

BAB 2

LANDASAN TEORETIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Pengembangan

Pengembangan merupakan salah satu proses penting dalam menciptakan atau menyempurnakan suatu produk agar memiliki kualitas dan fungsi yang lebih baik. Dalam bidang pendidikan, pengembangan dilakukan untuk menghasilkan media, metode, maupun perangkat pembelajaran yang lebih efektif, inovatif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pengembangan diartikan sebagai proses, cara, dan perbuatan mengembangkan atau kegiatan yang dilakukan untuk memperluas, memperkaya, dan meningkatkan sesuatu.

Sejalan dengan hal tersebut, Borg *and* Gall mengemukakan bahwa penelitian pengembangan merupakan suatu proses atau metode yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi suatu produk. Produk yang dimaksud baik berupa benda ataupun metode. Penelitian dan pengembangan berfungsi untuk mengembangkan/memperbarui/menciptakan produk lalu memvalidasinya untuk menguji efektivitasnya sehingga produk yang dihasilkan menjadi lebih praktis, efektif, dan efisien serta berfungsi dengan baik di masyarakat (Sugiyono, 2023).

Selain itu, penelitian dan pengembangan merupakan rangkaian kegiatan yang mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menyajikan data secara sistematis dan objektif disertai dengan upaya mengembangkan suatu produk guna memecahkan persoalan yang dihadapi (Rangkuti, 2016). Penelitian pengembangan (*Research and Development/R&D*) juga merupakan metode penelitian yang menghasilkan inovasi produk baru atau mengembangkan yang sudah ada agar lebih menarik sesuai dengan tujuan pembelajaran dari pokok bahasan tertentu (Muqdamien et al., 2021). Penelitian dan pengembangan yang dilakukan hasilnya bukan berupa saran-saran perbaikan layaknya penelitian biasa, melainkan menghasilkan produk yang bisa langsung digunakan dengan harapan dapat meningkatkan produktivitas pendidikan yang berkualitas dan relevan dengan kebutuhan (Haryati, 2012).

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan merupakan suatu proses yang dilakukan secara sistematis untuk

menciptakan, memperbaiki, dan menyempurnakan suatu produk agar menjadi lebih efektif, praktis, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam bidang pendidikan, penelitian dan pengembangan dilakukan untuk menghasilkan produk pembelajaran yang dapat digunakan secara langsung guna mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih inovatif, menarik, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Penelitian ini memadupadankan antara teori dan praktik, dimana penelitian tidak hanya berupa temuan konseptual, tetapi juga produk yang nyata yang dapat diterapkan dalam konteks pendidikan. Oleh karena itu, penelitian pengembangan berperan dalam mendorong inovasi, meningkatkan kualitas pembelajaran, dan mewujudkan sistem pendidikan yang relevan, adaptif, dan efektif sesuai dengan perkembangan.

Menurut Gustina et al., (2024) penelitian dan pengembangan memiliki karakteristik, diantaranya.

- 1) Permasalahan yang dipecahkan merupakan permasalahan yang nyata.
- 2) Pengembangan model, pendekatan metode, dan media belajar yang dibuat/dikembangkan dapat membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi dengan efektif.
- 3) Produk divalidasi oleh ahli dan dilakukan uji coba lapangan.

Sejalan dengan karakteristik tersebut, Borg and Gall (1989) mengemukakan empat ciri utama dalam penelitian dan pengembangan, yaitu: (Agus Rustamana et al., 2024).

- 1) *Studying research findings pertinent to the product to be develop*, ini merupakan tahap awal dimana peneliti melakukan studi pendahuluan untuk menemukan temuan-temuan yang relevan terkait dengan produk yang akan dikembangkan untuk memecahkan persoalan yang dihadapi.
- 2) *Developing the product base on this findings*, di tahap ini peneliti mencari literatur yang relevan dengan masalah yang didapat lalu menggali konsep dan teori yang dapat menjadi dasar solusi, mengkritisi model yang ada, serta merumuskan model baru yang lebih sesuai dengan kebutuhan.
- 3) *Field testing it in the setting where it will be used eventually*, pada tahap ini dilakukan pengujian produk dalam situasi nyata yaitu melalui uji coba terbatas dan uji coba lapangan untuk menilai efektivitas produk.

- 4) *Revising it to correct the deficiencies found in the field-testing stage*, setelah melakukan uji coba, peneliti merevisi produk untuk mengetahui dan memperbaiki kelemahan yang ditemukan selama uji coba.

Selain karakteristik dan ciri utama tersebut, penelitian dan pengembangan juga memiliki tujuan tertentu dalam pelaksanaannya. Menurut Agus Rustamana et al., (2024) tujuan penelitian dan pengembangan sedikitnya memiliki tiga hal, yaitu.

