

Game Edukasi Berbasis Augmented Reality untuk Mengajarkan Konsep Geometri Pada Siswa SD Menggunakan Unity 3D

Muhammad Devano Danendra Hansfawwazi Al-Ghifari ¹⁾; Endah Sudarmilah ²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Komunikasi dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: ¹⁾ I200210131@student.ums.ac.id ; ²⁾ es132@ums.ac.id

How to Cite :

Al-Ghifari, M. D. D. H., Sudarmilah, E. (2026). Game Edukasi Berbasis Augmented Reality untuk Mengajarkan Konsep Geometri Pada Siswa SD Menggunakan Unity 3D. *Jurnal Media Computer Science*, 5(1)

ARTICLE HISTORY

Received [21 Juli 2025]

Revised [20 Januari 2026]

Accepted [25 Januari 2026]

KEYWORDS

Wireshark, Windump, Network Security Monitoring.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Matematika, khususnya geometri, kerap dianggap sulit dipahami oleh siswa sekolah dasar karena sifatnya yang abstrak dan memerlukan kemampuan visualisasi ruang yang tinggi. Rendahnya minat siswa dalam mempelajari matematika menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan menyenangkan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality (AR)* dalam bentuk *game* edukatif petualangan untuk membantu siswa memahami konsep geometri secara visual dan interaktif. Teknologi *AR* dipilih karena kemampuannya menampilkan objek tiga dimensi ke dunia nyata, sehingga memperkuat pemahaman spasial siswa. Aplikasi ini mengintegrasikan elemen *game 2D platformer* dan *kuis* interaktif sesuai materi Kurikulum Merdeka, ditujukan untuk siswa kelas IV hingga VI sekolah dasar. Karakter musuh dirancang menyerupai bentuk geometri agar siswa lebih mudah mengenali bentuk secara menyenangkan. Fitur *AR* memungkinkan visualisasi bangun dalam bentuk *3D* lengkap dengan nama dan rumus bangun. Proses pengembangan mengikuti metode *Game Development Life Cycle (GDLC)*, terdiri dari enam tahap: *initiation*, *pre-production*, *production*, *testing*, *beta*, dan *release*. Hasil pengujian *black-box* menunjukkan seluruh 24 fitur dan tombol berfungsi sesuai harapan, dengan tingkat keberhasilan 100%. Evaluasi *usability* dilakukan menggunakan kuesioner *System Usability Scale (SUS)* terhadap 26 siswa MI MPK Kertonatan, menghasilkan skor rata-rata 69,61. Skor tersebut termasuk kategori *marginal - high (Grade D)* dan dinilai *ok* oleh pengguna. Media pembelajaran berbasis *AR* ini dinilai layak digunakan dan berpotensi meningkatkan minat serta pemahaman siswa terhadap konsep geometri secara interaktif.

ABSTRACT

Mathematics, particularly *geometry*, is often considered difficult to understand by elementary school students due to its abstract nature and the high level of *spatial visualization* it requires. The low interest of students in learning *mathematics* indicates the need for more innovative and enjoyable learning approaches. This study aims to develop a learning medium based on *Augmented Reality (AR)* in the form of an educational adventure *game* to help students understand geometric concepts visually and interactively. *AR* technology was chosen for its ability to display three-dimensional objects in the real world, thereby enhancing students' *spatial* understanding. The application integrates elements of a *2D platformer game* and interactive *quizzes* aligned with the *Kurikulum Merdeka*, and is intended for students in grades IV to VI of elementary school. Enemy

characters are designed to resemble geometric shapes to make it easier for students to recognize the forms in a fun way. The AR feature enables *3D visualization* of the shapes, complete with names and formulas. The development process follows the *Game Development Life Cycle (GDLC)*, consisting of six stages: *initiation, pre-production, production, testing, beta, and release*. *Black-box testing* showed that all 24 features and buttons functioned as expected, achieving a 100% success rate. *Usability* evaluation was conducted using the *System Usability Scale (SUS)* questionnaire involving 26 students from *MI MPK Kertonatan*, resulting in an average score of 69.61. This score falls into the *marginal - high* category (*Grade D*) and was rated *ok* by the users. This AR-based learning media is considered feasible to use and has the potential to enhance students' interest and understanding of geometric concepts interactively.

PENDAHULUAN

Matematika memiliki karakteristik yang abstrak dan sistematis, yang menjadi salah satu faktor mengapa siswa sering kali kesulitan memahaminya. Banyak siswa menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang paling sulit dibandingkan dengan pelajaran lainnya, sehingga minat mereka terhadap mata pelajaran ini cenderung rendah (Adrian & Apriyanti, 2019). Seringkali, siswa menganggap matematika, khususnya konsep geometri, sulit untuk dipelajari, terutama di tingkat sekolah dasar.

Konsep abstrak terkait bentuk, ruang, dan transformasi geometri membutuhkan pemahaman visual yang mendalam, yang seringkali sulit dicapai melalui pendekatan pembelajaran tradisional. (Nathaniel, 2023) menemukan bahwa 92% siswa sekolah dasar tertarik untuk mencoba permainan berbasis gamifikasi dalam pembelajaran matematika, dan jika konsep gamifikasi diterapkan, 84% siswa akan lebih tertarik pada mata pelajaran matematika. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan dapat meningkatkan keinginan siswa untuk belajar matematika, terutama jika diterapkan dengan metode yang inovatif.

