



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 7931-7939

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

## Evaluasi Usabilitas dan Pengalaman Pengguna *Game Puzzle Drag-and-Drop* “Puzzlemetry” untuk Pembelajaran Bangun Datar Gabungan pada Siswa SMK dengan Instrumen CSUQ

Ahmad Fairuzabadi<sup>1</sup>, Shaifany Fatriana Kadir<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Widyagama

<sup>1</sup>fairuz@widyagama.ac.id\*, <sup>2</sup>shaifanyfk@widyagama.ac.id

### Abstrak

Pembelajaran geometri, khususnya pada topik bangun datar gabungan, masih menjadi tantangan bagi siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) karena menuntut keterampilan visualisasi spasial dan analitis. Untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional, media pembelajaran digital berbasis game semakin banyak dikembangkan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi aspek usability dan user experience (UX) dari *Puzzlemetry*, sebuah game edukasi berbasis puzzle drag-and-drop yang dirancang untuk mendukung pembelajaran geometri. Desain penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan model *Agile-Extreme Programming (Agile-XP)*. Subjek penelitian adalah 40 siswa kelas XI SMK di Malang yang dipilih secara purposif berdasarkan kesulitan dalam memahami bangun datar gabungan serta familiaritas dengan perangkat mobile. Seluruh prosedur telah memperoleh persetujuan etik dari sekolah dan orang tua siswa. Instrumen evaluasi menggunakan *Computer System Usability Questionnaire (CSUQ)* versi terjemahan bahasa Indonesia yang telah diuji reliabilitas internalnya (*Cronbach's  $\alpha = 0,89$* ). *CSUQ* terdiri dari 18 butir yang mengukur tiga dimensi: *System Usefulness* (7 item), *Information Quality* (6 item), dan *Interface Quality* (5 item). Setiap item dinilai dengan skala Likert 1-7, lalu dikonversi ke persentase menggunakan rumus skor aktual/skor maksimal  $\times 100\%$ . Kategori interpretasi ditetapkan sebagai baik ( $\geq 70\%$ ), cukup (50–69%), dan kurang ( $< 50\%$ ). Analisis dilakukan secara deskriptif, dilengkapi interval kepercayaan 95% untuk setiap dimensi. Hasil menunjukkan skor usability agregat 78,2% (kategori baik), dengan dimensi tertinggi pada *System Usefulness* (80%), diikuti *Interface Quality* (77,5%) dan *Information Quality* (77%). Temuan ini mengindikasikan bahwa *Puzzlemetry* memiliki usability yang baik dan berpotensi mendukung pemahaman konsep geometri, meskipun aspek visual dan kualitas informasi masih memerlukan perbaikan. Studi ini memberikan kontribusi pada literatur game edukasi berbasis geometri di tingkat SMK, serta menekankan pentingnya integrasi evaluasi usability formal menggunakan *CSUQ* dalam pengembangan media pembelajaran digital.

*Kata kunci:* Evaluasi Usability, Pengalaman Pengguna, CSUQ, Mekanisme Drag-And-Drop, Pembelajaran Geometri

### 1. Latar Belakang

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran fundamental yang berperan penting dalam membekali siswa dengan kemampuan berpikir logis, analitis, dan sistematis. Di antara cabang matematika, geometri menempati posisi strategis karena menuntut keterampilan visualisasi spasial sekaligus kemampuan penalaran analitis dalam memecahkan masalah. Namun, berbagai penelitian menegaskan bahwa geometri juga menjadi salah satu topik yang paling sulit dipahami siswa di berbagai jenjang pendidikan [1], [2]. Salah satu materi yang sering kali menimbulkan kesulitan adalah bangun datar gabungan, yang membutuhkan kemampuan mengidentifikasi bentuk-bentuk sederhana, mengombinasikannya, serta menghitung ukuran tertentu berdasarkan prinsip spasial. Keterampilan ini tidak hanya terkait dengan kemampuan matematis, tetapi juga dengan kapasitas visual dan kognitif siswa dalam mengonstruksi representasi mental dari objek geometri.

Kendala dalam memahami bangun datar gabungan sebagian besar muncul karena pembelajaran konvensional masih berfokus pada penjelasan verbal guru dan latihan soal tertulis. Pendekatan seperti ini cenderung menekankan hafalan prosedur tanpa mendukung pengembangan visualisasi spasial secara memadai. Sebagai contoh, siswa

Evaluasi Usabilitas dan Pengalaman Pengguna *Game Puzzle Drag-and-Drop* “Puzzlemetry” untuk Pembelajaran Bangun Datar Gabungan pada Siswa SMK dengan Instrumen CSUQ

kerap kesulitan mengimajinasikan bagaimana sebuah persegi panjang dapat diuraikan menjadi dua segitiga kongruen, atau bagaimana menghitung luas bangun gabungan yang terdiri dari persegi, setengah lingkaran, dan segitiga dalam satu bidang. Hambatan tersebut diperparah dengan keterbatasan media pembelajaran yang kurang mendukung interaksi langsung antara siswa dengan objek geometri. Akibatnya, pemahaman konsep menjadi dangkal dan motivasi belajar siswa menurun [3].

