

PENGEMBANGAN GAME EDUKASI CABEKO DAN EVALUASI PENERIMAANNYA UNTUK PEMBELAJARAN PENGENALAN POLA MENGGUNAKAN TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL

Marcel Adhi Pramana, Sukirman

Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Surakarta 57162, Jawa Tengah, Indonesia
acel19official@gmail.com

ABSTRAK

Rendahnya kemampuan pengenalan pola pada siswa SMK akibat dominasi metode pembelajaran konvensional menunjukkan perlunya inovasi media pembelajaran yang lebih interaktif. Permasalahan ini mendorong perlunya pengembangan media yang mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan game edukasi CABEKO (Cara Berpikir Komputasional) berbasis Construct 3 serta menganalisis tingkat penerimaan pengguna menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM). Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE). Pengujian dilakukan melalui validasi ahli materi dan media, pengujian *Black Box*, serta uji coba lapangan terhadap 35 siswa kelas X MPLB di SMKN 1 Sukoharjo. Data dianalisis menggunakan *Partial Least Squares - Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa game CABEKO berfungsi optimal dan mendapat predikat "Sangat Layak" dari para validator. Analisis TAM menunjukkan bahwa Persepsi Kemanfaatan berperan sebagai mediator penuh antara Persepsi Kemudahan Penggunaan terhadap Sikap Pengguna ($t = 4,700$; $p < 0,001$). Selanjutnya, Sikap Pengguna berpengaruh signifikan terhadap Niat Menggunakan ($t = 9,057$; $p < 0,001$). Temuan ini menegaskan bahwa kemudahan penggunaan harus disertai manfaat nyata agar membentuk sikap positif pengguna. Game CABEKO terbukti layak serta dapat diterima sebagai media pembelajaran pengenalan pola di tingkat SMK.

Kata kunci : Berpikir Komputasional, Game Edukasi, Construct 3, ADDIE, Technology Acceptance Model, PLS-SEM

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan, perkembangan teknologi digital telah memberi kemajuan besar. Di era ini, peserta didik tidak sekadar diwajibkan untuk mampu menggunakan teknologi, melainkan juga diharapkan mampu menguasai atau mengerti cara berpikir yang melandasi penggunaannya. Menurut Muttaqin, integrasi teknologi dalam lingkup pembelajaran dapat menciptakan keadaan yang lebih seru dan efektif saat belajar, sekaligus menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan analisis tingkat tinggi [1].

Salah satu kemampuan esensial pada abad ke-21 adalah berpikir komputasional atau *computational thinking*, yang mencakup dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, serta perancangan algoritma.

Sejumlah pengkajian terdahulu menerangkan bahwa keterampilan BK siswa masih terbilang rendah. Agustini menemukan fakta siswa sekolah dasar masih terkendala dalam memahami konsep pecahan karena belum mampu melakukan dekomposisi dan pengenalan pola secara tepat [2].

Sementara itu, Juliana melaporkan bahwa strategi pembelajaran berbasis inkuiri yang dipadukan dengan pendekatan kontekstual realistik jauh memiliki tingkat efisiensi dan hasil yang lebih optimal jika dengan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan keterampilan BK siswa SMP [3].

Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada jenjang sekolah dasar dan menengah pertama.

Berdasarkan observasi awal di SMKN 1 Sukoharjo, proses pembelajaran Informatika masih didominasi metode ceramah dan latihan tertulis, sehingga keterlibatan siswa dalam materi berpikir komputasional belum optimal. Studi pendahuluan melalui tes diagnostik terhadap 83 siswa kelas X MPLB menunjukkan adanya kesenjangan pada elemen berpikir komputasional. Rata-rata skor siswa pada aspek Abstraksi (2,31), Dekomposisi (2,09), dan Algoritma (2,09) tergolong cukup baik dari skala maksimal 3,00. Namun, aspek Pengenalan Pola memperoleh skor rata-rata terendah yaitu 0,42. Analisis butir soal menunjukkan sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memprediksi deret dan mengidentifikasi aturan pola. Temuan ini menyatakan bahwa pengenalan pola menjadi aspek yang paling lemah dan memerlukan intervensi pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif. Dalam konteks ini, pemanfaatan *game* edukasi telah diakui sebagai strategi yang sangat tangguh untuk akselerasi keterampilan berpikir komputasional, karena mampu merubah tugas logika yang kaku menjadi tantangan interaktif yang memotivasi siswa [4].

Penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa pengembangan *game* edukasi bisa dijadikan alternatif opsi pembelajaran [5].

Selain itu ditegaskan pula bahwa *game* edukasi berbasis Construct 3 dengan pendekatan interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep dasar siswa dan motivasi belajar [5].

Selain itu, Taufiqurrahman menunjukkan bahwa penerapan *framework Mechanics-Dynamics-Aesthetics* (MDA) pada pengembangan *game* edukasi tidak sekadar meninjau aspek pembelajaran, tetapi juga memberikan kesan bermain yang edukatif [6].