- 1) Menjadi jembatan antara kesenjangan temuan-temuan yang terjadi di dalam penelitian.
- 2) Mengembangkan, menemukan, dan memvalidasi produk sehingga penelitian yang dilakukan dapat digunakan untuk meningkatkan mutu pendidikan dan pembelajaran secara efektif.
- 3) Mengujii teori yang mendasari produk untuk mengetahui teori yang digunakan masih relevan dan efektif.

Dari penjelasan tersebut, dapat kita ketahui bahwa penelitian pengembangan berorientasi pada penciptaan, penyempurnaan, dan validasi produk yang dapat digunakan dalam konteks nyata. Berbeda halnya dengan penelitian konvensional atau penelitian dasar yang dilakukan dengan tujuan utamanya untuk mengembangkan pengetahuan dan teori baru untuk menjawab pertanyaan ilmiah murni dengan hasil akhirnya berupa konsep, teori, atau temuan ilmiah yang tidak bisa diterapkan secara nyata (Bentley et al., 2015). Penelitian pengembangan menekankan aspek kevalidan dan kepraktisan, sedangkan penelitian konvensional hanya kebenaran teoritisnya. Pada pelaksanaannya, penelitian dan pengembangan tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu diperhatikan dalam proses pengembangan produk.

Terdapat beberapa kelebihan dari penelitian dan pengembangan menurut Helaluddin (2020), yaitu.

- 1) Mampu menjawab kebutuhan nyata peserta didik dan guru melalui pengembangan solusi terhadap permasalahan pembelajaran.
- 2) Menghasilkan produk atau model yang valid melalui proses uji coba dan validasi ahli.
- 3) Mendorong terciptanya inovasi produk yang relevan dengan perkembangan zaman.
- 4) Menjadi penghubung antara penelitian teoritis dan praktik pembelajaran di lapangan.

Pengembangan game edukasi memerlukan suatu model pengembangan yang digunakan sebagai pedoman dalam proses pembuatan produk. Pada penelitian ini, model pengembangan yang digunakan adalah model PPE (*Planning, Production, Evaluation*) yang dikemukakan oleh Richey dan Klein. Model ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan sesuai dengan tujuan penelitian pengembangan yang berfokus pada perancangan, pembuatan, dan evaluasi produk.

2.1.1.1 Mode PPE (*Planning, Production, Evaluation*)

Model PPE (*Planning, Production, Evaluation*) merupakan model pengembangan yang dikemukakan oleh Richey and Klein. Model ini termasuk ke dalam metode *Research and Development* (R&D) yang berfokus pada proses perencanaan, pengembangan produk, serta evaluasi untuk menghasilkan produk yang layak dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Model PPE dinilai lebih sederhana dan sistematis karena hanya terdiri atas tiga tahapan utama, sehingga memudahkan peneliti dalam mengembangkan media atau produk pembelajaran.

Menurut Richey and Klein (Sugiyono, 2023), penelitian pengembangan merupakan kajian sistematis mengenai proses perancangan, pengembangan, dan evaluasi untuk memperoleh dasar empiris dalam menciptakan produk, alat, maupun model pembelajaran maupun nonpembelajaran. Penelitian pengembangan dilakukan untuk menghasilkan produk yang dikembangkan berdasarkan data dan kebutuhan nyata di lapangan. Dalam pelaksanaannya, Richey and Klein mengembangkan model PPE yang terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu *Planning*, *Production*, dan *Evaluation*, dengan kerangka tahapan penelitian sebagai berikut.



Gambar 2.1 Tahap Pengembangan Richey dan Klein

Tahapan-tahapan tersebut dilakukan dengan penjelasan menurut Rustandi et al. (2020) sebagai berikut.

1) *Planning*

Tahap *planning* merupakan kegiatan membuat perencanaan perancangan atau produk yang akan dibuat dengan tujuan tertentu yang diawali dengan analisis kebutuhan melalui penelitian atau studi literatur dan penyusunan konsep awal media.

2) *Production*

Tahap *production* merupakan proses pembuatan dengan melibatkan kegiatan penyusunan komponen media dan unsur-unsur pembelajaran.

3) *Evaluation*

Tahap *evaluation* merupakan kegiatan menguji dan menilai produk yang dibuat telah valid dan praktis memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Model PPE memiliki kelebihan, di antaranya lebih sederhana, mudah diterapkan, serta sesuai digunakan dalam pengembangan game edukasi. Selain itu, tahapan dalam model PPE dinilai lebih sistematis karena berfokus pada proses perencanaan, pengembangan, dan evaluasi produk secara langsung. Namun, model ini juga memiliki keterbatasan karena tahapan pengembangannya tidak selengkap model R&D lain seperti Borg and Gall yang memiliki proses uji coba lebih luas dan tahapan diseminasi produk.