Perkembangan teknologi digital menawarkan peluang baru untuk mengatasi keterbatasan ini. Salah satu bentuk inovasi yang mulai banyak dimanfaatkan adalah media pembelajaran berbasis game edukasi. Game edukasi dirancang untuk memadukan konten pembelajaran dengan mekanisme interaktif yang dapat menumbuhkan motivasi intrinsik siswa. Melalui elemen permainan seperti tantangan, umpan balik langsung, dan visualisasi dinamis, game mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan menyenangkan [4]. Sejumlah studi menunjukkan bahwa game edukasi dapat meningkatkan keterlibatan, memperdalam pemahaman konsep, serta mendukung pencapaian hasil belajar, khususnya dalam mata pelajaran yang dianggap sulit seperti matematika [5], [6].

Dari perspektif teori pembelajaran, pemanfaatan game edukasi memiliki dasar yang kuat. Cognitive Load Theory menjelaskan bahwa keberhasilan pembelajaran dipengaruhi oleh beban kognitif yang dialami siswa [7]. Informasi yang kompleks, seperti bangun datar gabungan, berpotensi menimbulkan beban kognitif berlebih jika hanya disampaikan melalui penjelasan verbal. Dengan bantuan visualisasi interaktif, beban kognitif intrinsik dapat dikurangi, sementara kapasitas memori kerja siswa dapat difokuskan pada pemahaman konsep inti. Hal ini sejalan dengan Multimedia Learning Theory yang dikembangkan oleh Mayer, yang menegaskan bahwa pembelajaran lebih efektif jika informasi disajikan melalui kombinasi teks, gambar, dan animasi interaktif [8]. Game berbasis puzzle drag-and-drop, yang memungkinkan siswa memanipulasi bentuk-bentuk geometri secara langsung, merupakan contoh konkret penerapan teori ini.

Selain itu, Scaffolding Theory yang diperkenalkan oleh Vygotsky menekankan pentingnya dukungan bertahap dalam proses pembelajaran [9]. Game edukasi dapat mengimplementasikan scaffolding melalui level tantangan yang meningkat secara progresif, tutorial interaktif, maupun petunjuk kontekstual. Dengan demikian, siswa memperoleh bantuan awal yang memadai sebelum dilepaskan untuk menyelesaikan puzzle yang lebih kompleks secara mandiri. Integrasi ketiga kerangka teori ini menunjukkan bahwa puzzle drag-and-drop bukan sekadar fitur teknis, melainkan juga strategi pedagogis yang dapat meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus motivasi belajar.

Sejumlah penelitian telah mengeksplorasi pemanfaatan game edukasi dalam pembelajaran geometri. Serrano-Baena et al. mengembangkan GeoBlocks, sebuah game berbasis puzzle untuk siswa sekolah dasar yang berfokus pada manipulasi bentuk 2D dan perhitungan luas. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konsep luas bangun datar melalui interaksi langsung dengan objek digital [10]. Puig et al. menekankan peran scaffolding berbasis gamifikasi, di mana tantangan bertingkat dan umpan balik kontekstual berhasil meningkatkan motivasi serta hasil tes siswa pada topik geometri dasar [11]. Strukova et al. memperkenalkan Shadowspect, game geometri berbasis puzzle 3D yang tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai instrumen penilaian keterampilan visualisasi spasial siswa [12]. Demir meneliti penggunaan software game geometri pada siswa dengan disabilitas intelektual, dan menemukan bahwa motivasi serta keterlibatan belajar meningkat, meskipun evaluasi aspek usability dan UX belum dilakukan secara mendalam [13]. Sementara itu, Sukirman et al. mengembangkan game berbasis realitas virtual untuk computational thinking, yang terbukti meningkatkan keterlibatan siswa, namun kompleksitas teknologi VR membuatnya sulit diimplementasikan secara luas pada sekolah umum [14].

Lebih jauh, literatur terbaru memperkuat urgensi penggunaan instrumen evaluasi usability formal seperti Computer System Usability Questionnaire (CSUQ). Vlachogianni dan Tselios (2023) dalam ulasan sistematisnya terhadap 42 studi yang menggunakan PSSUQ/CSUQ menemukan bahwa rata-rata skor usability berada pada kategori cukup hingga baik ( $M = 72,75$ ,  $SD = 15,12$ ), dengan aplikasi mobile cenderung memiliki skor lebih tinggi dibandingkan platform lain [18]. Hal ini mengindikasikan bahwa CSUQ semakin menjadi rujukan standar dalam penelitian usability pendidikan digital. Aspek adaptasi budaya instrumen juga semakin diperhatikan; Wang et al. (2023) berhasil mengadaptasi CSUQ ke dalam konteks bahasa Mandarin dengan reliabilitas dan validitas yang baik, menunjukkan bahwa instrumen ini fleksibel digunakan lintas budaya [19]. Studi Acala dan Talirongan (2023) bahkan menerapkan CSUQ untuk menilai portal universitas dengan melibatkan 185 mahasiswa, dan menemukan bahwa dimensi Interface Quality dan Information Quality merupakan prediktor utama kepuasan pengguna [20]. Temuan-temuan ini menunjukkan relevansi CSUQ tidak hanya dalam konteks sistem informasi, tetapi juga dalam evaluasi media pembelajaran digital.