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas *game* edukasi berbasis *Construct 3* dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep, sebagian besar studi terdahulu masih berfokus pada jenjang sekolah dasar dan menengah pertama. Selain itu, integrasi *framework Mechanics-Dynamics-Aesthetics* (MDA) yang secara spesifik dirancang untuk mengasah aspek pengenalan pola bagi siswa SMK masih sangat terbatas ditemukan dalam literatur. Evaluasi terhadap adopsi teknologi tersebut juga sering kali mengabaikan aspek penerimaan pengguna secara psikologis. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan *game* edukasi CABEKO berbasis *Construct 3* melalui pendekatan MDA, sekaligus menguji tingkat penerimaan penggunaannya menggunakan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM). Model evaluasi TAM dipilih karena mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan teknologi oleh pengguna melalui konstruk persepsi kemanfaatan dan persepsi kemudahan penggunaan sebagaimana diperkenalkan oleh Davis [7].

Kedua konstruk tersebut diketahui berpengaruh terhadap sikap pengguna serta niat untuk menggunakan suatu sistem teknologi. Model ini juga telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian terkini untuk mengevaluasi adopsi teknologi pendidikan digital [8].

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, diperlukan suatu solusi berupa pengembangan media pembelajaran yang interaktif dan mampu meningkatkan kemampuan pengenalan pola siswa. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan *game* edukasi berbasis *Construct 3* dengan mengintegrasikan *framework* MDA guna meningkatkan kemampuan berpikir komputasional, khususnya pada aspek pengenalan pola, serta mengukur tingkat penerimaan pengguna melalui pendekatan TAM.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Game Edukasi

Menurut Guritno dan Huda, *game* edukasi merupakan media pembelajaran yang memadukan elemen edukasi dan hiburan untuk menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan [9].

Pendekatan berbasis permainan atau *game-based learning* terbukti efektif menumbuhkan motivasi dan konsentrasi siswa melalui elemen interaksi, tantangan, dan kompetisi yang terstruktur [10].

Dalam konteks pemecahan masalah yang abstrak, *game* mampu memberikan konteks yang relevan sehingga materi lebih mudah dipahami dan divisualisasikan oleh peserta didik.

2.2. Berpikir Komputasional dan Pengenalan Pola

Berpikir komputasional adalah keterampilan kognitif tingkat tinggi yang mencakup pemecahan masalah melalui dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma [11].

Di antara keempat pilar tersebut, pengenalan pola atau *pattern recognition* memegang peranan vital sebagai fondasi dalam memecahkan masalah. Kemampuan ini memungkinkan siswa untuk menemukan kesamaan, tren, atau aturan tersembunyi di dalam sekumpulan data [12].

Dengan menguasai pola, siswa dapat merumuskan kesimpulan umum untuk menyelesaikan permasalahan sejenis secara lebih efisien dan terstruktur [13].

2.3. Framework Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA)

Framework Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA) merupakan pendekatan dalam perancangan *game* yang pertama kali diperkenalkan oleh Hunnicke, LeBlanc, dan Zubek sebagai kerangka formal untuk memahami hubungan antara sistem permainan dan pengalaman pemain [14].

Framework ini membagi struktur permainan ke dalam tiga komponen utama, yaitu *mechanics*, *dynamics*, dan *aesthetics*. *Mechanics* merujuk pada aturan, komponen, serta sistem dasar yang membentuk permainan. *Dynamics* menggambarkan interaksi yang terjadi antara pemain dan sistem permainan selama proses bermain berlangsung. Sementara itu, *aesthetics* berkaitan dengan pengalaman emosional, motivasi, serta kepuasan yang dirasakan pemain ketika berinteraksi dengan permainan. Dalam konteks *game* edukasi, penerapan *framework* MDA membantu memastikan bahwa media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai penyampai materi, tetapi juga mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif, menarik, dan bermakna [15].

2.4. Platform Construct 3

Construct 3 merupakan platform pengembangan *game* berbasis HTML5 yang memungkinkan pembuatan *game* 2D secara visual tanpa memerlukan kemampuan pemrograman yang kompleks [16].

Platform ini mendukung pengembangan *game* interaktif melalui sistem *event-based programming* yang memudahkan perancangan logika permainan. Dalam konteks pembelajaran, *Construct 3* banyak digunakan untuk mengembangkan media edukatif karena fleksibel, ringan, dan mudah diimplementasikan pada berbagai perangkat.

2.5. Penelitian Terdahulu

Pengembangan media pembelajaran berbasis *game* telah banyak dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya. Manik membuktikan bahwa penerapan *framework* MDA pada *game* edukasi tingkat SMP berhasil membuat siswa lebih tertarik dalam memahami algoritma karena adanya keseimbangan aspek mekanik dan estetika [15].

Selanjutnya, Permatasari mengembangkan *game* edukasi berbasis Construct 3 (MaTriG) yang terbukti adaptif dan mampu meningkatkan minat belajar siswa pada operasi matematika dasar [17].

Demikian pula, Nugraha dan Prasetyo menunjukkan bahwa penggunaan *game* berbasis Construct 3 memberikan umpan balik langsung yang membuat pembelajaran usia dini lebih efektif [18].

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas *game* edukasi dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep, fokus pengembangan pada aspek pengenalan pola dalam konteks SMK masih terbatas. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang mayoritas menasar jenjang dasar dan menengah pertama, penelitian ini secara khusus mengembangkan *game* edukasi berbasis Construct 3 dengan *framework* MDA untuk mengasah kemampuan *pattern recognition* siswa di jenjang SMK.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Studi ini diimplementasikan menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE). Kerangka kerja ini diaplikasikan karena menawarkan proses teratur dan berurutan yang sesuai untuk membangun media pembelajaran secara digital interaktif berupa *game* edukasi berbasis Construct 3 [5].

