

IMPLEMENTASI *FRAMEWORK* MECHANICS-DYNAMICS-AESTHETICS PADA RANCANG BANGUN GAME BERDASARKAN KONSEP BERPIKIR KOMPUTASIONAL

Raihan Taufiqurrahman¹, Asep Wahyudin², Yudi Ahmad Hambali³

Universitas Pendidikan Indonesia¹²³

Jalan Dr.Setiabudi No.229, Bandung, Jawa Barat, 40154

E-mail: raihantaufiqurrahman@upi.edu¹, away@upi.edu², yudi.a.hambali@upi.edu³

ABSTRAK

Media game telah digunakan dalam edukasi karena terbukti efektif dalam meningkatkan minat dan keterlibatan pelajar. Namun, terdapat tantangan dalam proses pengembangan game edukasi yaitu perlunya memperhatikan aspek pembelajaran (*pedagogy*) sekaligus aspek permainan (*game design*). Penelitian sebelumnya telah mengembangkan game edukasi dengan fokus utama pada aspek pembelajaran. Meskipun aspek ini memang menjadi fondasi penting dalam pengembangan konten edukatif, aspek game design juga tidak kalah signifikan, terutama dalam membentuk pengalaman bermain yang menarik. Tanpa memperhatikan aspek permainan, game edukasi berisiko hanya menjadi buku pelajaran digital. Framework Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA) dapat digunakan sebagai pendekatan strategis yang membimbing proses game design sehingga game edukasi yang dikembangkan tidak hanya memperhatikan aspek pedagogis, tetapi juga pengalaman bermain yang baik. Pada penelitian ini, materi yang diterapkan dalam game adalah berpikir komputasional, yang merupakan salah satu keterampilan penting yang perlu dimiliki oleh generasi muda dalam menghadapi tantangan di era digital. Proses implementasi framework MDA pada game edukasi dipaparkan untuk memberikan gambaran yang terstruktur sehingga pendekatan ini dapat diadopsi oleh peneliti lainnya. Dalam mengembangkan game edukasi berpikir komputasional, metode ADDIE dan GDLC digunakan. Framework MDA diintegrasikan pada tahap design dalam ADDIE serta pada tahap pre-production dalam GDLC. Pengujian game dengan metode expert judgement menghasilkan penilaian dari ahli materi dan ahli media masing-masing 81% dan 91,25%, hal tersebut menunjukkan bahwa game layak digunakan baik dari segi materi maupun media. Hasil uji coba kepada pengguna memperoleh persentase nilai sebesar 79,8%, hal tersebut menunjukkan bahwa game berpikir komputasional yang dikembangkan dengan mengimplementasikan framework MDA memiliki hasil penilaian kategori baik dari perspektif pengalaman bermain pengguna.

Kata kunci: berpikir komputasional, *framework* MDA, *game design*, *game* edukasi

ABSTRACT

Game media has been used in education because it has proven effective in increasing students' interest and engagement. However, there are challenges in the development process of educational games, namely the need to consider both the learning aspect (pedagogy) and the game aspect (game design). Previous studies have developed educational games with a primary focus on the learning aspect. While this aspect is a important in the development of educational content, game design is also equally important, especially in creating an engaging game experience. Without attention to the game aspect, educational games are at risk of becoming digital textbooks. The Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA) framework can be used as a strategic approach to guide the game design process so that educational games developed also offer a good game experience. In this study, the subject matter applied in the game is computational thinking, which is one of the essential skills that the young generation required to face challenges in the digital era. The implementation process of the MDA framework in the educational game is presented to provide a structured overview, allowing this approach to be adopted by other researchers. ADDIE and GDLC were used as this research methodology. The MDA framework was integrated into the design phase of ADDIE and the pre-production phase of GDLC. Game testing using the expert judgement method resulted in evaluations from subject experts and media experts of 81% and 91.25%, respectively,

indicating that the game is suitable for use both in terms of subject content and media. User testing result shows 79.8%, indicating that the computational thinking game developed by implementing the MDA framework is rated as good from the perspective of user game experience.

Keywords: computational thinking, educational game, game design, MDA framework

1. PENDAHULUAN

Abad ke-21 dikenal dengan kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang menyebabkan perubahan pada berbagai aspek kehidupan. Dalam upaya beradaptasi dengan perkembangan zaman, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) digunakan untuk edukasi. Jenis media edukasi menjadi lebih beragam, salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk memfasilitasi proses edukasi adalah penggunaan *video game*. *Game* edukasi memiliki potensi untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan hasil belajar pada berbagai kelompok populasi dalam berbagai mata pelajaran dan keterampilan abad ke-21 [1]. Media edukasi menggunakan *game* efektif dalam meningkatkan minat serta mempertahankan keterlibatan pelajar dikarenakan sifatnya yang interaktif dan memiliki elemen menyenangkan [2][3].

Meskipun memiliki potensi, penggunaan *game* dalam edukasi memiliki tantangan tersendiri. Komponen *game* edukasi dapat dikategorikan menjadi dua aspek yaitu aspek pembelajaran (*pedagogy*) dan aspek permainan (*game design*) [4]. Tantangan dalam proses pengembangan *game* edukasi yaitu perlunya memperhatikan aspek pembelajaran sekaligus aspek permainan. Perancang *game* perlu mempertimbangkan tidak hanya mekanisme pembelajaran, namun juga bagaimana konten *game* disajikan.

Terdapat penelitian terdahulu yang berfokus pada penyusunan strategi pembelajaran pada *game* edukasi [5][6][7]. Terdapat juga yang berfokus pada pemahaman dan kemampuan pelajar [8] ataupun melaksanakan praktik mengajar menggunakan media *game*, kemudian mengkaji hasil belajar dengan memberikan kuesioner pemahaman dan mengerjakan soal [9][10][11]. Penelitian-penelitian tersebut berkontribusi pada pengembangan *game* edukasi dengan pendekatan yang berfokus pada aspek pembelajaran seperti strategi pembelajaran, pemahaman materi, dan hasil belajar.