Selain itu, teknologi baru juga telah diuji dengan instrumen CSUQ. Criollo-C et al. (2025) mengevaluasi aplikasi mixed reality Build\_3D menggunakan IBM-CSUQ pada perangkat Meta Quest 3. Hasil penelitian menunjukkan skor usability tinggi, khususnya pada dimensi Interface Quality, menegaskan pentingnya kualitas antarmuka sebagai penentu pengalaman pengguna [21]. Meski demikian, kompleksitas teknologi MR/VR membuat implementasi di sekolah menengah, khususnya SMK, masih terbatas. Di sisi lain, penelitian lokal oleh Astrianingsih et al. (2024) mengembangkan game edukasi geometri berbasis etnomatematika di Banten dengan metode R&D, yang memperoleh skor validasi  $\geq 75\%$  pada aspek desain dan penggunaan [22]. Studi ini menunjukkan bahwa game edukasi geometri berbasis budaya memiliki potensi besar, meskipun instrumen evaluasi usability formal seperti CSUQ belum diterapkan. Hal ini semakin menegaskan adanya celah penelitian di area usability formal, khususnya pada konteks SMK.

Secara keseluruhan, meskipun penelitian game edukasi geometri telah menunjukkan perkembangan signifikan, terdapat empat gap utama. Pertama, fokus topik penelitian masih terbatas pada pengenalan bentuk dasar atau visualisasi 3D, bukan bangun datar gabungan 2D yang lebih kompleks. Kedua, evaluasi usability dan UX sering kali tidak dilakukan menggunakan instrumen standar seperti CSUQ, padahal instrumen ini terbukti reliabel dan valid [16], [18]-[20]. Ketiga, penelitian dengan populasi SMK nyaris tidak ditemukan, padahal kelompok ini menghadapi tantangan unik dalam pembelajaran geometri dan memerlukan media pembelajaran yang aplikatif serta mudah diakses [17]. Keempat, studi terbaru banyak mengeksplorasi teknologi imersif (AR/VR/MR) yang menekankan aspek kebaruan, namun justru mengabaikan usability dalam konteks sederhana seperti game puzzle 2D yang lebih praktis diterapkan di sekolah [21], [23].

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan pada tiga aspek utama:

- (i) fokus pada topik bangun datar gabungan 2D yang belum banyak dieksplorasi melalui game digital,
- (ii) penggunaan instrumen standar CSUQ untuk mengevaluasi usability dan UX, serta
- (iii) konteks populasi siswa SMK, yang masih jarang menjadi target penelitian.

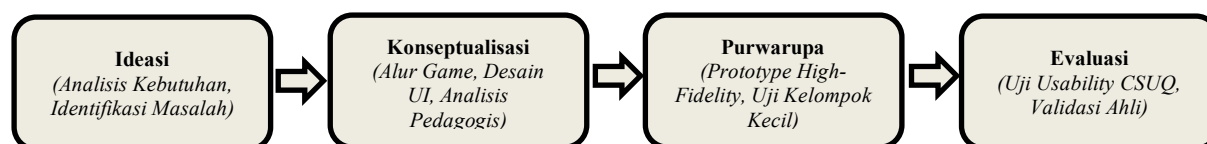
Dengan mengintegrasikan kerangka teori kognitif, desain interaktif berbasis puzzle drag-and-drop, dan evaluasi empiris melalui CSUQ, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur game edukasi sekaligus memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan media pembelajaran yang usable, menarik, dan relevan dengan kebutuhan pendidikan vokasional.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* untuk mengembangkan dan mengevaluasi game edukasi berbasis mobile *Puzzlemetry*, yang ditujukan untuk pembelajaran geometri bangun datar gabungan. Pendekatan R&D dipilih karena memberikan kerangka iteratif untuk menghasilkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Dalam implementasinya, penelitian ini mengadaptasi metode *Agile-Extreme Programming (Agile-XP)* yang menekankan pengembangan cepat, fleksibel, dan berbasis umpan balik pengguna secara berulang. Hal ini memungkinkan perbaikan produk di setiap tahapan sehingga game dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan lebih optimal.

### 2.2. Tahapan Pengembangan Game



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Game

Seperti yang digambarkan pada Gambar 1, pengembangan *Puzzlemetry* dilakukan dalam empat tahapan utama:

#### 1. *Ideation* (Ideasi)

Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi kelas, wawancara dengan guru, serta studi literatur terkait kesulitan siswa dalam memahami geometri bangun datar gabungan. Temuan ini kemudian digunakan untuk merumuskan konsep game dengan mekanisme drag-and-drop puzzle, yang bertujuan meningkatkan pemahaman konsep secara interaktif dan menyenangkan.

## 2. *Conceptualization* (Konseptualisasi)

Pada tahap ini dirancang alur permainan, antarmuka pengguna, dan mekanisme puzzle *drag-and-drop*. Desain antarmuka dikembangkan agar sederhana, intuitif, dan mudah digunakan oleh siswa dengan tingkat keterampilan teknologi yang bervariasi. Selain itu, dilakukan analisis pedagogis untuk memastikan keselarasan dengan tujuan pembelajaran geometri.