Berdasarkan penjelasan tersebut, model PPE dipilih dalam penelitian ini karena memiliki tahapan yang sederhana namun tetap sistematis, sehingga sesuai digunakan dalam pengembangan game edukasi berbantuan Construct 3 pada materi transformasi geometri. Pada tahap evaluasi, produk yang telah dikembangkan selanjutnya dinilai tingkat kevalidannya melalui proses validasi oleh para ahli. Proses ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana game edukasi yang dikembangkan telah memenuhi kriteria sebagai alat bantu belajar yang baik sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Tahapan uji kevalidan ini penting dilakukan sebelum produk yang dihasilkan diimplementasikan ke lapangan.

Kriteria yang digunakan dalam proses validasi oleh para ahli mengacu pada pendapat Walker & Hess (Suartama, 2020) yang menjadi dasar dalam menilai tingkat kevalidan produk yang dikembangkan. Game edukasi disebut valid apabila memenuhi kriteria berikut:

1) Kualitas isi dan tujuan

Aspek ini berfokus pada ketepatan, kelengkapan, dan relevansi materi pembelajaran yang disajikan di dalam game. Materi yang disajikan harus sesuai dengan kurikulum yang berlaku saat ini. Penyusunan materi transformasi geometri harus dengan benar, jelas, dan mudah dipahami oleh peserta didik melalui alur permainan yang logis dan menarik.

2) Kualitas instruksional

Aspek ini berfokus pada efektivitas game dalam mendukung proses pembelajaran. Game yang baik harus mampu menciptakan pengalaman belajar yang interaktif, memberikan ruang bagi peserta didik untuk berpikir memecahkan masalah, dan bisa membantu dalam memahami konsep.

3) Kualitas teknis

Aspek ini berhubungan dengan kenyamanan penggunaan medianya. Game yang diberikan harus mudah dioperasikan, memiliki tampilan visual yang menarik dan tidak membingungkan, stabil secara sistem, serta mampu merespon interaksi pengguna dengan baik.

Apabila ketiga kriteria tersebut terpenuhi, maka game edukasi dapat dinyatakan valid sebagai alat bantu belajar. Game yang valid tidak hanya berfungsi sebagai sarana hiburan, tetapi juga sebagai media edukatif yang mendukung pemahaman konsep, keterampilan memvisualisasikan, serta motivasi belajar peserta didik pada materi transformasi geometri. Kevalidan ini menjadi penting karena menentukan keberhasilan tahapan pengembangan dalam model penelitian yang digunakan. Oleh karena itu, proses validasi bukan sekadar formalitas, melainkan langkah ilmiah untuk memastikan bahwa game edukasi memiliki kualitas isi, instruksional, dan teknis yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

2.1.2 Game Edukasi

Kata game berasal dari bahasa Inggris yang artinya permainan. Secara etimologis, kata game berasal dari bahasa Inggris kuno *gamen* yang artinya ‘kesenangan, hiburan, permainan’. Kata tersebut memiliki makna aktivitas yang dilakukan untuk memperoleh hiburan, kesenangan, atau tantangan tertentu. Dalam konteks modern, istilah game tidak hanya permainan tradisional, tetapi juga mencakup aktivitas digital yang melibatkan

interaksi antara pemain dan sistem yang berbasis aturan tertentu untuk mencapai tujuan atau hasil tertentu. Sedangkan, kata edukasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) diartikan sebagai pendidikan, yaitu seluruh kegiatan yang bertujuan untuk membantu individu mengembangkan potensi diri melalui upaya pengajaran dan pelatihan agar mampu beradaptasi dan berperan aktif dalam lingkungan sosialnya.

Berdasarkan dua istilah tersebut, game edukasi dapat diartikan sebagai bentuk permainan yang memadukan aktivitas bermain dengan proses pembelajaran, sehingga pemain tidak hanya memperoleh hiburan tetapi juga dapat lebih memahami materi yang dipelajari melalui pengalaman interaktif (Yustriani, 2023). Nikensasi, Kuswardayan, dan Sunaryono menyebutkan bahwa game edukasi merupakan permainan yang berusaha memberikan nilai edukasi sehingga yang awalnya berfungsi sebagai media penghibur, dapat digunakan sebagai media pembelajaran atau pelatihan (Pramuditya et al., 2018). Game edukasi juga dirancang untuk menstimulasi kemampuan berpikir, termasuk meningkatkan konsentrasi dan kemampuan pemecahan masalah (Yu et al., 2021). Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa game edukasi merupakan media interaktif yang menggabungkan unsur hiburan dan pendidikan yang dirancang dengan mekanika permainan dan konten pembelajaran untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan konsentrasi, mengasah kemampuan, dan memecahkan masalah.