3.2 Analisis (Analysis)

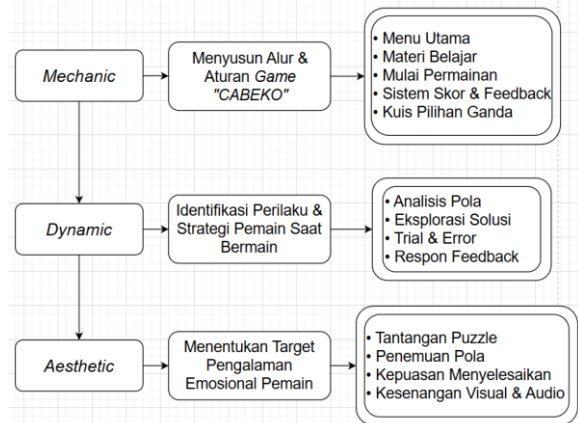
Fase awal ini difokuskan pada pemetaan kebutuhan dasar melalui observasi dan tes diagnostik terhadap 83 siswa kelas X MPLB di SMKN 1 Sukoharjo. Tujuan analisis ini adalah untuk mengidentifikasi kendala yang dialami siswa dalam pembelajaran Informatika. Berdasarkan hasil observasi dan tes diagnostik terhadap 83 siswa, ditemukan bahwa metode pembelajaran konvensional kurang mampu meningkatkan antusiasme siswa. Hal ini berdampak pada rendahnya keterampilan berpikir komputasional siswa, khususnya pada aspek pengenalan pola yang mendapat skor rata-rata terendah. Kondisi ini menunjukkan perlunya media pembelajaran alternatif yang lebih interaktif agar siswa dapat melatih logika berpikir dengan cara yang menyenangkan.

3.3 Perancangan (Design)

Tahap ini mencakup perancangan konsep *game* edukasi "CABEKO" (*Cara Berpikir Komputasional*) yang meliputi penyusunan materi, struktur level, dan desain antarmuka pengguna. Perancangan dilakukan dengan menerapkan pendekatan *framework* MDA untuk memastikan keseimbangan antara unsur edukasi dan pengalaman bermain.

Berdasarkan *framework* MDA yang dirancang, aspek *Mechanics* berfokus pada aturan *drag and drop* pengenalan pola dan sistem skor. *Dynamics* mengatur bagaimana pemain berinteraksi dalam memecahkan

masalah pola angka, sedangkan *Aesthetics* dirancang untuk memberikan rasa tertantang, kepuasan, dan kesenangan melalui elemen visual serta audio edukatif.



Gambar 1. *Framework* MDA [6]

3.4 Pengembangan (Development)

Pada tahap ini, dilakukan implementasi dari hasil perancangan ke dalam bentuk aplikasi *game* menggunakan *platform* Construct 3 berbasis HTML5. Fitur utama yang dikembangkan meliputi menu utama, materi belajar interaktif, simulasi kuis, serta sistem *leveling* permainan yang menyajikan tantangan pengenalan pola. Sebelum diujicobakan, produk *game* edukasi ini melalui tahap uji validasi awal yang dilakukan oleh satu orang ahli materi dan satu orang pula sebagai ahli media. Validasi ini bertujuan untuk menilai kesesuaian materi dan kualitas media sebelum diimplementasikan kepada pengguna.

3.5 Implementasi (Implementation)

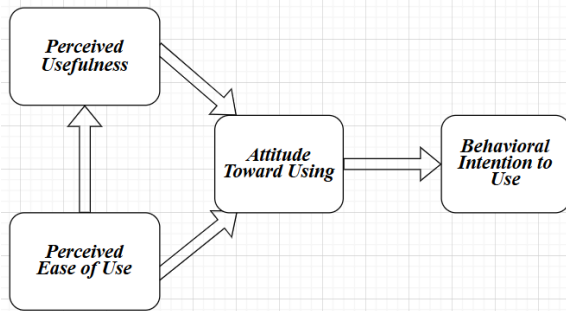
Game edukasi yang sudah divalidasi dan dinyatakan layak kemudian diimplementasikan dalam eksperimen lapangan. Sebanyak 35 peserta didik kelas X MPLB SMKN 1 Sukoharjo berpartisipasi sebagai sampel dalam penelitian ini. Siswa diberikan kesempatan untuk memainkan *game* CABEKO guna melihat respons, interaksi, serta kendala yang mungkin terjadi selama penggunaan media dalam proses pembelajaran.

3.6 Evaluasi (Evaluation)

Tahap ini bermaksud guna mengukur tingkat penerimaan dan efektivitas *game* berdasarkan umpan balik dari pengguna. Evaluasi dilakukan menggunakan kuesioner yang diadaptasi dari TAM dengan empat variabel utama yaitu Persepsi Kemudahan (*Perceived Ease of Use*), Persepsi Kebermanfaatan (*Perceived Usefulness*), Sikap Penggunaan (*Attitude Toward Using*), dan Niat Menggunakan (*Behavioral Intention to Use*). Kuesioner TAM terdiri dari 16 item pernyataan yang terbagi ke dalam 4 item untuk masing-masing variabel PEOU, PU, ATU, dan BIU yang diadaptasi dari model penerimaan teknologi yang diperkenalkan oleh Davis [7].