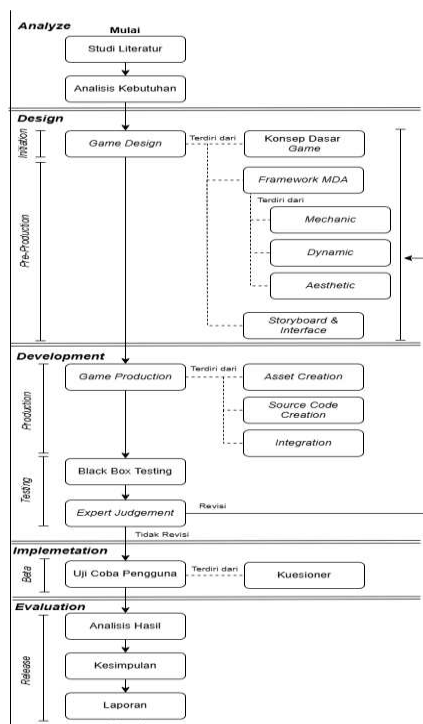
Meskipun aspek pembelajaran merupakan komponen penting dalam *game* edukasi, aspek permainan pun merupakan hal penting yang juga perlu diperhatikan terutama dalam proses perancangan. Karena hal tersebut berperan sebagai aspek yang melibatkan pelajar secara langsung dalam pemecahan masalah melalui eksplorasi atau *trial and error* dengan menarik. Tanpa memperhatikan aspek permainan, *game* edukasi berisiko hanya menjadi buku pelajaran digital. Oleh karena itu, aspek permainan yang dibentuk melalui *game design* menjadi salah satu komponen yang krusial.

Game design merupakan hal penting dalam proses perancangan *game* edukasi karena berperan sebagai komponen yang memberikan aspek menyenangkan dan interaktif yang menjadi daya tarik dari media *game* itu sendiri [12]. Mempertimbangkan aspek permainan seperti *game mechanic* dan pengalaman bermain merupakan sebuah tantangan ketika mengembangkan *game* edukasi. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan implementasi pendekatan strategis untuk membimbing proses perancangan *game* yang memperhatikan pengalaman bermain yang baik dan tentunya tetap memperhatikan kesesuaian materi pembelajaran.

Dalam proses *game design*, *framework* digunakan agar proses perancangan dapat dilakukan secara terarah serta elemen yang digunakan dalam *game* sesuai dengan tujuan. *Framework* Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA) merupakan sebuah pendekatan strategis yang membimbing proses perancangan. MDA mengemukakan komponen dasar dalam proses desain seorang developer yaitu mekanika, dinamika, dan estetika. Mempertimbangkan pengalaman pemain akan mendorong developer untuk membuat *game* yang bersifat *experience-driven* [13][14]. *Framework* MDA telah digunakan pada penelitian lain untuk merancang dan menganalisis *game* sebagai media hiburan [15][16]. Pada penelitian ini, dilakukan pengkajian proses mengimplementasikan *framework* MDA dalam konteks perancangan *game* edukasi.

Pada penelitian ini, materi edukasi yang akan diimplementasikan adalah berpikir komputasional atau *computational thinking*. Berpikir komputasional (BK) yang merupakan salah satu kemampuan abad ke-21 yang bermanfaat bagi generasi muda untuk memecahkan suatu masalah dan mengembangkan solusi baik dalam kehidupan akademis maupun kerja [17]. Keterampilan BK dapat digunakan di berbagai disiplin ilmu selain ilmu komputer seperti pada bidang Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) [18]. Penggunaan game dapat menjadi cara yang cocok dalam menarik minat untuk memperkenalkan dan latihan keterampilan BK. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini akan mengkaji proses pengembangan yang berfokus pada perspektif *game design* dengan mengimplementasikan framework MDA pada rancang bangun game edukasi berpikir komputasional. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dengan menyajikan perspektif lain dalam proses pengembangan serta memberikan wawasan mengenai implementasi *framework MDA* dalam *game* edukasi berpikir komputasional.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 2.1 Diagram Desain Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan penelitian dibagi berdasarkan metode ADDIE yang terdiri dari *analyze, design, development, implementation, evaluation* [19]. Kemudian GDLC yang terdiri dari *initiation, pre-production, production, testing, beta, dan release* [20] digunakan sebagai metode pengembangan. Pada kasus ini, *framework MDA* diintegrasikan pada tahap design dalam ADDIE serta pada tahap pre-production dalam GDLC. *Framework MDA* memecah komponen *game* menjadi mekanika, dinamika, dan estetika. Mekanika memaparkan setiap aturan *game* pada tingkat logika, kemudian dinamika memaparkan perilaku pemain yang muncul akibat interaksi pemain dengan mekanika yang ada, setelah itu estetika berfokus pada pengalaman pemain yang muncul berdasarkan dinamika [13][14].

2.1. Analyze

Pada tahap ini, peneliti melakukan pencarian, pemilihan, dan pembacaan berbagai literatur dan sumber informasi yang relevan dengan topik penelitian. Materi yang dikaji berkaitan dengan *game*, penggunaan *game* dalam edukasi, metode pengembangan GDLC, *framework MDA*, LORI, dan berpikir komputasional. Target pengguna dalam penelitian ini yaitu pelajar SMP/MTs/Program Paket B atau sederajat yang termasuk pada kategori fase D berdasarkan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Indonesia [21]. *Game* dikembangkan menggunakan Godot .NET versi 4.2.1 yang menggunakan bahasa pemrograman C#.

2.2. Design

Langkah pertama dalam merancang sebuah *game* yaitu membuat konsep umum mengenai *game* yang akan dibuat, tahap ini merupakan *initiation* dalam GDLC. Lalu pada tahap *pre-production* digunakan pendekatan *framework MDA*, kemudian *storyboard* dan desain *interface* dibuat.

2.3. Development

Game production mengimplementasikan desain *game* ke dalam bentuk kode dan aset, menggabungkan semua komponen *game* menjadi satu. Kemudian dilakukan *testing* (*alpha testing*) menggunakan metode *black box*

untuk memastikan bahwa perilaku komponen pada *game* berfungsi sebagaimana mestinya dengan mengamati hasil *input* dan *output* dari perangkat lunak. Lalu dilakukan juga pengujian dengan *expert judgement* yaitu mempertimbangkan pendapat ahli mengenai kelayakan produk. Validasi ahli berdasarkan aspek penilaian LORI yang terdiri dari dimensi *content quality*, *learning goal alignment*, *feedback and adaptation*, *motivation*, *presentation design*, *interaction usability*, *accessibility*, *reusability*, dan *standards compliance* [22].