Menurut Cerezo dkk. (Istiq'faroh et al., 2024) menyatakan bahwa permainan yang dirancang secara interaktif mencakup suara dan gambar dapat meningkatkan daya tarik dan pemahaman materi ajar. Game edukatif yang dirancang dengan menyertakan unsur animasi dan suara yang menarik, dapat mendorong perkembangan otak anak sehingga mereka dapat berpikir lebih aktif dan kreatif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Barab et al. (2012) pembelajaran berbasis game mampu meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik. Hal ini ditunjukkan melalui temuan bahwa peserta didik yang mengikuti kurikulum berbasis game memperoleh peningkatan belajar dibandingkan dengan peserta didik pada kurikulum berbasis cerita, serta melaporkan tingkat keterlibatan yang lebih besar selama proses pembelajaran. Bahkan, peserta didik pada kelas berbasis game lebih fokus dan menerima lebih sedikit teguran dari guru, yang menandakan bahwa penggunaan media game dapat menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan memotivasi.

Fajarwati et al. (2021) menambahkan game edukasi memiliki efek yang mengasyikkan, menyenangkan, dan memiliki rangkaian yang menyebabkan kecanduan yang secara tidak langsung mendorong pemain untuk belajar melalui pola *learning by doing*. Pola pembelajaran yang dilakukan dalam game dapat berlangsung melalui berbagai tantangan maupun pengalaman kegagalan yang dialami oleh pemain. Melalui pola tersebut, pemain secara tidak langsung dituntut untuk belajar agar mampu menyelesaikan permasalahan yang muncul. Keberadaan status game, petunjuk, serta alat bantu yang disediakan berfungsi sebagai panduan interaktif yang dapat membantu pemain menggali informasi, memperluas pengetahuan, dan mengembangkan strategi permainan. Selain itu, dengan adanya tujuan pembelajaran dan mekanisme tantangan memicu rasa ingin tahu peserta didik dan kepuasan belajarnya. Kompetensi yang akan dicapai pun jelas sesuai dengan indikator pembelajaran sehingga tidak hanya menikmati permainan.

Berdasarkan karakteristik yang telah dijelaskan, game edukasi memiliki fungsi dan tujuan yang berperan penting dalam proses pembelajaran. Tujuan utama dari game edukasi ialah mendukung peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, menghadirkan pengalaman belajar yang bermakna, serta memberikan representasi konkret melalui simulasi dalam permainan (Rakasiwi, 2021). Selain itu, fungsi utama game edukasi ialah sebagai sarana pembelajaran yang interaktif untuk membantu peserta didik memahami konsep materi secara lebih mendalam yang tidak hanya berperan sebagai media hiburan tetapi juga sebagai alat yang mampu meningkatkan motivasi belajar, hasil belajar, serta keterampilan berpikir kritis di mana peserta didik dapat belajar secara aktif, mandiri, serta memperoleh umpan balik langsung dari aktivitas bermainnya (Istiq'faroh et al., 2024).

Game edukasi memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan daripada game edukasi menurut Adrillian et al. (2024) yaitu sebagai berikut.

- 1) Game edukasi berfungsi sebagai media penyampaian pesan atau informasi pembelajaran agar dapat diterima dan dipahami secara efektif oleh peserta didik.
- 2) Game edukasi membantu peserta didik mempelajari submateri dengan cara yang lebih menyenangkan sehingga mengurangi kejenuhan dalam proses belajar.
- 3) Melalui game edukasi, peserta didik dapat lebih mudah memperoleh serta memahami materi yang disampaikan.

- 4) Penggunaan game edukasi mampu menumbuhkan motivasi belajar peserta didik, khususnya dalam mempelajari materi melalui pendekatan permainan matematika.
- 5) Kegiatan belajar dengan game edukasi mendorong peserta didik untuk bekerja sama dalam kelompok guna mencapai kemenangan, sehingga suasana pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menyenangkan.

Namun, terdapat pula beberapa kekurangan menurut Yan (2023) sebagai berikut:

- 1) Fokus peserta didik dapat beralih ke mekanisme game daripada ke materi.
- 2) Kecanduan atau ketergantungan terhadap game.
- 3) Desain permainan yang perlu perhatian lebih agar mudah dipahami.

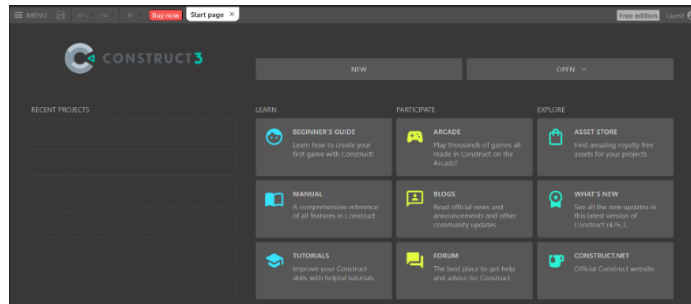
Secara keseluruhan, game edukasi dapat menjadi media pembelajaran yang efektif apabila dirancang dengan keseimbangan antara aspek hiburan dan tujuan pendidikan. Integrasi elemen visual, naratif, dan mekanika permainan menjadikan game edukasi sebagai sarana pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna.