## 3. *Prototyping* (Purwarupa)

Purwarupa (*high-fidelity prototype*) game dikembangkan dan diuji coba pada kelompok kecil siswa. Uji coba awal ini berfungsi untuk menilai *gameplay*, kelancaran interaksi, serta kemudahan penggunaan antarmuka. Umpan balik dari siswa digunakan sebagai dasar penyempurnaan produk sebelum tahap evaluasi lebih luas.

## 4. *Evaluation* (Evaluasi)

Evaluasi dilakukan menggunakan dua pendekatan:

- Uji *Usability*: Menggunakan *Computer System Usability Questionnaire (CSUQ)* untuk mengukur aspek *System Usefulness*, *Information Quality*, dan *Interface Quality* dari perspektif pengguna.
- Validasi Ahli: Melibatkan ahli materi untuk menilai kesesuaian konten geometri dan ahli media untuk menilai aspek teknis, antarmuka, dan interaksi drag and drop.

### 2.3. Subjek dan Teknik Sampling

Subjek penelitian adalah 40 siswa kelas XI SMK di Kota Malang yang dipilih secara purposive sampling dengan kriteria inklusi: (1) siswa mengalami kesulitan dalam memahami bangun datar gabungan berdasarkan hasil wawancara guru matematika, dan (2) siswa terbiasa menggunakan perangkat mobile Android. Tidak ada kriteria eksklusi selain siswa yang tidak memiliki akses ke perangkat Android. Seluruh prosedur penelitian memperoleh persetujuan etik dari sekolah, serta izin lisan dari orang tua/wali siswa.

### 2.4. Instrumen Penelitian

#### 1. Kuesioner Usability (CSUQ)

Evaluasi usability dilakukan menggunakan **Computer System Usability Questionnaire (CSUQ)** versi terjemahan bahasa Indonesia. Proses adaptasi bahasa dilakukan dengan metode *forward-back translation* oleh dua ahli bilingual, diikuti validasi konten oleh pakar pendidikan matematika. Instrumen ini terdiri dari **18 butir** yang mengukur tiga dimensi:

- *System Usefulness* (7 butir, mis. “Game ini mudah digunakan”),
- *Information Quality* (6 butir, mis. “Informasi yang ditampilkan jelas”),
- *Interface Quality* (5 butir, mis. “Navigasi antarmuka mudah dipahami”).

Setiap butir dinilai dengan **skala Likert 1-7**, dari “sangat tidak setuju” (1) hingga “sangat setuju” (7).

Reliabilitas internal instrumen dihitung menggunakan **Cronbach’s  $\alpha$** , dengan nilai  $\alpha = 0,89$  yang menunjukkan konsistensi internal sangat baik. Daftar lengkap butir instrumen disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Daftar pertanyaan instrumen CSUQ

No.	Aspek	Pertanyaan	Skala
1	<i>System Usefulness</i>	Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan penggunaan game Puzzlemetry.	1-7
2	<i>System Usefulness</i>	Game Puzzlemetry mudah digunakan.	1-7
3	<i>System Usefulness</i>	Saya dapat menyelesaikan pembelajaran geometri dengan efektif menggunakan game ini.	1-7
4	<i>System Usefulness</i>	Saya dapat belajar lebih cepat dengan bantuan game ini.	1-7
5	<i>System Usefulness</i>	Saya merasa belajar dengan lebih efisien saat menggunakan game ini.	1-7
6	<i>System Usefulness</i>	Saya merasa nyaman ketika menggunakan game ini.	1-7
7	<i>System Usefulness</i>	Game ini membantu saya memahami geometri bangun datar gabungan.	1-7
8	<i>Information Quality</i>	Game ini mudah dipelajari untuk digunakan pertama kali.	1-7
9	<i>Information Quality</i>	Saya merasa cepat beradaptasi dan produktif menggunakan game ini.	1-7
10	<i>Information Quality</i>	Informasi yang diberikan game ini jelas dan mudah dipahami.	1-7
11	<i>Information Quality</i>	Saya mudah menemukan informasi/petunjuk yang saya butuhkan dalam game.	1-7
12	<i>Information Quality</i>	Informasi yang disajikan efektif membantu saya memahami materi geometri.	1-7
13	<i>Information Quality</i>	Penyajian informasi pada layar game tertata dengan jelas.	1-7
14	<i>Interface Quality</i>	Tampilan antarmuka game ini menyenangkan untuk digunakan.	1-7
15	<i>Interface Quality</i>	Game ini memiliki fungsi dan fitur sesuai dengan yang saya harapkan.	1-7

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.2829>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

16	<i>Interface Quality</i>	Jika terjadi kesalahan, pesan yang muncul jelas dan membantu saya memperbaikinya.	1-7
17	<i>Interface Quality</i>	Ketika saya melakukan kesalahan, saya dapat memperbaikinya dengan cepat dan mudah.	1-7
18	<i>Interface Quality</i>	Navigasi dan pengorganisasian elemen pada layar game cukup jelas.	1-7

Untuk memastikan konsistensi internal, dilakukan analisis reliabilitas dengan menghitung nilai **Cronbach's  $\alpha$**  pada setiap dimensi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh dimensi memiliki nilai  $\alpha \geq 0,85$ , dengan nilai  $\alpha$  total instrumen sebesar 0,89. Hal ini mengindikasikan bahwa instrumen CSUQ versi terjemahan yang digunakan dalam penelitian ini **sangat reliabel**. Rincian hasil uji reliabilitas disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Reliabilitas Internal Instrumen CSUQ