2.4. Implementation

Pada tahap ini dilakukan *beta testing* yaitu melakukan pengujian dengan memberikan *game* kepada target pengguna. Setelah itu kuesioner diberikan untuk memperoleh data dari pengguna. Instrumen respons pengguna yang digunakan diadaptasi dari kuesioner pengujian *game* ENICBCMed [23][24]. Instrumen yang digunakan bertujuan untuk mengetahui umpan balik pengguna dari perspektif pengalaman bermain *game*.

2.5. Evaluation

Untuk mengevaluasi data hasil *expert judgement* dan respons pengguna, digunakan *rating scale* yang perhitungannya berdasarkan rumus sebagai berikut [25].

$$p = \frac{\text{skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor ideal}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = angka persentase

Skor ideal = Skor tertinggi tiap butir \times jumlah responden \times jumlah butir

Interpretasi hasil perhitungan dapat dikategorikan sebagai berikut [26].

Tabel 2.1 Interpretasi hasil *rating scale*

Skor Persentase %	Interpretasi
0 – 19,99	Sangat kurang
20 – 39,99	Kurang
40 – 59,99	Cukup
60 – 79,99	Baik
80 - 100	Sangat Baik

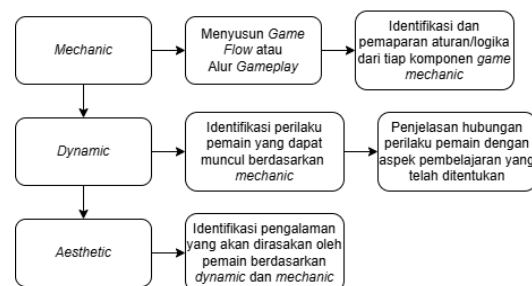
Setelah melakukan interpretasi hasil, disusun kesimpulan dan laporannya. Pada penelitian ini, hal tersebut mencakup pembahasan hasil,

kesimpulan, *game design document*, serta skripsi itu sendiri yang dapat dikatakan sebagai laporan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Framework MDA dalam Proses Game Design pada Game Edukasi

MDA merupakan *framework game design* yang memperhatikan jenis pengalaman yang ingin diberikan kepada pemain sehingga digunakan dalam perancangan *game* dalam konteks sebagai media hiburan. Pada penelitian ini, *framework* MDA diimplementasikan dalam konteks *game* sebagai media edukasi. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian agar proses *game design* dalam *framework* juga memperhatikan kesesuaian materi pembelajaran.



Gambar 3.1 Framework MDA pada tahap *game design* dalam *game* edukasi

Umumnya *game* edukasi dikembangkan sebagai media pembelajaran dari materi pembelajaran yang telah ada. Oleh karena itu, sebelum memulai perancangan *game*, direkomendasikan untuk melakukan analisis dan studi literatur untuk menentukan aspek pembelajaran yang akan diterapkan dalam *game* edukasi seperti materi, tujuan, atau capaian pembelajaran, dan juga target pelajar.

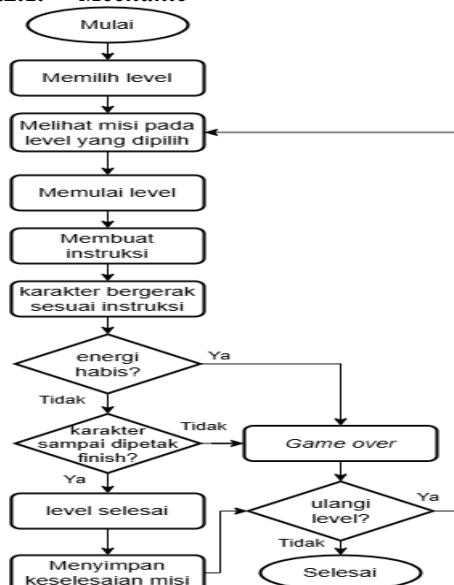
Penyesuaian lainnya yang berbeda dari implementasi *framework* MDA pada *game* untuk hiburan yaitu ada pada proses setelah mengidentifikasi perilaku pemain dalam tahap *dynamic*. Pada perancangan *game* edukasi, perilaku pemain yang telah diidentifikasi dapat dihubungkan dengan aspek pembelajaran. Tahap ini berfungsi untuk memastikan bahwa komponen *game* yang dirancang sesuai dengan materi yang dibahas serta memenuhi kriteria atau tujuan dalam aspek pembelajaran.

3.2. Implementasi MDA dalam Perancangan Game Edukasi Berpikir Komputasional

Langkah pertama dalam perancangan *game* yaitu menentukan konsep *game* secara umum. *Game* yang dikembangkan pada penelitian ini berjudul Panji sang Penjelajah. *Game* ini merupakan permainan bergenre *puzzle single-player* dengan tema petualangan. Permainan memiliki berbagai level dengan tantangan dan misi yang berbeda-beda. Tantangan dirancang agar pemain menyelesaikan permasalahan menggunakan pendekatan berpikir komputasional. *Game* ini menggunakan grafik 2D dengan sudut pandang kamera *top-down*. *Game* dirilis pada OS Windows dan Android.

Pada *game* Panji sang Penjelajah, pemain diminta untuk membantu karakter seorang penjelajah bernama Panji melewati hutan dan gunung agar dapat memenuhi misinya. Untuk membantu panji, pemain perlu menganalisis lingkungan kemudian menyusun instruksi sehingga Panji sampai pada tempat tujuan. Pemain juga perlu memperhatikan variabel seperti energi yang akan berkurang setiap karakter bergerak serta jumlah koin yang perlu dikumpulkan. Pada lingkungan yang dilewati karakter terdapat bonus dan penalti yang mempengaruhi jumlah energi ataupun koin, pemain perlu mempertimbangkan risiko ketika menentukan rute yang akan dilewati Panji. Kemudian, sistem skor yang disimbolkan dengan gambar bintang pada setiap level bertujuan untuk mendorong pemain untuk mencari solusi yang paling optimal.

3.2.1. Mechanic



Gambar 3.2 Flowchart alur permainan

Setelah menentukan alur permainan, akan diidentifikasi setiap *mechanic* dalam *game*.