Instrumen kuesioner yang diberikan kepada siswa menggunakan skala Likert 1 sampai 5 guna

menghitung level persetujuan partisipan terhadap setiap pernyataan. Rentang penilaian terdiri dari 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Netral, 4 = Setuju, dan 5 = Sangat Setuju [19]. Skala ini digunakan untuk memperoleh gambaran persepsi siswa pada aspek kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, sikap penggunaan, serta niat untuk menggunakan game edukasi CABEKO sebagai media pembelajaran. Keterkaitan antar variabel dalam model TAM yang dipakai dalam studi ini tersaji lewat Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka TAM [20]

Analisis data dilakukan secara kuantitatif menerapkan teknik *Partial Least Squares - Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan bantuan software SmartPLS untuk menguji validitas instrumen dan signifikansi hubungan antar variabel. Metode PLS-SEM dipilih karena mampu menganalisis hubungan antar konstruk laten secara simultan serta tidak mewajibkan jumlah sampel yang besar dan distribusi data normal, sehingga layak diterapkan bagi penelitian dengan ukuran responden yang relatif terbatas. Pada tahap analisis model pengukuran, indikator dengan skor *outer loading* di bawah 0,70 dieliminasi untuk memenuhi kriteria validitas konvergen.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Game Edukasi

Hasil pengembangan pada penelitian ini adalah perangkat lunak berupa *game* edukasi berbasis HTML5 bernama "CABEKO" (*Cara Berpikir Komputasional*). *Game* ini dirancang menggunakan platform Construct 3 dengan mengintegrasikan *framework* MDA. Antarmuka pengguna didesain secara interaktif dengan dominasi visual yang ramah dan menarik guna merangsang keterlibatan siswa. Implementasi fitur utama mencakup menu navigasi, materi pembelajaran, serta evaluasi berbasis *puzzle* pengenalan pola.

Beberapa gambar berikut merupakan representasi visual dari *game* edukasi CABEKO:

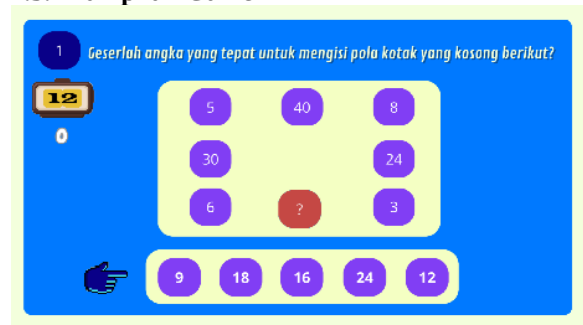
4.2. Menu Utama



Gambar 3. Menu utama

Bagian menu utama ada beberapa pilihan tombol untuk membuka beberapa tampilan lain diantaranya info, panduan, materi belajar, mulai permainan, kuis serta tombol keluar bilamana pengguna ingin keluar dari aplikasi.

4.3. Tampilan Game



Gambar 4. Game

Halaman ini merupakan inti dari permainan edukasi CABEKO. Pada bagian ini, pemain disajikan berbagai tantangan *puzzle* logika dengan tingkat kesulitan yang bertahap. Siswa diinstruksikan untuk memecahkan masalah pengenalan pola dengan cara menyeret (*drag*) pilihan jawaban angka atau bentuk ke dalam ruang kosong (*drop*) yang telah disediakan pada soal. Fitur drag-and-drop pada soal yang ditampilkan pada Gambar 4 merupakan implementasi dari aspek *mechanics*, sedangkan penyajian tantangan secara bertahap menciptakan *dynamics* yang memicu rasa penasaran siswa, sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang menarik sebagai bagian dari aspek *aesthetics* dalam *framework* MDA.

4.4. Black Box Testing

Sebelum produk diimplementasikan dalam uji coba lapangan bersama siswa, *game* edukasi ini harus melalui tahap pengujian teknis dan validasi kelayakan. Pengujian teknis dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* yang berfokus pada fungsionalitas *input* dan *output* aplikasi. Paparan hasil pengujian sistem disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Blackbox testing

No	Skenario Pengujian	Langkah Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Membuka game	Membuka game CABEKO	Aplikasi game berhasil terbuka dan menampilkan halaman utama	Sesuai	✓
2	Tampilan Menu Utama	Mengamati halaman utama	Tombol Mulai Permainan, Materi Belajar, Quiz, Info, dan tombol keluar tampil	Sesuai	✓
3	Kontrol Backsound	Klik tombol mute/unmute	Suara backsound aktif/nonaktif	Sesuai	✓
4	Mulai Permainan	Klik tombol mulai permainan	Pop-up input nama pemain muncul dan menuju tantangan level 1	Sesuai	✓
5	Buka Materi Belajar	Klik tombol materi belajar	Materi pertama tampil	Sesuai	✓
6	Buka Kuis	Klik tombol kuis	Halaman Kuis tampil	Sesuai	✓
7	Panduan	Klik tombol panduan	Informasi fitur dalam aplikasi serta cara bermain	Sesuai	✓
8	Tombol Keluar	Klik tombol Keluar	Aplikasi game tertutup	Sesuai	✓

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa seluruh skenario pengujian fungsionalitas utama aplikasi telah beroperasi secara valid dan sesuai dengan rancangan yang diharapkan. Mulai dari proses membuka *game*, navigasi menu utama, kontrol *backsound*, hingga fungsi dasar penutup aplikasi tidak menunjukkan adanya kegagalan sistem. Kondisi ini mengonfirmasi bahwa *game* edukasi CABEKO telah memenuhi standar kelayakan teknis secara menyeluruh.