Dimensi	Jumlah Butir	Cronbach's $\alpha$	Interpretasi
<b>System Usefulness</b>	7	0,91	Sangat reliabel
<b>Information Quality</b>	6	0,87	Reliabel
<b>Interface Quality</b>	5	0,85	Reliabel
<b>Total Instrumen</b>	18	<b>0,89</b>	Sangat reliabel

Dengan demikian, instrumen CSUQ yang digunakan dalam penelitian ini tidak hanya sah secara isi melalui validasi ahli, tetapi juga konsisten secara internal dalam mengukur aspek *System Usefulness*, *Information Quality*, dan *Interface Quality*.

## 2. Validasi Ahli

- **Ahli Materi:** Menilai kesesuaian materi geometri dengan kurikulum dan kemampuan game dalam menyampaikan konsep.
- **Ahli Media:** Menilai antarmuka, visualisasi, interaksi, dan mekanisme *drag and drop*, memastikan pengalaman pengguna optimal.

### 2.5. Konversi Skor dan Kategorisasi

Skor setiap dimensi dihitung dengan rumus (1)

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor Aktual}}{\text{Skor Maximal}} \times 100\% \quad (1)$$

Kategori interpretasi ditetapkan sebagai berikut:

- **Baik:**  $\geq 70\%$
- **Cukup:** 50–69%
- **Kurang:**  $< 50\%$

Ambang batas ini diadaptasi dari literatur evaluasi media pembelajaran digital [16].

### 2.6. Teknik Analisis Data

Data dianalisis melalui pendekatan kuantitatif:

1. **Analisis deskriptif:** menghitung mean, standar deviasi, median, dan interval kepercayaan 95% untuk setiap dimensi CSUQ.
2. **Uji reliabilitas:** menghitung Cronbach's  $\alpha$  untuk memastikan konsistensi internal tiap dimensi.
3. **Analisis inferensial ringan:**
  - *One-sample t-test* untuk menguji apakah skor setiap dimensi signifikan lebih tinggi daripada ambang batas 70%.
  - *ANOVA repeated measures* sederhana untuk membandingkan perbedaan antar dimensi (*System Usefulness*, *Information Quality*, *Interface Quality*).
4. **Triangulasi UX:** observasi perilaku siswa selama penggunaan game (waktu menyelesaikan level, jumlah kesalahan drag-and-drop, dan retry rate). Metrik ini digunakan sebagai indikator tambahan untuk memperkuat temuan kuesioner.

### 2.7. Detail Produk Uji

Game Puzzlemetry dikembangkan berbasis **platform Android** (APK versi 1.2). Uji coba dilakukan menggunakan perangkat smartphone dengan layar 6–6,5 inci, sistem operasi Android 11–13. Logging aktivitas siswa dicatat melalui fitur *in-app logging* yang merekam waktu penyelesaian puzzle dan jumlah kesalahan interaksi. Semua data disimpan secara anonim sesuai prinsip etika penelitian pendidikan.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 40 siswa kelas XI SMK di Kota Malang. Responden terdiri dari 23 siswa jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) dan 17 siswa jurusan Akuntansi. Rata-rata usia responden adalah 16,8 tahun. Sebagian besar siswa (87,5%) menggunakan smartphone Android secara rutin lebih dari 3 jam per hari, menunjukkan tingkat literasi digital yang memadai untuk mengikuti uji coba game edukasi berbasis mobile.

#### 3.2. Validasi Ahli

Validasi dilakukan untuk memastikan kelayakan game *Puzzlemetry* dari sisi konten pembelajaran dan media. Dua kelompok ahli dilibatkan: ahli materi dan ahli media.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Aspek	Skor (%)	Kategori
<b>Ahli Materi</b>		
Kesesuaian materi kurikulum	88,9	Sangat Baik
Struktur & alur materi	85,7	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>	<b>87,3</b>	<b>Sangat Baik</b>
<b>Ahli Media</b>		
Software engineering	77,1	Baik
Desain komunikasi visual	76,3	Baik
Desain media	80,0	Baik
Usabilitas	77,6	Baik
<b>Rata-rata</b>	<b>77,8</b>	<b>Baik</b>

Hasil validasi pada Tabel 3. menunjukkan bahwa konten dalam game sesuai dengan kurikulum geometri dan efektif menyampaikan konsep bangun datar gabungan (skor 87,3%). Sementara itu, aspek media mendapat skor rata-rata 77,8%, menandakan desain antarmuka dan mekanisme *drag-and-drop* telah memenuhi kriteria kelayakan, meskipun aspek visual seperti warna dan keterbacaan puzzle masih perlu ditingkatkan.

#### 3.2. Uji Usability (CSUQ)

Usability diuji menggunakan *Computer System Usability Questionnaire (CSUQ)* terhadap 40 siswa SMK.