Tabel 3.1 *Game mechanic* dan penjelasannya

Mekanika	Penjelasan
Aturan level	Terdapat berbagai level dengan tantangan dan tingkat kerumitan yang berbeda-beda. Pemain perlu menyelesaikan level pada urutan yang lebih awal terlebih dahulu sebelum level selanjutnya terbuka
Aturan misi	Misi terdiri dari misi utama dan opsional. Isi misi utama selalu sama yaitu membuat karakter agar mencapai petak finish. Isi misi opsional dapat berbeda-beda, seperti batas sisa energi atau jumlah koin yang perlu dikumpulkan. Misi utama harus dipenuhi sebagai syarat level selesai, sedangkan misi opsional tidak harus dipenuhi. Misi opsional yang terpenuhi hanya akan disimpan ketika misi utama terpenuhi.
Energi	Jumlah energi yang dimiliki akan berbeda-beda pada setiap level. Energi berkurang 1 setiap karakter bergerak 1 petak. Level dianggap gagal ketika energi habis sebelum karakter mencapai petak finish.
Koin	Jumlah koin selalu mulai dari 0 pada setiap level. Koin dikumpulkan untuk memenuhi misi.
Jenis petak	Petak jalan dapat dilewati karakter, petak penghalang tidak dapat dilewati karakter, Level dianggap selesai ketika karakter mencapai petak <i>finish</i> , petak bonus energi, bonus koin, penalti energi, dan penalti koin.
Input instruksi	<i>Game</i> akan menerima input dari pengguna. Apabila inputnya adalah instruksi arah, maka instruksi disimpan pada daftar instruksi dan ditampilkan pada panel. Apabila daftar instruksi sudah terisi, instruksi dapat dijalankan dengan mengirimkan daftar instruksi pada karakter. Daftar instruksi yang telah dibuat dapat dihapus.

Mekanika	Penjelasan
Pergerakan karakter	Karakter akan menjalankan instruksi yang telah disusun oleh pemain. Karakter akan membaca instruksi pertama, lalu jalan berdasarkan arah instruksi hingga bertemu penghalang, setelah itu karakter membaca instruksi selanjutnya, teruskan hingga instruksi habis. Jika ketika bergerak karakter melewati petak event, maka akan ada efek tertentu berdasarkan jenis petaknya.
Kotak penghalang	Pada sebagian level, pemain diberikan sejumlah kotak yang dapat ditempatkan pada petak jalan. Petak jalan yang dipilih akan berubah menjadi petak penghalang. Kotak penghalang yang telah disimpan dapat diambil kembali.

3.2.2. Dynamic

Selanjutnya diidentifikasi dinamika yang berfokus pada perilaku pemain yang muncul berdasarkan mekanika yang telah dipaparkan sebelumnya.

Tabel 3.2 *Dynamic* dan penjelasannya

Dinamika	Penjelasan
Memahami misi pada level	Misi akan ditampilkan ketika memulai level. Pemain perlu memperhatikan dan mengingat apa yang perlu dilakukan pada level tersebut.
Menentukan rute untuk mencapai petak <i>finish</i>	Pemain perlu menganalisis rute mana yang akan membawa karakter mencapai petak <i>finish</i> .
Menentukan rute untuk memenuhi misi opsional	Akan ada berbagai rute yang dapat membawa karakter mencapai petak <i>finish</i> , namun pemain juga perlu menganalisis rute mana yang secara bersamaan dapat memenuhi misi opsional.
Mempertimbangkan energi yang terbatas	Jumlah energi yang tersedia pada setiap level berbeda-beda. Pemain perlu memperhatikan jumlah energi sebagai

Dinamika	Penjelasan
	pertimbangan dalam menentukan rute.
Mempertimbangkan risiko	Terdapat petak yang akan memberikan penalti baik itu penalti energi ataupun koin. Pemain perlu mempertimbangkan apakah penalti tersebut perlu dihindari atau memang perlu diambil untuk mencapai misi yang diberikan.
Memahami pola pergerakan karakter	Pemain perlu mengidentifikasi bagaimana cara karakter bergerak dan juga bagaimana karakter berinteraksi dengan lingkungannya ketika mengeksekusi instruksi yang diberikan.
Mengubah lingkungan untuk mengarahkan pergerakan karakter	Pada beberapa level, pemain diberikan sejumlah kotak kayu yang dapat ditempatkan pada petak jalan sehingga petak jalan yang dipilih berubah menjadi petak penghalang. Dikarenakan pola pergerakan karakter yang dapat berubah arah ketika berhadapan dengan petak penghalang, pemain dapat menggunakan kotak tersebut untuk mengarahkan karakter ke rute yang diinginkan.
Menyusun dan mengeksekusi instruksi	Untuk menyelesaikan level pemain perlu menyusun solusi dalam bentuk instruksi berdasarkan tantangan yang telah dianalisis. Instruksi tersebut nantinya akan dieksekusi oleh karakter.
Mengulangi level ketika ingin mencoba lagi	Pemain dapat mengulangi level dan mencoba lagi ketika gagal mencapai petak <i>finish</i> atau terdapat misi opsional yang belum terpenuhi.
Evaluasi solusi dan mencari solusi	Setiap level memiliki misi opsional. Ketika menyelesaikan level dengan

Dinamika	Penjelasan
optimal	mencapai petak <i>finish</i> , terdapat kemungkinan bahwa misi opsional tidak terpenuhi. Pemain masih bisa melanjutkan ke level selanjutnya, namun misi opsional yang belum terpenuhi menandakan bahwa solusi yang dibuat pemain bekerja namun bukan solusi optimal. Pemain dapat mengevaluasi solusi yang dibuatnya sendiri untuk mendapatkan solusi yang mampu memenuhi semua misi.

Selanjutnya diidentifikasi aspek keterampilan BK serta penjelasan hubungannya dengan perilaku pemain.

