siswa mencapai nilai minimal 80), respons angket 4,17/5, observasi 2,98/4, dan penyelesaian misi 14,91/20.

Pada kelompok yang diteliti, capaian tes meningkat secara statistik setelah pembelajaran menggunakan AKSEL, disertai pengalaman penggunaan yang positif. Seluruh 32 peserta mengikuti kegiatan dan tercakup dalam evaluasi; dua siswa menyelesaikan 20 misi, sedangkan 30 siswa lainnya memiliki progres yang bervariasi. Rangkaian aktivitas AKSEL memperlihatkan penerapan konstruktivisme, scaffolding, asesmen formatif, dukungan belajar yang responsif, dan prinsip Pembelajaran Mendalam dalam latihan Excel berbasis gamifikasi. Hasil penelitian sekaligus menegaskan pentingnya merancang aktivitas berdasarkan kemampuan awal, memanfaatkan data evaluasi, serta merefleksikan capaian pembelajaran untuk menetapkan langkah penguatan yang relevan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Islam Makassar dan UPT SMAN 6 Makassar atas dukungan pengembangan serta penerapan AKSEL, serta kepada seluruh siswa kelas XII-8 yang telah berpartisipasi dalam kegiatan dan evaluasi. Tanggung jawab ilmiah atas analisis dan isi artikel berada pada para penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 5(1), 7–74. https://doi.org/10.1080/0969595980050102

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

CAST. (2024). CAST universal design for learning guidelines version 3.0. https://udlguidelines.cast.org/

Chen, M.-Y., & Tang, J. T. (2023). Developing a digital game for Excel skills learning in higher education: A comparative study analyzing differences in learning between digital games and textbook learning. *Education and Information Technologies*, *28*(4), 4143–4172. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11335-7

Dehghanzadeh, H., Farrokhnia, M., Dehghanzadeh, H., Taghipour, K., & Noroozi, O. (2024). Using gamification to support learning in K–12 education: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, *55*(1), 34–70. https://doi.org/10.1111/bjet.13335

Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *14*, Article 9. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, *77*(1), 81–112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). Pembelajaran mendalam. Sistem Informasi Kurikulum Nasional. https://kurikulum.kemendikdasmen.go.id/pembelajaran-mendalam

Li, L., Hew, K. F., & Du, J. (2024). Gamification enhances student intrinsic motivation, perceptions of autonomy and relatedness, but minimal impact on competency: A meta-analysis and systematic review. *Educational Technology Research and Development*, *72*, 765–796. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10337-7

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, *38*(1), 43–52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6

Ratinho, E., & Martins, C. (2023). The role of gamified learning strategies in student's motivation in high school and higher education: A systematic review. *Heliyon*, *9*(8), e19033. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19033

Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, *32*, 77–112. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w

Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, *69*, 371–380. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, *31*(2), 261–292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

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.

Videnovik, M., Vold, T., Kiønig, L., Madevska Bogdanova, A., & Trajkovik, V. (2023). Game-based learning in computer science education: A scoping literature review. *International Journal of STEM Education*, *10*, Article 54. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00447-2

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026 - Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

Zeng, J., Sun, D., Looi, C.-K., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, *55*(6), 2478–2502. https://doi.org/10.1111/bjet.13471

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16674