4.5. Pengujian Ahli Media dan Ahli Materi

Setelah melalui uji teknis, kelayakan produk secara fungsional dan substansial dievaluasi oleh satu orang ahli media dan satu orang ahli materi (Guru Informatika). Penilaian ini dilaksanakan melalui pengisian instrumen kuesioner dengan rentang Skala Likert 1 hingga 4 (1 = Kurang Layak, 2 = Cukup Layak, 3 = Layak, 4 = Sangat Layak) [21]. Hasil rekapitulasi penilaian dari ahli media disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Indikator	Tingkat Penilaian			
			1	2	3	4
1	Tampilan visual	Desain antarmuka menarik			✓	
2	Warna dan grafis	Kombinasi warna nyaman			✓	
3	Tipografi	Teks mudah dibaca			✓	
4	Navigasi	Navigasi mudah dipahami				✓
5	Interaktivitas	Respon sistem baik				✓
6	Audio	Audio mendukung pembelajaran				✓
7	Kesesuaian media	Media sesuai tujuan pembelajaran				✓
8	Kinerja sistem	Game berjalan tanpa error				✓
9	Kompatibilitas	Game dapat berjalan pada perangkat yang digunakan				✓
10	Efisiensi media	Media mudah digunakan tanpa memerlukan waktu lama				✓

Berdasarkan Tabel 2, hasil penilaian teknis dan kegrafikan menunjukkan bahwa *game* edukasi CABEKO memenuhi kriteria sangat layak. Sebagian besar indikator krusial, seperti kualitas tampilan visual, interaktivitas, kinerja sistem tanpa *error*, hingga efisiensi media, berhasil mendapatkan skor maksimal (4). Hal ini mengonfirmasi bahwa antarmuka pengguna (*user interface*) telah dirancang dengan intuitif, dan elemen multimedia di dalamnya

mampu merespons instruksi pemain secara optimal. Secara keseluruhan, arsitektur media dinilai sangat memadai untuk memfasilitasi proses pembelajaran yang interaktif.

Evaluasi tahap selanjutnya berfokus pada substansi konten yang diujikan kepada ahli materi. Hasil penilaian terhadap kualitas modul dan skenario pembelajaran dalam aplikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Indikator	Tingkat Penilaian			
			1	2	3	4
1	Kesesuaian materi	Materi sesuai dengan kompetensi berpikir komputasional				✓
2	Ketepatan konsep	Konsep pengenalan pola disajikan dengan benar			✓	
3	Kejelasan materi	Materi mudah dipahami oleh siswa SMK				✓
4	Kedalaman materi	Materi tidak terlalu dangkal atau terlalu sulit				✓
5	Sistematika penyajian	Urutan materi disajikan secara runtut				✓
6	Kesesuaian soal	Soal/tantangan relevan dengan materi				✓
7	Tingkat kesulitan	Tingkat kesulitan soal sesuai kemampuan siswa			✓	

No	Aspek Penilaian	Indikator	Tingkat Penilaian			
			1	2	3	4
8	Keakuratan contoh	Contoh yang diberikan sesuai dengan konsep materi				✓
9	Relevansi pembelajaran	Materi relevan dengan pembelajaran di SMK				✓
10	Dukungan pembelajaran	Materi membantu siswa memahami pengenalan pola			✓	

Merujuk pada data di Tabel 3, penilaian dari validator materi menegaskan bahwa konten yang diintegrasikan ke dalam aplikasi sudah selaras dengan tujuan pembelajaran. Indikator esensial yang mencakup ketepatan konsep pengenalan pola, keakuratan contoh soal, serta relevansi materi dengan jenjang SMK memperoleh skor tertinggi (4). Validator menyimpulkan bahwa tingkat kedalaman materi sudah proporsional dan bahasa yang digunakan sangat komunikatif. Dengan demikian, *game* edukasi ini dinyatakan sangat valid secara akademis untuk diimplementasikan sebagai instrumen mengasah kemampuan berpikir komputasional siswa.

4.6. Evaluasi Model Pengukuran (Outer Model)

Setelah data respons dari 35 siswa terkumpul, analisis dilanjutkan ke fase pengujian model pengukuran (*outer model*) melalui aplikasi bantuan SmartPLS. Tahap ini dimaksudkan guna menguji validitas konvergen dan reliabilitas indikator pada instrumen TAM.