Game edukasi yang dikembangkan diberi nama *Paradox Grid The Missing Coordinates*. Nama *Paradox Grid* mengacu pada permainan yang menggunakan bidang koordinat sebagai media utama dalam menyelesaikan berbagai tantangan transformasi geometri. Sementara itu, *The Missing Coordinates* menggambarkan aktivitas pemain dalam menentukan posisi atau koordinat objek yang sesuai berdasarkan konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi. Melalui permainan ini, peserta didik dapat berlatih memahami perubahan posisi objek pada bidang kartesius secara lebih visual dan menarik.

2.1.3 Construct 3

Construct 3 merupakan perangkat lunak pengembangan game berbasis HTML5 yang dikembangkan oleh Scirra Ltd dan digunakan untuk membuat game 2D maupun 3D. Aplikasi ini dapat dijalankan di berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, Mac, iOS, dan Android, serta dapat diakses langsung melalui browser pada laman <https://www.construct.net/en> (Handayani & Sari, 2024). Prasetyo et al. (2021), menyatakan bahwa Construct 3 dirancang dengan fitur yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga pengguna tidak perlu menulis kode program secara manual. Dengan

pendekatan tersebut, Construct 3 mempermudah proses pengembangan aplikasi atau game melalui antarmuka visual yang praktis dan intuitif.



Gambar 2.2 Start Page Construct 3

Pada Gambar 2.2 merupakan tampilan awal (*start page*) saat *software* Construct 3 dibuka. Halaman ini berfungsi sebagai pusat navigasi awal yang menyediakan berbagai menu seperti pembuatan proyek baru, membuka proyek yang sudah ada, serta akses ke contoh proyek dan tutorial, sehingga memudahkan pengguna dalam memulai pengembangan game atau media pembelajaran interaktif.



Gambar 2.3 User Interface Construct 3

User interface merupakan bagian dari *software* yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dengan sistem, sehingga memungkinkan terjadinya interaksi secara langsung. Pada tampilan ini, pengguna dapat melihat dan mengoperasikan berbagai elemen seperti tombol, menu, ikon, serta tata letak kerja. Melalui *user interface* pada Construct 3, pengguna mulai mengembangkan aplikasi dengan memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia, sehingga tampilan ini berperan sebagai pusat kontrol dalam proses pembuatan game atau media pembelajaran interaktif.

Kelebihan dan kekurangan *software* Construct 3 sebagaimana dijelaskan dalam buku panduan *Welcome to the Construct 3 Manual* menunjukkan bahwa *software* ini

memiliki berbagai keunggulan yang mendukung proses pengembangan game maupun media pembelajaran interaktif, meskipun tetap terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan oleh pengguna.

1) Kelebihan

- a) Mudah digunakan karena mengusung antarmuka visual berbasis *drag and drop* serta sistem *event sheet* yang intuitif, sehingga cocok bagi pengguna tanpa latar belakang pemrograman.
- b) Efisien dalam pengembangan karena memungkinkan pembuatan prototipe dan game secara cepat, serta dilengkapi fitur *live preview* untuk pengujian secara langsung.
- c) Mendukung berbagai platform, sehingga hasil pengembangan dapat diekspor ke web (HTML5), desktop (Windows, Mac, Linux), maupun perangkat *mobile* (Android dan iOS).
- d) Berbasis *browser*, sehingga dapat dijalankan tanpa instalasi dan dapat diakses melalui berbagai perangkat, serta mendukung pembaruan otomatis.
- e) Menyediakan fitur penyimpanan berbasis *cloud* yang memungkinkan akses proyek dari mana saja dan memudahkan kolaborasi.
- f) Tersedia *asset store* serta komunitas yang aktif, sehingga pengguna dapat memanfaatkan berbagai sumber daya, tutorial, dan dukungan.
- g) Dilengkapi fitur lanjutan seperti dukungan JavaScript, efek visual, *pathfinding*, animasi *timeline*, hingga fitur 3D sederhana yang tetap mudah digunakan.
- h) Memiliki performa *runtime* yang cepat sehingga mampu menjalankan *game* dengan tingkat kompleksitas yang tinggi.

2) Kekurangan

- a) Menggunakan sistem berlangganan, sementara versi gratis memiliki keterbatasan fitur yang cukup signifikan.
- b) Bergantung pada *browser*, sehingga tetap memerlukan koneksi internet saat pertama kali digunakan dan untuk sinkronisasi *cloud*.
- c) Performa dapat bervariasi pada perangkat dengan spesifikasi rendah karena dijalankan melalui *browser*.
- d) Penguasaan fitur lanjutan dan integrasi dengan JavaScript memerlukan waktu dan usaha lebih.

- e) Beberapa *addon* dari pihak ketiga, khususnya dari Construct 2, tidak sepenuhnya kompatibel.
- f) Terdapat keterbatasan pada pengelolaan *sprite sheet* pada pembaruan tertentu menurut beberapa pengguna.