Tabel 3.3 Hubungan *dynamic* dalam game dengan berpikir komputasional

Komponen BK	Implementasi dalam game
Abstraksi	Lingkungan dalam level yang akan dilewati karakter ketika bergerak dibagi menjadi bentuk petak. Pemain perlu memperhatikan representasi dari lingkungan pada level, detail apa saja yang berpengaruh terhadap pergerakan karakter. Contohnya petak tanah dan rerumputan dapat dilewati karakter, lalu petak batu dan air tidak bisa dilewati karakter, kotak kayu yang dapat ditempatkan oleh pemain mengubah petak jalan menjadi petak penghalang. Dalam lingkungan level juga terdapat bonus dan penalti baik untuk jumlah koin dan energi. Pemain perlu memperhatikan representasi simbol dan warna apa yang merepresentasikan bonus dan penalti dari koin atau energi. Kemudian, setiap level dapat memiliki misi yang berbeda-beda, pemain perlu

	menyaring detail apa saja yang relevan untuk menyelesaikan misi. Contohnya pada level yang misinya hanya berfokus pada jumlah energi saja, pemain perlu fokus pada hal-hal yang mempengaruhi jumlah energi, serta mengabaikan hal lain yang tidak relevan dengan misi pada level tersebut misalnya koin.
Dekomposisi	Untuk menyelesaikan suatu level, pemain perlu mengidentifikasi hal apa saja yang harus dilakukan untuk mencapai misi yang diberikan. Contohnya misi yang diberikan adalah mencapai petak <i>finish</i> dengan ditetapkan jumlah minimal energi dan koin yang harus dimiliki. Pemain perlu mengidentifikasi langkah yang perlu diselesaikan untuk menyelesaikan misi tersebut, seperti menentukan rute ke petak <i>finish</i> , lalu mempertimbangkan jumlah energi dan koin yang dimiliki, menempatkan kotak kayu bila dibutuhkan, setelah itu menyusun instruksi untuk menggerakkan karakter. Pada saat pemecahan masalah secara bertahap itulah pemain melakukan dekomposisi yaitu menguraikan masalah kompleks menjadi masalah yang lebih kecil, kemudian masalah yang lebih kecil tersebut diselesaikan masing-masing yang nanti hasilnya akan digunakan untuk menyelesaikan masalah lebih kompleks.
Pengenalan pola	Setiap level memiliki misi dan lingkungan atau tantangan yang berbeda-beda. Pemain perlu mengidentifikasi pola-pola kesamaan ataupun perbedaan di antara level-level tersebut. Contohnya pola pergerakan karakter, bagaimana karakter

	berinteraksi dengan lingkungannya. Setelah mengetahui persamaan dan perbedaan pada level atau tantangan tersebut, pemain dapat menarik generalisasi sehingga informasi dan pengalaman yang didapatkan pemain dari menyelesaikan level sebelumnya dapat digunakan untuk mencari solusi dalam menyelesaikan level serta permasalahan lain setelahnya.
Algoritma	Pada setiap level, pemain perlu menggerakkan karakter untuk memenuhi misi-misi yang diberikan. Namun, pemain tidak bisa secara langsung menggerakkan karakter melainkan perlu menyusun instruksi dahulu yang nantinya akan dilaksanakan oleh karakter. Pertama, pemain perlu mengidentifikasi rute untuk mencapai tujuan, lalu langkah demi langkah menyusun instruksi arah untuk mencapai tujuan tersebut.

Kemudian, target pengguna merupakan pelajar SMP atau sederajat. Oleh karena itu, berdasarkan capaian pembelajaran informatika fase D elemen berpikir komputasional dalam keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046 Tahun 2025, dapat diidentifikasi tujuan pembelajaran berpikir komputasional untuk SMP/ sederajat. Berdasarkan dinamika perilaku pemain dalam *game* yang telah diidentifikasi, hubungan antara tujuan pembelajaran BK dengan implementasinya dalam *game* dijelaskan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hubungan dinamika dalam *game* dengan tujuan pembelajaran BK

Tujuan Pembelajaran BK	Implementasi dalam <i>game</i>
Menerapkan berpikir komputasional dalam	Pada setiap level terdapat misi yang berhubungan dengan jumlah energi dan koin. Pada lingkungan level,

Tujuan Pembelajaran BK	Implementasi dalam <i>game</i>
menyelesaikan persoalan yang mengandung himpunan data berstruktur sederhana dengan volume kecil.	terdapat juga petak bonus dan penalti energi atau koin dengan jumlah yang berbeda-beda. Energi dan koin dapat dikatakan sebagai himpunan data yang masing-masing hanya terpengaruh oleh himpunannya sendiri. Contohnya ketika mendapat misi mengumpulkan koin, maka pemain perlu mengidentifikasi himpunan data koin dan menghitung penjumlahan serta pengurangan koin yang ada di lingkungan level, hanya petak bonus atau penalti koin yang akan mempengaruhi jumlah koin.
Mampu menuliskan sekumpulan instruksi dengan menggunakan sekumpulan kosakata terbatas atau simbol.	Pada setiap level, pemain perlu menggerakkan karakter untuk memenuhi misi-misi yang diberikan. Pemain perlu menyusun instruksi yang nantinya akan dilaksanakan oleh karakter. Instruksi arah yang tersedia dapat dianggap sebagai sekumpulan simbol yang jenisnya terbatas.

3.2.3. Aesthetic

Pada tahap ini, diidentifikasi jenis pengalaman yang akan diberikan kepada pemain.

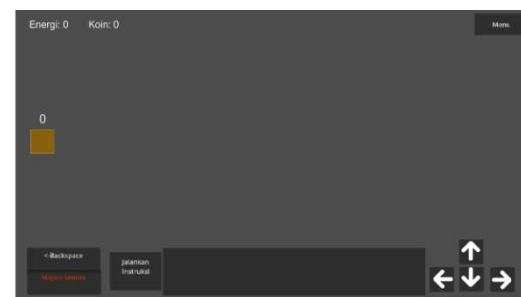
Tabel 3.5 *Aesthetic* dan penjelasannya

Estetika	Penjelasan
<i>Challenge</i>	Tantangan pada <i>game</i> memerlukan pemain menganalisis permasalahan dengan teliti sehingga memunculkan perasaan fokus. Terdapat kemungkinan pemain kesulitan menemukan solusi, namun apabila pemain memiliki tekad kuat maka usaha menyelesaikan level dapat memberikan pengalaman rasanya bekerja keras. Level bisa diselesaikan tanpa memenuhi semua misi sehingga skor akhir yang