Tabel 4. Hasil Uji Usabilitas (CSUQ)

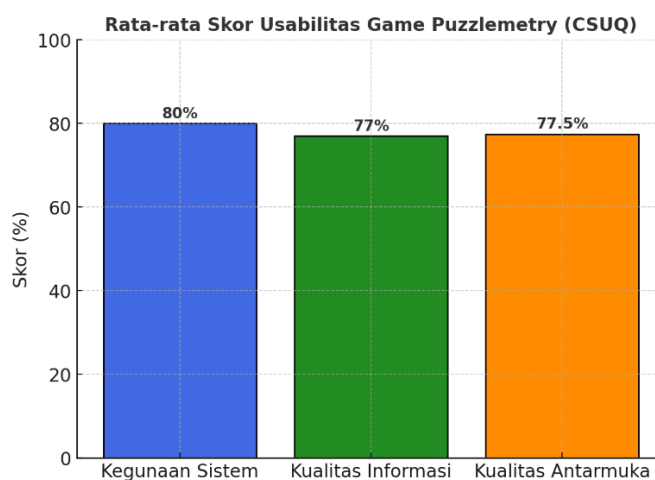
No.	Responden	System Usefulness	Information Quality	Interface Quality
1	1	85%	80%	75%
2	2	80%	77%	79%
3	3	78%	75%	78%
4	4	85%	78%	82%
5	5	76%	74%	70%
6	6	82%	79%	80%
7	7	88%	82%	85%
8	8	80%	77%	72%
9	9	85%	80%	77%
10	10	83%	78%	76%
11	11	79%	76%	74%
12	12	84%	81%	80%
13	13	81%	77%	78%
14	14	87%	80%	79%
15	15	79%	75%	72%
16	16	83%	78%	74%
17	17	81%	79%	75%
18	18	84%	82%	76%
19	19	78%	74%	79%
20	20	80%	77%	75%
21	21	86%	81%	80%
22	22	81%	77%	76%
23	23	80%	78%	74%
24	24	83%	79%	77%
25	25	82%	80%	79%
26	26	80%	75%	78%
27	27	85%	81%	80%
28	28	76%	72%	75%

29	29	87%	82%	79%
30	30	79%	75%	73%
31	31	82%	79%	76%
32	32	85%	80%	78%
33	33	80%	77%	75%
34	34	83%	79%	77%
35	35	81%	76%	78%
36	36	87%	83%	79%
37	37	82%	78%	75%
38	38	79%	75%	73%
39	39	81%	78%	76%
40	40	85%	80%	77%

Tabel 5. Statistik Deskriptif Hasil Uji CSUQ (n = 40)

Dimensi	Mean (%)	SD	Median	CI 95% (Lower-Upper)	Kategori
System Usefulness	80,0	4,2	80,5	78,6 – 81,4	Baik
Information Quality	77,0	4,5	77,5	75,6 – 78,4	Baik
Interface Quality	77,5	3,9	77,0	76,2 – 78,8	Baik
<b>Total</b>	<b>78,2</b>	<b>4,2</b>	<b>78,0</b>	<b>77,0 – 79,4</b>	<b>Baik</b>

Detail hasil uji usabilitas dapat dilihat pada Tabel 4. Data kuesioner CSUQ dari 40 responden diolah menjadi statistik deskriptif per dimensi, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil menunjukkan bahwa dimensi *System Usefulness* memperoleh skor tertinggi (80%), sementara *Information Quality* memperoleh skor terendah (77%). Interval kepercayaan 95% memperlihatkan konsistensi hasil pada ketiga dimensi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa menilai game ini bermanfaat dalam membantu pemahaman konsep geometri (80%), informasi yang disajikan cukup jelas dan relevan (77%), serta antarmuka relatif mudah digunakan (77,5%). Dengan rata-rata 78,2%, game dikategorikan baik, meskipun terdapat catatan pada kejelasan informasi puzzle yang kompleks serta perbaikan visual agar lebih nyaman digunakan. Secara visual, rata-rata skor hasil uji usabilitas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata Skor Usabilitas *Game Puzzlemetry*

### 3.4. Reliabilitas CSUQ

Hasil uji reliabilitas instrumen ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Reliabilitas Internal Instrumen CSUQ

Dimensi	Cronbach's $\alpha$	Interpretasi
System Usefulness	0,91	Sangat reliabel
Information Quality	0,87	Reliabel
Interface Quality	0,85	Reliabel
<b>Total Instrumen</b>	<b>0,89</b>	<b>Sangat reliabel</b>

Nilai Cronbach's  $\alpha \geq 0,85$  pada semua dimensi menunjukkan bahwa instrumen CSUQ konsisten dan dapat diandalkan.

### 3.5. Analisis Inferensial

- **Uji one-sample t-test** menunjukkan bahwa skor rata-rata tiap dimensi signifikan lebih tinggi dibandingkan ambang batas 70% ( $p < 0,01$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa usability *Puzzlemetry* berada pada kategori baik secara statistik.
- **Uji perbedaan antar dimensi (ANOVA repeated measures)** menemukan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ), di mana *System Usefulness* lebih tinggi dibandingkan *Information Quality* ( $p = 0,03$ ). Artinya, meskipun game dianggap bermanfaat, kualitas informasi masih menjadi titik lemah yang perlu ditingkatkan.