2.1.4 Materi Transformasi Geometri

Pada Kurikulum Merdeka, materi transformasi geometri termasuk dalam capaian pembelajaran matematika yang dipelajari pada jenjang SMP/MTs kelas IX semester ganjil. Adapun capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran dari materi transformasi geometri di SMP Negeri 4 Ciamis disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 CP dan Alur Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
Peserta didik dapat melakukan transformasi tunggal (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) bangun datar pada bidang koordinat kartesius.	Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis-jenis transformasi geometri.
	Peserta didik dapat menentukan hasil suatu translasi terhadap bangun datar pada bidang koordinat.
	Peserta didik dapat menentukan hasil refleksi suatu bangun datar pada bidang koordinat.
	Peserta didik dapat menentukan hasil rotasi suatu bangun datar terhadap titik pusat atau titik (a, b) dengan sudut tertentu.
	Peserta didik dapat menentukan hasil dilatasi suatu bangun datar dengan titik pusat dengan faktor skala tertentu.

Transformasi geometri merupakan salah satu cabang geometri yang membahas tentang perubahan posisi, bentuk, maupun ukuran suatu bangun datar pada bidang koordinat. Secara etimologis, istilah *transformasi* berasal dari bahasa Latin *transformare* yang berarti mengubah bentuk atau memindahkan. Dalam konteks matematika, transformasi geometri diartikan sebagai proses memindahkan setiap titik dari suatu bangun ke posisi lain pada bidang koordinat dengan aturan tertentu dari posisi yang awalnya (x, y) ke posisi lain (x', y') (Nurmaya, 2021). Dengan kata lain, transformasi geometri mempelajari hubungan antara bangun asal dan bangun hasil setelah dilakukan suatu perubahan posisi baik melalui pergeseran, pencerminan, perputaran, maupun perbesaran.

Secara umum, terdapat empat jenis transformasi geometri yang dipelajari pada tingkat SMP, yaitu.

1) Translasi (Pergeseran)

Translasi adalah pemindahan setiap titik dari suatu bangun ke arah tertentu sejauh jarak tertentu tanpa mengubah bentuk maupun ukuran bangun tersebut. Translasi sering disebut sebagai pergeseran karena hanya memindahkan posisi bangun secara sejajar. Jika titik $A(x, y)$ ditranslasikan sejauh (a, b) maka bayangannya $A'(x', y')$ dapat dinyatakan sebagai:

$$A'(x', y') = (x + a, y + b)$$

Translasi mempertahankan ukuran dan bentuk bangun karena tidak terjadi perubahan orientasi ataupun skala. Seperti contoh ketika sebuah segitiga digeser 3 satuan ke kanan dan 2 satuan ke atas maka akan memiliki posisi baru dengan bentuk dan ukuran yang sama seperti semula.

2) Refleksi (Pencerminan)

Refleksi adalah transformasi yang menghasilkan bayangan bangun dengan arah yang berlawanan seperti pada cermin. Pencerminan dapat dilakukan terhadap sumbu koordinat atau garis tertentu. Beberapa aturan refleksi yang umum digunakan ialah sebagai berikut,

- Terhadap sumbu-X: $(x, y) \rightarrow (x, -y)$
- Terhadap sumbu-Y: $(x, y) \rightarrow (-x, y)$
- Terhadap garis $y = x$: $(x, y) \rightarrow (y, x)$
- Terhadap garis $y = -x$: $(x, y) \rightarrow (-y, -x)$
- Terhadap garis $x = a$: $(x, y) \rightarrow (2a - x, y)$
- Terhadap garis $y = b$: $(x, y) \rightarrow (x, 2b - y)$

Refleksi mengubah orientasi bangun, tetapi tetap mempertahankan ukuran dan bentuknya. Konsep refleksi banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti pantulan bayangan pada cermin.

3) Rotasi (Perputaran)

Rotasi adalah transformasi yang memutar suatu bangun terhadap titik tertentu (pusat rotasi) sejauh sudut tertentu ke arah searah atau berlawanan jarum jam. Pusat rotasi biasanya berada pada titik asal $(0, 0)$. Aturan umum rotasi ialah sebagai berikut,

a) Terhadap titik asal $(0, 0)$:

- Rotasi sebesar 90° berlawanan arah jarum jam: $(x, y) \rightarrow (-y, x)$
- Rotasi sebesar 180° : $(x, y) \rightarrow (-x, -y)$
- Rotasi sebesar 270° berlawanan arah jarum jam (atau 90° searah jarum jam): $(x, y) \rightarrow (y, -x)$
- Rotasi dengan sudut θ terhadap titik asal: $(x, y) \rightarrow (x \cos \theta - y \sin \theta, x \sin \theta + y \cos \theta)$

b) Terhadap titik pusat selain $(0, 0)$:

Jika pusat rotasi adalah $P(a, b)$ dan sudut rotasi θ , maka:

$$(x', y') = (a + (x - a) \cos \theta - (y - b) \sin \theta, b + (x - a) \sin \theta + (y - b) \cos \theta)$$

Rotasi mempertahankan ukuran dan bentuk bangun, tetapi mengubah posisi dan orientasi relatif terhadap titik pusat.