Estetika	Penjelasan
	ditampilkan tidak maksimal, hal tersebut dapat membuat pemain merasa belum puas sehingga termotivasi untuk mencari solusi paling optimal. Kemudian, perasaan pencapaian dapat muncul ketika pemain berhasil menyelesaikan level.
<i>Fantasy</i>	Latar lingkungan yang berupa hutan dan pegunungan serta karakter game yang berperan sebagai penjelajah menyediakan pengalaman berfantasi sehingga pemain merasa seperti penjelajah yang berusaha mencari rute dan melewati rintangan untuk mencapai tempat tujuan.
<i>Sensation</i>	Sensasi yang dimaksud adalah game sebagai kesenangan sensorik sehingga erat hubungannya dengan nuansa game, style gambar, musik, dan efek suara. Berdasarkan target pengguna serta jenis tantangan game yang tidak memiliki batas waktu ataupun batas mencoba, pengalaman sensation yang akan diberikan kepada pemain adalah petualangan yang rileks. Oleh karena itu style gambar yang akan digunakan adalah style kartun dengan warna terang. Musik yang akan digunakan adalah musik yang memberikan kesan stabil, tidak tergesa-gesa, dan menyenangkan. Lalu, efek suara yang memberikan kesan keberhasilan dan pencapaian akan digunakan ketika pemain menyelesaikan level. Efek suara ketika terjadi suatu event seperti mendapatkan atau kehilangan koin, serta efek suara ketika berinteraksi dengan UI akan memberikan pengalaman interaksi yang intuitif. Hal-hal tersebut akan menjadi acuan dalam pemilihan aset gambar dan suara pada tahap

Estetika	Penjelasan
	pengembangan.
<i>Submission</i>	Permainan tidak memiliki unsur kompetitif, pemain tidak harus menyelesaikan semua level sekaligus karena status penyelesaian level akan disimpan sehingga pemain dapat menutup game kemudian melanjutkan lagi dilain waktu, hal tersebut memberikan pengalaman game yang bersifat kasual. Tantangan yang diberikan pada setiap level juga tidak memiliki batas waktu ataupun batas mencoba sehingga pemain dapat berpikir dan mencari solusi sesuai dengan kemampuan dan kenyamanannya sendiri. Pemain akan merasa dapat bermain dan belajar sesuai dengan ritme sendiri.
<i>Discovery</i>	Dengan keberagaman lingkungan dan misi pada setiap level, pemain dapat merasakan pengalaman menemukan tantangan dan strategi baru untuk menyelesaikan level.

3.2.4. Desain Antarmuka



Gambar 3.3 Desain *interface* dalam level

Gambar 3.3 menunjukkan *interface* dalam level. Pada ujung kiri atas terdapat gambar yang menunjukkan jumlah energi dan koin yang dimiliki pemain. Pada layar bagian kiri terdapat kotak berwarna coklat dan jumlahnya, ketika pemain menekan kotak kayu tersebut pemain dapat menempatkan sejumlah kotak pada petak jalan untuk mengubah petak jalan menjadi petak penghalang. Pada ujung kanan bawah terdapat tombol arah yang dapat digunakan untuk menyusun instruksi. Instruksi yang disusun akan

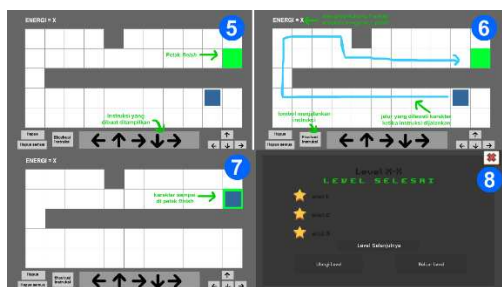
ditampilkan pada panel persegi panjang yang berada pada posisi bawah di samping kiri tombol arah. Pada bagian ujung kiri bawah terdapat tombol *backspace* yang berfungsi untuk menghapus satu instruksi paling akhir pada daftar instruksi, tombol hapus semua berfungsi untuk menghapus semua instruksi pada daftar instruksi, lalu jalankan instruksi untuk mengeksekusi instruksi yang telah disusun. Pada ujung kanan atas terdapat tombol menu yang berfungsi membuka menu. Bagian kosong di tengah layar dapat digunakan untuk menggerakkan kamera dengan cara tekan, tahan, lalu geser ke arah yang diinginkan.

3.2.5. Storyboard



Gambar 3.4 Storyboard 1, 2, 3, dan 4

Storyboard 1 menampilkan menu utama ketika *game* dibuka. Pada storyboard 2 menampilkan menu pemilihan level. Terdapat juga tiga bintang pada setiap level yang merepresentasikan keberhasilan misi pada level tersebut. Pada storyboard 3, setelah pemain memilih level, maka akan ditampilkan detail misi yang perlu dipenuhi pada level tersebut. Lalu, storyboard 4 menampilkan level yang dipilih. Pada kanan bawah terdapat tombol dengan tanda panah yang merupakan tombol untuk membuat instruksi arah. Kemudian, kotak biru merepresentasikan karakter yang akan menerima instruksi dari pemain. Kotak hijau merepresentasikan petak *finish*, level dianggap selesai ketika karakter mencapai petak tersebut. Lalu, pada bagian atas kiri terdapat jumlah energi awal yang dimiliki.

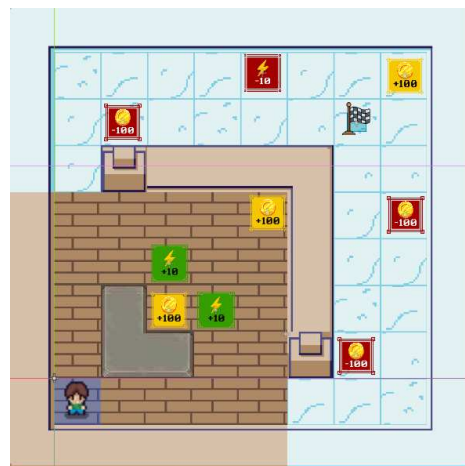


Gambar 3.5 Storyboard 5, 6, 7, dan 8

Storyboard 5 menunjukkan instruksi yang disusun oleh pemain akan ditampilkan pada panel persegi panjang pada bagian bawah. Pada storyboard 6, pemain menekan tombol eksekusi instruksi kemudian karakter bergerak sesuai dengan instruksi yang telah disusun, garis panah biru menunjukkan jalur yang dilewati karakter, setiap karakter bergerak satu petak maka energi akan berkurang satu. Jika instruksi yang dibuat tidak membuat karakter berakhir di petak finish atau energi habis sebelum karakter mencapai petak finish maka level dianggap gagal, meskipun begitu pemain masih dapat mengulang kembali level tersebut. Storyboard 7 menampilkan ketika karakter mencapai petak *finish*. Setelah level selesai maka akan ditampilkan panel hasil sebagaimana yang ditunjukkan pada storyboard 8. Bintang yang menyala merepresentasikan misi yang telah terpenuhi.