4.7. Uji Validitas Konvergen

Pengujian validitas konvergen tahap pertama dilaksanakan dengan memeriksa nilai *outer loading* setiap indikator. Standar yang digunakan adalah nilai *outer loading* harus lebih besar dari 0,70. Hasil kalkulasi tahap pertama ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Outer Loading* Tahap Awal

	ATU	BIU	PEOU	PU
ATU1	0,830			
ATU2	0,805			
ATU3	0,386			
ATU4	0,690			
BIU1		0,867		
BIU2		0,519		
BIU3		0,800		
BIU4		0,719		
PEOU2			0,824	
PEOU3			0,676	
PEOU4			0,725	
PU1				0,804
PU2				0,889
PU3				0,862
PU4				0,757
PEOU1			0,615	

Hasil uji pada Tabel 4 menunjukkan bahwa mayoritas indikator sudah mencapai syarat validitas konvergen dengan nilai *outer loading* melampaui 0,70. Meski demikian, beberapa indikator yang nilainya belum mencapai standar minimum memerlukan

evaluasi mendalam sebelum penelitian beralih ke tahap analisis selanjutnya.

4.8. Eliminasi Indikator

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa sejumlah indikator belum mencapai standar validitas konvergen yang dipersyaratkan. Namun, terdapat satu indikator pada variabel *Attitude Toward Using* (Sikap Penggunaan), yaitu ATU3, yang memiliki nilai *outer loading* sebesar 0,386. Sebab angka tersebut belum mendekati titik batas yang disyaratkan, maka indikator ATU3 dinyatakan tidak valid. Sebagai langkah reduksi data untuk memperbaiki kualitas model, indikator ATU3 dieliminasi dari model, kemudian dilakukan proses kalkulasi ulang.

4.9. Uji Reliabilitas Konstruk

Selanjutnya, untuk memastikan bahwa instrumen kuesioner konsisten dan dapat diandalkan, dilakukan uji reliabilitas konstruk dengan melihat nilai *Average Variance Extracted* (AVE), *Cronbach's Alpha*, dan *Composite Reliability*. Suatu variabel dinyatakan reliabel jika nilai AVE > 0,50 serta nilai *Cronbach's Alpha* dan *Composite Reliability* > 0,70.

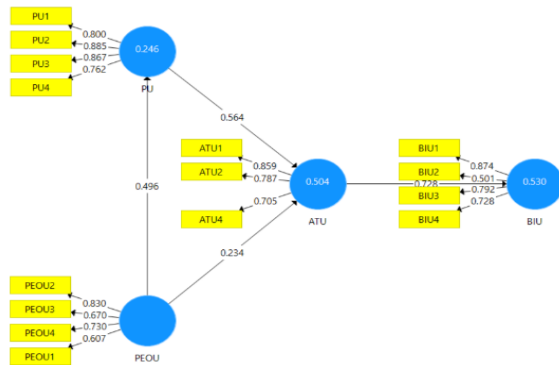
Tabel 5. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Akhir

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
ATU	0,688	0,703	0,828	0,618
BIU	0,713	0,761	0,821	0,543
PEOU	0,673	0,683	0,804	0,510
PU	0,851	0,884	0,898	0,689

Berdasarkan Tabel 5, bahwa seluruh variabel (ATU, BIU, PEOU, dan PU) sudah mempunyai nilai AVE di atas 0,50, yang memperlihatkan bahwa validitas konvergen pada tingkat konstruk telah terpenuhi. Pada pengujian reliabilitas, nilai *Cronbach's Alpha* pada variabel ATU dan PEOU terletak tipis di bawah angka ideal 0,70, dimana angka tersebut menyentuh 0,688 dan 0,673. Namun demikian, nilai *Composite Reliability* pada seluruh variabel telah melampaui ambang batas minimum 0,70, sehingga menunjukkan bahwa instrumen kajian memiliki konsistensi internal yang baik. Dalam kaidah analisis PLS-SEM, *Composite Reliability* dipandang sebagai parameter yang lebih akurat dan direkomendasikan untuk mengukur konsistensi internal suatu konstruk dibandingkan *Cronbach's Alpha*. Melalui hal ini, instrumen pengukuran pada penelitian ini tetap tergolong masih valid serta reliabel, maka analisis dapat diteruskan pada tahap evaluasi model struktural untuk pengujian hipotesis.

4.10. Model Pengukuran Akhir

Hasil model pengukuran setelah indikator ATU3 dieliminasi menunjukkan bahwa seluruh indikator yang tersisa telah memenuhi kriteria validitas konvergen. Keterkaitan antar variabel pada kerangka TAM serta besaran nilai *outer loading* tiap indikator pada tahap akhir dapat dilihat secara mendetail pada Gambar 5.



Gambar 5. Path model akhir

Sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 5, pemenuhan kriteria *outer loading* telah dicapai oleh seluruh indikator yang mewakili masing-masing konstruk, sehingga model pengukuran terbukti memenuhi kriteria untuk fase evaluasi model struktural (*inner model*).