### 3.6. Analisis Pengalaman Pengguna (UX)

Pengalaman pengguna (UX) dianalisis melalui observasi dan respons siswa selama interaksi dengan game. Temuan utama adalah:

- Kekuatan utama: Mekanisme *drag-and-drop* mendorong keterlibatan aktif, level tantangan dan umpan balik langsung meningkatkan motivasi intrinsik siswa untuk belajar.
- Kelemahan: Beberapa elemen visual (font, ikon, warna puzzle) dinilai kurang menarik, menyebabkan sebagian siswa mengalami kesulitan membaca instruksi.

Secara umum, UX game ini positif: siswa merasa tertantang, terlibat, dan termotivasi, meski masih memerlukan perbaikan visual untuk memperkuat kenyamanan dan kepuasan emosional.

### 3.7. Diskusi

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa **Puzzlemetry memiliki tingkat usability yang baik** dengan skor total 78,2%. Dimensi *System Usefulness* memperoleh skor tertinggi, menandakan bahwa siswa merasa game ini membantu mereka memahami materi bangun datar gabungan. Hal ini mendukung kerangka **Multimedia Learning Theory** [8], bahwa integrasi visual, teks, dan interaktivitas dapat memperkuat pemahaman konsep abstrak.

Namun, skor *Information Quality* relatif lebih rendah. Beberapa siswa mengaku masih kesulitan memahami instruksi puzzle kompleks, terutama pada soal gabungan tiga bentuk. Kondisi ini mengindikasikan perlunya penambahan fitur **tutorial adaptif** atau **progressive disclosure**, sebagaimana dianjurkan dalam teori **Scaffolding** [9]. Dengan bantuan bertahap, siswa dapat lebih mudah menyelesaikan puzzle yang rumit.

Selain itu, hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen CSUQ versi terjemahan memiliki konsistensi internal yang tinggi ( $\alpha$  total = 0,89). Hal ini sejalan dengan penelitian Wang et al. (2023) yang menunjukkan bahwa adaptasi lintas budaya CSUQ tetap reliabel [19]. Dengan demikian, CSUQ dapat digunakan secara valid untuk konteks pendidikan vokasional di Indonesia.

Dari perspektif UX, mekanisme drag-and-drop terbukti meningkatkan keterlibatan siswa, sejalan dengan teori **motivasi intrinsik** (Deci & Ryan) dan studi game edukasi terdahulu [10], [12]. Namun, aspek visual seperti warna, tipografi, dan ikonografi masih memerlukan perbaikan agar sesuai dengan standar aksesibilitas WCAG. Studi Criollo-C et al. (2025) juga menekankan pentingnya kualitas antarmuka sebagai faktor kunci kepuasan pengguna [21].

Secara praktis, hasil ini mengimplikasikan bahwa pengembang perlu memprioritaskan:

1. Peningkatan kualitas visual (kontras warna, font pairing, ikon intuitif).
2. Penambahan tutorial adaptif untuk puzzle yang lebih kompleks.
3. Integrasi logging perilaku pengguna (waktu, retry, tingkat kesalahan) agar analisis UX lebih kaya.
4. Evaluasi learning gain (pre-post test) pada penelitian berikutnya, untuk menghubungkan usability dengan capaian hasil belajar.

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini mengevaluasi usability dan pengalaman pengguna (UX) dari **Puzzlemetry**, sebuah game puzzle drag-and-drop untuk pembelajaran geometri bangun datar gabungan pada siswa SMK. Hasil uji CSUQ terhadap 40 responden menunjukkan bahwa *Puzzlemetry* memiliki **tingkat usability baik** dengan skor rata-rata 78,2%. Dimensi *System Usefulness* memperoleh skor tertinggi (80%), diikuti oleh *Interface Quality* (77,5%) dan *Information Quality* (77%). Reliabilitas instrumen CSUQ versi terjemahan bahasa Indonesia juga tinggi ( $\alpha$  total = 0,89), sehingga instrumen ini layak digunakan untuk konteks pendidikan vokasional. Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan penelitian. Pertama, sampel terbatas pada 40 siswa dari satu institusi, sehingga generalisasi

hasil masih terbatas. Kedua, analisis lebih menekankan aspek deskriptif dan inferensial ringan tanpa mengukur capaian hasil belajar secara langsung. Ketiga, evaluasi UX masih berfokus pada kuesioner, belum dilengkapi dengan metrik perilaku yang lebih rinci. Berdasarkan temuan tersebut, beberapa agenda pengembangan dan penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah: **Penyempurnaan kualitas antarmuka dan aksesibilitas**, seperti peningkatan kontras warna, tipografi yang mudah dibaca, dan ikon yang lebih intuitif. **Penambahan tutorial adaptif** dan mekanisme scaffolding untuk membantu siswa dalam menyelesaikan puzzle yang lebih kompleks. **Integrasi sistem logging perilaku pengguna**, termasuk waktu penyelesaian, retry rate, dan kesalahan drag-and-drop, guna memperkaya analisis UX. **Evaluasi learning gain** melalui desain pre-post test agar dapat menghubungkan usability dengan capaian pembelajaran secara lebih komprehensif. Secara keseluruhan, Puzzlemetry berpotensi menjadi media pembelajaran tambahan yang usable dan menarik bagi siswa SMK dalam memahami bangun datar gabungan, dengan ruang peningkatan pada aspek informasi dan visualisasi agar pengalaman belajar semakin optimal.