4) Dilatasi (Perkalian)

Dilatasi merupakan transformasi yang mengubah ukuran bangun tanpa mengubah bentuknya. Transformasi ini bergantung pada faktor skala (k) dan titik pusat dilatasi. Jika titik $A(x, y)$ didilatasikan terhadap titik pusat $(0, 0)$ dengan faktor skala k , maka bayangannya adalah,

a) Terhadap titik pusat $(0, 0)$:

$$A'(x', y') = (kx, ky)$$

b) Terhadap titik pusat $P(a, b)$:

$$(x', y') = (a + k(x - a), b + k(y - b))$$

- Apabila $k > 1$, bangun hasil akan lebih besar dari bangun asal.
- Apabila $0 < k < 1$, bangun hasil akan lebih kecil dari bangun asal.
- Apabila $k = 1$, bangun tidak berubah.
- Apabila $k < 0$, bangun membalik orientasi terhadap titik pusat.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Pengembangan game edukasi berbasis matematika pernah dilakukan oleh Prasetyo et al., 2021, Penelitian ini mengembangkan game edukasi “menulis angka” menggunakan *software* Construct 3 dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Game ini dirancang untuk peserta didik kelas I sekolah dasar dengan tujuan

meningkatkan kemampuan menulis angka melalui media interaktif berbasis *smartphone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa game tersebut memperoleh respon sangat positif, dengan hampir 90% responden (peserta didik dan guru) menyatakan sangat setuju terhadap penggunaan game ini. Selain itu, game mampu membantu peserta didik belajar secara lebih menarik, fleksibel, dan tidak membosankan, serta memudahkan guru dalam proses pembelajaran. Temuan ini menegaskan bahwa game edukasi efektif sebagai media pembelajaran yang meningkatkan minat dan keterlibatan peserta didik.

Pengembangan game edukasi berbasis matematika juga pernah dilakukan oleh Mustafa Navruz (2019). Penelitian ini mengembangkan game edukasi digital “Simetri” untuk memperkuat pemahaman peserta didik terhadap materi transformasi geometri, khususnya refleksi dan translasi pada peserta didik kelas VIII. Game tersebut dikembangkan menggunakan *software* Construct 2 dengan metode pengembangan berbasis HTML5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa game tersebut mampu memberikan lingkungan belajar yang menyenangkan, membantu peserta didik memahami konsep transformasi geometri, serta dapat digunakan baik sebagai pendukung pembelajaran di kelas maupun sebagai alat evaluasi pembelajaran.

Penelitian lain dilakukan oleh Permatasari et al. (2022) yang mengembangkan game edukasi matematika “MaTriG” menggunakan Construct 3 dengan model pengembangan ADDIE. Game ini dirancang untuk peserta didik kelas VIII SMP dengan materi sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelayakan media mencapai 87,8% dari validator dan respon pengguna mencapai 92,7%, yang menunjukkan kategori sangat layak dan praktis. Selain itu, game ini terbukti mampu menciptakan pembelajaran yang lebih menarik, meningkatkan motivasi belajar, serta membantu peserta didik memahami konsep matematika secara lebih sistematis melalui integrasi materi, latihan, dan tantangan dalam game. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi game edukasi dalam pembelajaran matematika tingkat menengah efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman konsep.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa game edukasi matematika terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, dan keterlibatan peserta didik. Game mampu menyajikan konsep abstrak secara lebih konkret melalui visual dan interaksi, serta menciptakan pembelajaran yang lebih menarik dibandingkan metode konvensional. Selain itu, penggunaan Construct 3 sebagai *platform*

pengembangan memberikan kemudahan akses, fleksibilitas, dan efisiensi dalam pembuatan media pembelajaran yang interaktif.

Sejalan dengan beberapa penelitian tersebut, pengembangan game edukasi *Paradox Grid The Missing Coordinates* memiliki relevansi dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi transformasi geometri. Penelitian ini mengembangkan game edukasi berbantuan Construct 3 yang dirancang untuk membantu peserta didik memahami transformasi geometri melalui aktivitas interaktif pada bidang koordinat. Game dikembangkan dengan memuat aktivitas translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi sehingga peserta didik dapat memahami perubahan posisi bangun secara visual dan interaktif. Selain itu, penelitian ini menggunakan model pengembangan *Planning, Production, and Evaluation* (PPE) dalam proses pengembangannya.

2.3 Kerangka Teoretis

Pada tahap pra-penelitian ditemukan permasalahan yang dihadapi peserta didik, terutama dalam memahami materi transformasi geometri yang menuntut kemampuan visualisasi. Peserta didik sering kali dapat mengikuti penjelasan guru, namun mengalami kesulitan ketika harus menentukan posisi hasil translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi suatu objek pada bidang koordinat. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual peserta didik masih terbatas.