3.3. Implementasi Pengembangan Game

Untuk implementasi kode, digunakan Godot *game engine* yang menggunakan bahasa C#. Aset yang digunakan bersumber dari berbagai *website* di internet seperti DaFont, itch.io, Freepik, Vecteezy, Youtube, Pixabay, dan Mixkit. Aset yang digunakan termasuk dalam lisensi dapat digunakan secara gratis. Hasil pengembangan *game* dirilis untuk perangkat Windows dan Android. Hasil pengembangan juga ditunjukkan dengan menampilkan beberapa halaman pada *game* sebagai berikut.



Gambar 3.6 Tampilan salah satu level



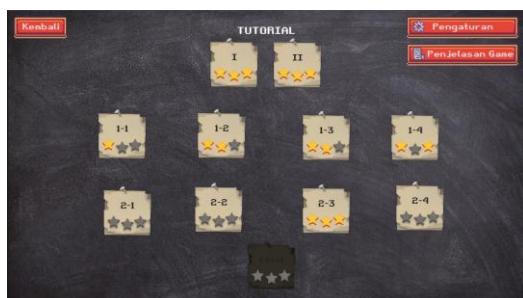
Gambar 3.7 Tampilan menu utama



Gambar 3.8 Tampilan Interface dalam level



Gambar 3.9 Tampilan Panel Menu dalam level



Gambar 3.10 Tampilan menu memilih level

Setelah itu, dilakukan *blackbox testing* dengan membuat skenario pengujian yang memiliki hasil akhir yang diharapkan, pengujian dianggap berhasil apabila setelah skenario dilaksanakan hasilnya sesuai dengan yang diharapkan. Hasil dari *blackbox testing* menunjukkan bahwa semua perilaku komponen pada *game* berfungsi sebagaimana mestinya.

3.4. Validasi Ahli

Setelah itu, kelayakan *game* dari aspek materi dan media dinilai oleh para ahli berdasarkan instrumen LORI. Penilaian terhadap *game* dilakukan oleh 2 ahli materi dan 2 ahli media. Hasil penilaian dihitung kemudian diinterpretasikan.

Tabel 3.6 Hasil penilaian ahli materi

Aspek Penilaian	Ahli Materi	
	1	2
Kualitas Isi Materi	85%	80%
Aspek Pembelajaran	80%	80%
Umpan Balik dan Adaptasi	80%	80%
Motivasi	80%	80%
Keseluruhan tiap ahli	82%	80%
Keseluruhan	81%	

Secara umum *game* berdasarkan konsep berpikir komputasional mencapai kelayakan materi sebesar 81%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat baik.

Tabel 3.7 Hasil penilaian ahli media

Aspek Penilaian	Ahli Media	
	1	2
Desain Presentasi	80%	100%
Interaksi Pengguna	93,3%	93,3%
Aksesibilitas	80%	100%
Penggunaan Kembali	80%	100%
Standar Kualitas	100%	80%
Keseluruhan tiap ahli	87,5%	95%
Keseluruhan	91,25%	

Secara umum *game* berdasarkan konsep berpikir komputasional mencapai kelayakan aspek media sebesar 91,25%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat baik.

3.5. Respons Pengguna

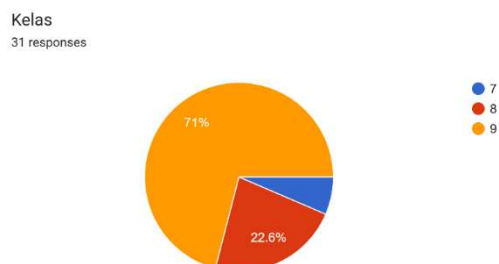
Pada tahap ini, dilakukan uji coba terbatas dengan meminta target pengguna memainkan *game* terlebih dahulu, setelah itu kuesioner diberikan untuk memperoleh data. Instrumen yang digunakan berdasarkan kuesioner pengujian *game* ENICBCMed. Responden berjumlah 31 orang yang merupakan pelajar

SMP/MTs/Sederajat dari beberapa sekolah yang berbeda.

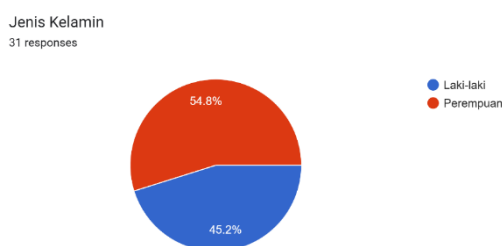
Pertama-tama, diberikan pertanyaan yang bertujuan untuk mengetahui latar belakang responden seperti nama sekolah, kelas, jenis kelamin, dan perangkat yang digunakan. Hasil data mengenai latar belakang responden merupakan sebagai berikut.

Tabel 3.8 Asal Sekolah Responden

Nama Sekolah	Jumlah Pelajar
SMPN 2 Kota Sukabumi	12
SMPN 5 Kota Sukabumi	11
SMPN 1 Kota Sukabumi	2
MTsN 1 Kota Sukabumi	1
SMPIT Adzkia Sukabumi	1
SMPIT Hayatan Thayyiban	1
MTs Sirajul Munir	1
SMP ITech Pasim Ar-Rayyan	1
Sekolah Tahfidz Durrotul Ummah	1



Gambar 3.11 Pie Chart Kelas



Gambar 3.12 Pie Chart Jenis Kelamin



Gambar 3.13 Pie Chart Perangkat yang Digunakan Responden

Didapatkan responden yang terdiri dari 22 pelajar kelas 9, 7 pelajar kelas 8, dan 2 pelajar kelas 7. Jenis kelamin terdiri dari 14 Laki-laki dan 17 perempuan. Lalu, semua responden menggunakan perangkat *mobile* untuk mencoba *game* dan 3 responden mencoba *game* pada perangkat komputer juga. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa menulis *game* agar dapat dimainkan pada perangkat *mobile* merupakan suatu hal yang penting karena pelajar lebih memilih memainkan *game* pada perangkat *mobile* dibandingkan perangkat komputer

Setelah itu diberikan pertanyaan yang berhubungan dengan *game* yang diuji. Pertanyaan dikategorikan menjadi 2 aspek yaitu *ad-hoc game experience* yang berfokus pada aspek yang berhubungan dengan pengalaman ketika bermain terdiri dari 13 *item*, kemudian *overall gaming experience* yang berfokus pada pendapat pengguna setelah bermain *game* yang dihubungkan dengan edukasi konsep berpikir komputasional terdiri dari 5 *item*.