4.11. Pengujian Hipotesis (Inner Model)

Setelah model pengujian dikonfirmasi valid serta reliabel, fase krusial berikutnya ialah pengujian model struktural (*inner model*) untuk membuktikan hipotesis penelitian. Pengujian ini memakai prosedur *bootstrapping* pada SmartPLS. Dasar penentuan keputusan dalam uji hipotesis ini mengacu pada nilai *T Statistics* dan *P Values*. Suatu hipotesis terbukti valid serta memiliki pengaruh yang signifikan apabila nilai *T Statistics* > 1,96 dan nilai *P Values* < 0,05. Hasil pengujian *Path Coefficients* dari model yang dievaluasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Hipotesis

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
ATU → BIU	0,728	0,747	0,080	9,057	0,000
PEOU → ATU	0,234	0,255	0,156	1,503	0,133
PEOU → PU	0,496	0,524	0,123	4,020	0,000
PU → ATU	0,564	0,558	0,120	4,700	0,000

Berdasarkan Tabel 6, Persepsi Kemudahan Penggunaan (PEOU) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Persepsi Kemanfaatan (PU) dengan nilai *P Values* 0,000 dan *T Statistics* 4,020. Temuan ini sejalan dengan model TAM yang menyatakan bahwa persepsi kemudahan penggunaan dapat meningkatkan persepsi kebermanfaatan suatu teknologi [7].

Artinya, desain antarmuka *game* CABEKO yang mudah dioperasikan membuat siswa merasakan manfaat nyata dalam proses pembelajaran. Adapun kemanfaatan yang dirasakan (PU) tersebut terbukti memberikan pengaruh kuat pada Sikap Penggunaan (ATU) dengan *P Values* 0,000 dan *T Statistics* 4,700. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa yang menganggap *game* ini efektif untuk memahami materi pengenalan pola akan secara alami membentuk respons emosional dan sikap yang positif terhadap media tersebut.

Di sisi lain, hipotesis mengenai dampak langsung persepsi kemudahan (PEOU) terhadap sikap (ATU) ditolak, ditunjukkan oleh nilai *P Values* 0,133 (> 0,05) dan *T Statistics* 1,503 (< 1,96). Temuan ini menunjukkan bahwa kemudahan navigasi saja tidak cukup untuk membentuk sikap positif siswa tanpa disertai manfaat edukatif yang dirasakan. Sikap penggunaan (ATU) terbukti memberikan dampak yang paling kuat terhadap Niat Menggunakan (BIU) dengan *P Values* 0,000 dan *T Statistics* 9,057. Dengan demikian, kepuasan dan pengalaman belajar yang