## Referensi

- [1] R. Suparman, R. Marasabessy, and Y. Helsa, "Fostering spatial visualization in GeoGebra-assisted geometry lesson: A systematic review and meta-analysis," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 20, no. 2, pp. 1–11, 2024.
- [2] S. Wahyuni, "Profile of spatial ability of high school students when solving geometry problems," *Southeast Asian Mathematics Education Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 72–82, 2024.
- [3] V. J. Kamalodeen, N. Ramsawak-Jodha, S. Figaro-Henry, S. J. Jaggernaut, Z. Dedovets, et al., "Designing gamification for geometry in elementary schools: insights from the designers," *Smart Learning Environments*, vol. 8, art. 36, 2021, doi:10.1186/s40561-021-00181-8.
- [4] A. Puig, I. Rodríguez, J. Baldeón, and S. Múria, "Children building and having fun while they learn geometry," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 30, no. 3, pp. 741–758, 2022, doi:10.1002/cae.22484.
- [5] Ü. Demir, "An Examination of the Impact of Game-Based Geometric Shapes Education Software Usage on the Education of Students With Intellectual Disabilities," *ECNU Review of Education*, vol. 5, no. 4, pp. 761–783, Dec. 2022, doi:10.1177/2096531120940721.
- [6] M. M. Serrano-Baena, P. Triviño-Tarradas, E. Martínez-Jiménez, and C. Ruiz-Díaz, "GeoBlocks: A Game-Based Approach for Teaching Geometry in Primary Education," *International Journal of Serious Games*, vol. 12, no. 3, pp. 129–147, Jul. 2025, doi:10.17083/fyz9cs92.
- [7] J. Sweller, "Cognitive load theory," *Psychology of Learning and Motivation*, vol. 55, pp. 37–76, 2011.
- [8] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, 3rd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2021.
- [9] L. S. Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [10] O. Sors, A. Puig, and I. Rodríguez, "Analytical and Practical Study of Digital Game-Based Learning under the Lens of Activity Theory: a Geometry Game Case Study," *International Journal of Serious Games*, vol. 12, no. 2, pp. 91–113, May 2025.
- [11] S. Strukova, J. A. Ruipérez-Valiente, and F. G. Mármol, "Adapting Knowledge Inference Algorithms to Measure Students' Visualization Skills: The Shadowspect Game," *Digitum*, 2023.
- [12] S. Sukirman, L. Farhana Md Ibhari, C. Soh Said, and B. Murtiyasa, "Development and Usability Testing of a Virtual Reality Game for Learning Computational Thinking," *International Journal of Serious Games*, vol. 11, no. 3, pp. 19–43, Sep. 2024, doi:10.17083/ijsg.v11i3.670.
- [13] L. Asmawati, "Technology Acceptance Model Android Puzzle Games Based on Banten Local Culture for Early Childhood Education," *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Undiksha*, vol. 12, no. 1, pp. 54–60, 2024.
- [14] S. Matsubara, "Learning About Online Geometry Resources: A Usability Study on Website for Geometry Learning," *ScholarSpace*, 2021.
- [15] J. Galindo, J. Aguilar, and P. Acosta-Vargas, "Rethinking Usability in Serious Games: Designing an SGU Questionnaire," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 18, art. 10084, 2025, doi:10.3390/app151810084.
- [16] J. R. Lewis, "IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 7, no. 1, pp. 57–78, 1995.
- [17] C. R. Cunha, A. Moreira, S. Coelho, V. Mendonça, and J. P. Gomes, "Converging Extended Reality and Machine Learning to Improve the Lecturing of Geometry in Basic Education," *Journal of Engineering Research*, 2024, doi:10.1016/j.jer.2024.10.016.
- [18] P. Vlachogianni and N. Tselios, "Perceived Usability Evaluation of Educational Technology Using the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ): A Systematic Review," *Sustainability*, vol. 15, no. 13, art. 10084, 2023, doi:10.3390/su151310084.
- [19] Y. Wang, et al., "Chinese CSUQ: Cross-Cultural Adaptation and Evaluation," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 40, no. 4, pp. 715–728, 2023, doi:10.1080/10447318.2023.2266795.
- [20] R. Acala and A. Talirongan, "Assessing User Satisfaction and Usability of a University Portal: Quantitative Study Utilizing the Computer System Usability Questionnaire (CSUQ)," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 10, pp. 91–99, 2023.
- [21] S. Criollo-C, et al., "Enhancing the Educational Model Using Mixed Reality Technologies With Meta Quest 3: A Usability Analysis Using IBM-CSUQ," *Education and Information Technologies*, 2025, doi:10.1007/s10639-025-12345-6.
- [22] N. Astrianingsih, A. Ayuningtyas, and M. Qudus, "Development of Geometry Edu-Game 'Petualangan Barudak' Oriented Towards Ethnomathematics of Banten," *Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 19, no. 2, pp. 155–168, 2024.
- [23] A. Fairuzabadi and A. A. Supianto, "An Overview of Learning Support Factors on Mathematic Games," *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, vol. 4, no. 2, pp. 169–178, May 2019, doi:10.22219/kinetik.v4i2.761.