Tabel 3.9 Hasil Penilaian Responden

Aspek	Skor ideal	Perolehan skor	Persentase Hasil
<i>ad-hoc game experience</i>	2015	1612	80%
<i>overall gaming experience</i>	775	616	79,4%
Keseluruhan			79,8%

Berdasarkan hasil angket respons pengguna terhadap *game*, diperoleh rata-rata hasil secara keseluruhan yaitu 79,8%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori baik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Framework MDA diintegrasikan dalam metode penelitian ADDIE serta metode GDLC. *Framework* MDA diimplementasikan pada tahap *game design* dengan tiga tahapan utama yaitu *mechanic*, *dynamic*, dan *aesthetic*. Hubungan antara *game* dan berpikir komputasional dijelaskan pada tahap *dynamic*, setelah mengidentifikasi perilaku pemain.

Hasil pengujian *game* Panji sang Penjelajah dinilai baik oleh pengguna dengan skor 79,8%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengalaman

bermain pengguna terhadap *game* edukasi berpikir komputasional yang dikembangkan dinilai baik.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran atau rekomendasi sebagai berikut.

1. Mengintegrasikan framework pada tahap *game design* dalam berbagai metode penelitian lainnya.
2. Menggunakan framework secara komplementer bersamaan dengan metode yang berfokus pada aspek pembelajaran.
3. Mengimplementasikan framework pada *game* edukasi dengan materi pembelajaran lainnya dan target pengguna yang berbeda.
4. Menambahkan suara pembicara ketika melakukan penjelasan mengenai berpikir komputasional pada bagian tutorial, sehingga proses penjelasan menjadi lebih menarik dibandingkan dengan hanya menggunakan teks.
5. Mengembangkan dan merilis *game* Panji sang Penjelajah pada platform lain, contohnya iOS dan website, untuk meningkatkan aksesibilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Breien FS, Wasson B. Narrative categorization in digital game-based learning: Engagement, motivation & learning. *British Journal of Educational Technology*. 2021 Jan;52(1):91-111.
- [2]. Nurhikmah N, Rustiani S, Nurdin N. Literature Review: Media Game Edukasi Interaktif dalam Pembelajaran Matematika. *Journal of Education Research*. 2024 Sep 7;5(4):4382-90.
- [3]. Wandira I, Ali A, Ngandoh ST. Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Game Edukasi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Pembelajaran*. 2024 Jun 2;6(2):876-88.
- [4]. Tan PH, Ling SW, Ting CY. Adaptive digital game-based learning framework. *InProceedings of the 2nd international conference on Digital interactive media in entertainment and arts 2007 Sep 19* (pp. 142-146).
- [5]. Puspa EM, Lidinillah DA, Respati R. Pengembangan Game Compare And Swap Sebagai Media Pembelajaran Untuk Mengenalkan Computational Thinking Di Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. 2024 Jun 30;9(2):397-413.
- [6]. Salam SM. *Pengembangan Game Edukatif Untuk Pembelajaran Pemrograman Dasar*. Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia. 2019.
- [7]. Arianti AS, Pamungkas GZ, Hambali YA, Anisyah A, Supriadi OA. Designing RPG-based education game with discovery learning model for vocational high school. *Journal of Engineering Science and Technology*. 2024 Jun;19(3):911-25.
- [8]. Rahmanda, M. Rancang Bangun Game Berbasis Android Untuk Meningkatkan Kemampuan Computational Thinking. Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia. 2018.
- [9]. Kurniawan MR, Risnani LY. Pengembangan Game Edukasi Digital Dan Implementasi Pada Pembelajaran Biologi Materi Plantae Siswa Sma Kelas X. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*. 2021 May 26;12(1):1-6.
- [10]. Kertahendrawan K. *Pengembangan Aplikasi Mini Game Teka-Teki "Mind Mystery" untuk Melatih Keterampilan Computational Thinking Siswa Sekolah Dasar Kelas V*. Skripsi, Universitas Pendidikan Ganesha. 2024.
- [11]. Sholihatinnisa I, Lukman HS, Agustiani N. Gemas: Media Belajar Mandiri Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa Smp. *JIPMat*. 2024 Apr 30;9(1):75-89.
- [12]. Afianti R, Maryatun IB. Utilization of Educational Games as Learning Media: Recognize the Concept of Numbers. *JURNAL EDUSCIENCE*. 2025 Apr 17;12(2):592-604.

- [13]. Hunicke R, LeBlanc M, Zubek R. MDA: A formal approach to game design and game research. In Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI 2004 Jul 25 (Vol. 4, No. 1, p. 1722).
- [14]. Dormans J. Engineering emergence: applied theory for game design. 2012.
- [15]. Ramadhana YE, Jonemaro EM, Afirianto T. Evaluasi gameplay pada game Arknights menggunakan metode analisis mechanics, dynamics and aesthetics (MDA) framework. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 2021 Oct 15;5(11):4970-9.
- [16]. Hidayatulloh MF, Jonemaro EM, Afirianto T. Penerapan MDA Framework dalam Pengembangan Gim Tower Defense. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 2022 Oct 10;6(10):4894-903.
- [17]. Wing JM. Computational thinking's influence on research and education for all. Italian Journal of Educational Technology. 2017 Aug 10;25(2):7-14.
- [18]. Lockwood J, Mooney A. Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review. arXiv preprint arXiv:1703.07659. 2017 Mar 22.
- [19]. Ali WW, Yahaya WW. Waterfall-ADDIE model: An integration of software development model and instructional systems design in developing a digital video learning application. Asean Journal of Teaching and Learning in Higher Education. 2023 Jun;15(1):1-28.
- [20]. Ramadan R, Widyani Y. Game development life cycle guidelines. In 2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS) 2013 Sep 28 (pp. 95-100). IEEE.
- [21]. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046/H/Kr/2025 Tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah. 2025.
- [22]. Leacock TL, Nesbit JC. A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. Journal of Educational Technology & Society. 2007 Apr 1;10(2):44-59.
- [23]. European Neighbourhood Instrument Cross-Border Cooperation Mediterranean. Game Testing Questionnaire. 2019.
- [24]. Setiawan HB, Sukanto RA, Hambali YA. Rancang Bangun Visual Novel Game Sebagai Media Pengenalan Interview Kerja. Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer. 2025 Jan 17;10(1):87-100.
- [25]. Sugiyono. Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung. 2014.
- [26]. Riduwan M.B.A. Skala pengukuran variabel-variabel penelitian. 2013.