bermakna mendorong siswa untuk terus menggunakan *game* CABEKO di masa mendatang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan *game* edukasi CABEKO berbasis Construct 3 yang sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran materi pengenalan pola siswa SMK. Uji *Black Box* dan validasi ahli membuktikan bahwa aplikasi ini berfungsi optimal tanpa kendala teknis. Berdasarkan evaluasi TAM, variabel Persepsi Kemanfaatan (PU) terbukti menjadi faktor penentu utama. Kemudahan penggunaan *game* (PEOU) secara signifikan meningkatkan rasa manfaat (PU), yang kemudian berdampak positif pada sikap (ATU) dan tingginya niat siswa untuk terus menggunakan aplikasi ini (BIU). Temuan ini mengimplikasikan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif di masa depan harus memprioritaskan kualitas konten edukatif di samping kemudahan navigasi sistem untuk menjamin penerimaan pengguna yang berkelanjutan. Sebagai saran, penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas topik pada pilar berpikir komputasional lainnya, memperbanyak jumlah sampel uji coba di berbagai instansi pendidikan, serta menambahkan sistem penyimpanan *database* terintegrasi secara permanen agar histori nilai dan progres belajar siswa dapat dipantau langsung oleh guru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Muttaqin, "Pengaruh game edukatif dalam menunjang kemampuan berpikir komputasional," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, vol. 10, no. 1, pp. 165–170, Nov. 2024, Accessed: Oct. 22, 2025. [Online]. Available: <https://research-report.umm.ac.id/index.php/snpb/article/view/281>
- [2] K. T. Agustini, I. N. Suparta, and I. M. Ardana, "Meningkatkan Keterampilan Berpikir Komputasi Menggunakan Game Edukasi dengan Model Game Based Learning," *Jurnal Media dan Teknologi Pendidikan*, vol. 4, no. 4, pp. 627–638, Oct. 2024, doi: 10.23887/jmt.v5i1.86440.
- [3] F. Juliana, H. S. Lukman, and P. S. Balkist, "Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri dengan Pendekatan Realistik untuk Meningkatkan Kemampuan Computational Thinking Siswa SMP," *Indiktika : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 1, pp. 182–196, Dec. 2024, doi: 10.31851/indiktika.v7i1.16225.
- [4] S. Sukirman, I. Yuliana, and F. Aulia Wildan Ramadhan, "Adapting the Bebras Challenge into an Educational Game for Learning Computational Thinking and Assessing Its Usability," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 11, no. 1, pp. 124–135, Jan. 2026, doi: 10.33394/jtp.v11i1.15373.
- [5] F. Fachrurroji, S. Auliana, G. U. Pratama, A. Halim, and G. D. P. Aryono, "PERANCANGAN GAME EDUKASI MATEMATIKA DASAR BERBASIS CONSTRUCT 3 DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA TERHADAP KONSEP MATEMATIKA SECARA EFEKTIF," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 1, pp. 1799–1805, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12589>.
- [6] R. Taufiqurrahman, A. Wahyudin, and Y. A. Hambali, "IMPLEMENTASI FRAMEWORK MECHANICS-DYNAMICS-AESTHETICS PADA RANCANG BANGUN GAME BERDASARKAN KONSEP BERPIKIR KOMPUTASIONAL," *Jurnal informasi dan Komputer*, vol. 13, no. 2, pp. 1–14, Oct. 2025, doi: <https://doi.org/10.35959/jik.v13i02.718>.
- [7] F. D. Davis, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology," *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340, Sep. 1989, doi: <https://doi.org/10.2307/249008>.
- [8] S. Sukirman, A. Chamsudin, E. Supriyanto, I. Yuliana, A. Setiawan, and J. Wantoro, "Exploring Student Perceptions and Acceptance of ChatGPT in Enhanced AI-Assisted Learning," in *2024 International Conference on Smart Information Management and Learning (SIML)*, Surakarta: IEEE, Jul. 2024, pp. 1–6. doi: <https://doi.org/10.1109/SIML61815.2024.10578145>.
- [9] S. Guritno and S. N. Huda, "Tinjauan Literatur: Game Edukasi Petualangan Sebagai Media Pembelajaran Matematika," *Prosiding Automata (Ajang Unjuk Tugas Akhir oleh Mahasiswa Informatika)*, vol. 4, no. 2, pp. 1–4, Nov. 2023, Accessed: Oct. 24, 2025. [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/28657>
- [10] S. Sukirman, L. F. M. Ibharm, C. S. Said, and B. Murtiyasa, "A Strategy of Learning Computational Thinking through Game Based in Virtual Reality: Systematic Review and Conceptual Framework," *Informatics in Education*, vol. 21, no. 1, pp. 179–200, Aug. 2022, doi: 10.15388/infedu.2022.07.
- [11] E. Candrawati, R. Eko Sardjono, I. Rohman, and B. Kurnia Prahani, "Implementation of Computational Thinking through Game-Based Learning: A Systematic Literature Review," *KnE Social Sciences*, pp. 807–813, Apr. 2024, doi: 10.18502/kss.v9i8.15653.
- [12] M. Taufik, A. Inam, and R. D. Susanti, "Computational thinking in mathematical problem solving: Pattern recognition," *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, vol. 5, no. 3, pp. 791–797, Mar. 2024, doi: 10.11594/ijmaber.05.03.05.
- [13] T. Memolo, "Pembelajaran Matematika Berpikir Komputasi Materi Pola Bilangan dengan Media Kalkulator Web Berbasis Javascript," *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, vol. 6, no. 3, pp. 815–826, Nov. 2022, doi: 10.26811/didaktika.v6i3.854.
- [14] R. Hunicke, M. Leblanc, and R. Zubek, "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research," in *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, San Jose, CA: The Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2004, pp. 1–5. Accessed: Mar. 14, 2026. [Online]. Available: <https://aaai.org/papers/ws04-04-001-mda-a-formal-approach-to-game-design-and-game-research/>
- [15] J. M. Manik, E. M. A. Jonemaru, and T. Afirianto, "Pengembangan Gim Edukasi Konsep Algoritma pada Mata Pelajaran Informatika Sekolah Menengah Pertama menggunakan Mechanics Dynamics Aesthetics (MDA) Framework," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 8, pp. 3595–3604, Oct. 2023, Accessed: Mar. 19, 2026. [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12841>
- [16] D. P. Ramadani, P. O. D. Wibisono, Prayitno, and M. Ismail, "Development of an Adventure Game Using Construct 3: The Lost: Roux's

- Escape,” *Media Journal of General Computer Science*, vol. 2, no. 1, pp. 28–47, Jan. 2025, doi: 10.62205/mjgcs.v2i1.98.
- [17] S. Permatasari, M. Asikin, and N. R. Dewi, “MaTriG: Game Edukasi Matematika dengan Construct 3,” *Indonesian Journal of Computer Science Attribution*, vol. 1, no. 1, pp. 233–245, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.33022/ijcs.v1i1.3025>.
- [18] F. Nugraha and R. T. Prasetyo, “GAME PEMBELAJARAN MENULIS ANGKA DENGAN CONSTRUCT 3 DI SDN PUSPAJAYA,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 31–39, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3602.
- [19] S. M. Fahmi, J. Jasmir, and S. R. Agustini, “Analisis Persepsi Terhadap Teknologi Augmented Reality Dalam Kegiatan Pembelajaran Di Kota Jambi Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM) (Studi Kasus : SD, SMP, SMA ATTAUFIQ),” *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, vol. 4, no. 1, pp. 874–882, Apr. 2024, doi: <https://doi.org/10.33998/jakakom.2024.4.1.1659>.
- [20] R. NurJannah, “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Aplikasi Posfin Berbasis Web di Pt Pos Indonesia,” *Journal Locus Penelitian dan Pengabdian*, vol. 1, no. 4, pp. 247–262, Jul. 2022, doi: 10.36418/locus.v1i4.53.
- [21] Moh. F. Erinsyah, G. W. Sasmito, D. S. Wibowo, and V. K. Bakti, “Sistem Evaluasi Pada Aplikasi Akademik Menggunakan Metode Skala Likert Dan Algoritma Naïve Bayes,” *KOMPUTA: Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 74–82, Apr. 2024, doi: <https://doi.org/10.34010/komputa.v13i1.10940>