Masih belum tersedia media yang mampu memfasilitasi kemampuan peserta didik dalam menggambarkan dan memvisualisasikan konsep transformasi geometri. Tanpa dukungan media yang interaktif dan dinamis, peserta didik sering mengalami kesulitan dalam membayangkan proses transformasi objek pada bidang koordinat. Tidak adanya media yang memberikan pengalaman belajar langsung juga membuat peserta didik kurang terlibat dalam proses eksplorasi. Karena itu, dibutuhkan media yang memungkinkan penerapan *learning by doing*, di mana peserta didik dapat menggerakkan dan mengamati perubahan posisi objek secara langsung pada bidang koordinat. Pendekatan tersebut membantu menciptakan pemahaman yang lebih bermakna terhadap transformasi geometri.

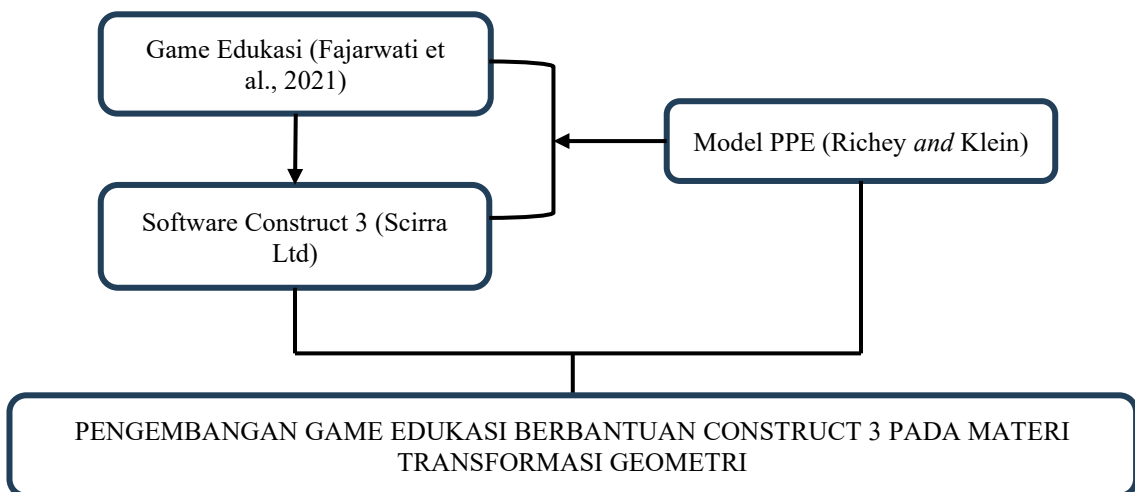
Sebagai solusi, dikembangkan sebuah game edukasi berbantuan Construct 3 dengan nama *Paradox Grid The Missing Coordinates*. Game ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami dan memvisualisasikan transformasi geometri

melalui aktivitas interaktif pada bidang koordinat. Melalui permainan, peserta didik dapat mengamati perubahan posisi bangun pada translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi secara visual sehingga membantu meningkatkan pemahaman konsep transformasi geometri.

Pengembangan game ini mengacu pada model PPE (*Planning, Production, Evaluation*) yang dikemukakan oleh Richey and Klein. Model ini dipilih karena memberikan alur pengembangan yang praktis dan sistematis untuk pengembangan produk media berbasis teknologi.

- 1) Tahap *planning* (perencanaan) dilakukan analisis kebutuhan wawancara dengan guru dan penyusunan konsep awal media.
- 2) Tahap *production* (produksi) meliputi proses perancangan dan pembuatan game menggunakan Construct 3, dengan memperhatikan aspek visual, interaktivitas, serta kesesuaian materi dengan kurikulum.
- 3) Tahap *evaluation* (evaluasi) mencakup proses validasi oleh ahli media, ahli materi, dan ahli desain instruksional untuk menilai kevalidan, serta uji coba terbatas dan lapangan kepada peserta didik untuk mengetahui kepraktisan game yang dikembangkan.

Melalui pengembangan ini, diharapkan game edukasi *Paradox Grid The Missing Coordinates* dapat menjadi media alternatif yang mampu memperkuat pemahaman konsep transformasi geometri, sekaligus menumbuhkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar. Proses pengembangan ini digambarkan secara sistematis dalam kerangka teoretis berikut.



Gambar 2.4 Kerangka Teoretis

2.4 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah pengembangan game edukasi berbantuan *software* Construct 3 menggunakan model pengembangan PPE (*Planning, Production, Evaluation*). Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 4 Ciamis pada materi transformasi geometri. Produk yang dikembangkan berupa game edukasi *Paradox Grid The Missing Coordinates* yang dirancang sebagai alat bantu pembelajaran untuk membantu peserta didik memahami konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi melalui aktivitas permainan berbasis bidang koordinat.