LANDASAN TEORI

Teknologi *Augmented Reality (AR)* telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan minat siswa dalam pembelajaran. AR memungkinkan objek virtual tiga dimensi diintegrasikan ke dunia nyata, yang memudahkan siswa untuk memanipulasi dan melihat objek geometris secara interaktif (Putra et al., 2023; Rossano et al., 2020). Teknologi AR sangat membantu dalam pendidikan dasar, khususnya dalam mengajarkan konsep geometri. Aplikasi seperti GemAR, yang dirancang khusus untuk siswa SD, menawarkan siswa visualisasi 3D objek geometri dan meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep tersebut (Husniah et al., 2020). Diharapkan penggunaan AR dalam pembelajaran akan membantu siswa memahami bangun ruang dan mengatasi keterbatasan media pembelajaran saat ini. (Widani et al., 2020) menekankan betapa pentingnya media yang dapat membuat pengalaman belajar menjadi lebih nyata dan praktis. Oleh karena itu, seperti yang dijelaskan (Jayanti et al., 2021), penelitian ini bertujuan untuk membuat game edukasi berbasis AR yang menarik dan interaktif yang membantu siswa memahami konsep geometri.

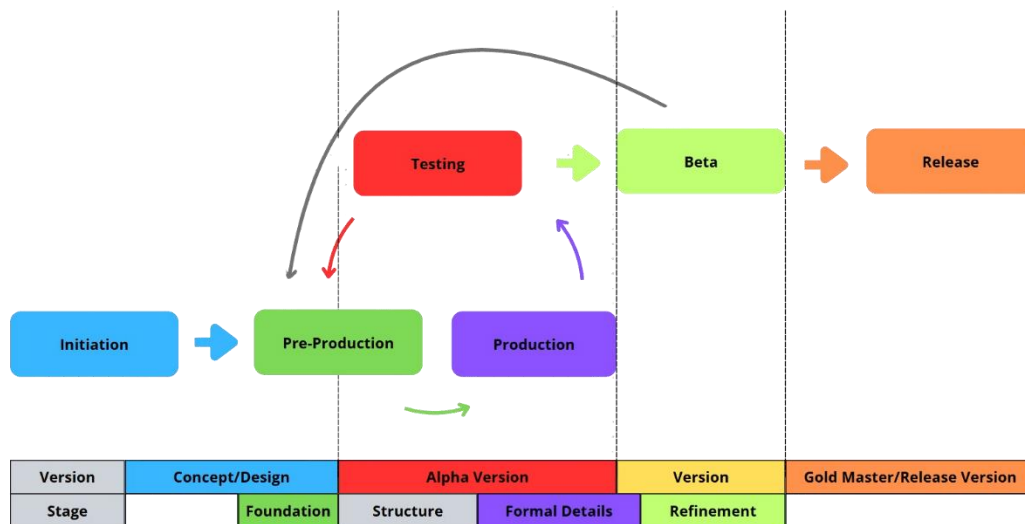
Selain itu, telah ditunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar, meningkatkan pemahaman mereka, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan menyenangkan (Rossano et al., 2020). Dalam konteks ini, teknologi AR memungkinkan siswa untuk memanipulasi dan melihat objek geometri dalam bentuk 3D, yang secara signifikan meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir spasial (Ibili et al., 2020).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Setiawan & Panuntun, 2021) menemukan bahwa AR Geometri hanya menampilkan materi tanpa adanya elemen interaktif dan menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Sementara itu, dalam penelitian ini, penulis akan mengemas materi menjadi sebuah game berbasis cerita, di mana selain menyajikan konten pembelajaran, juga terdapat alur cerita di dalamnya. Penelitian ini akan menggunakan metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) dalam pengembangannya.

Pembuatan game edukasi bertema kuis petualangan dilakukan dengan memanfaatkan Unity 3D, yang mendukung integrasi teknologi *Virtual Reality* atau *Augmented Reality* (Santika et al., 2019). Selain Unity 3D, penelitian ini juga menggunakan Vuforia SDK, sebuah perangkat lunak yang mampu mendeteksi gambar atau teks dan berfungsi sebagai marker untuk menampilkan *Augmented Reality* (Wijaya, 2022). Pengujian akan dilakukan dengan metode *blackbox* untuk memastikan kesesuaian antara desain dan hasil akhir, serta menggunakan survei kuisisioner untuk mengukur respon pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan (Sudarmilah & Maelani, 2022). Lingkungan pembelajaran berbasis AR yang optimal dapat membantu siswa memahami konsep yang sulit secara visual dalam bentuk 3D. Studi ini diharapkan dapat meningkatkan intuisi spasial serta kemampuan berpikir logis siswa, yang sangat penting untuk memperdalam pemahaman terhadap konsep geometri (Permatasari & Andayani, 2021).

METODE PENELITIAN

Game Development Life Cycle (GDLC) adalah pedoman yang digunakan dalam proses pengembangan *game* (Zahmi & M Aryadinata Zaiyen, 2023). Metode ini yaitu pengembangan game yang lebih interaktif dengan enam fase pengembangan. Mulai dari fase *initiation, pre-production, production, testing, beta*, dan *release* (Prasetyo et al., 2021; Saputra et al., 2022). Pada Gambar 1 terdapat beberapa proses yang dilakukan sesuai dengan model pengembangan *Game Development Life Cycle* yang meliputi:



Gambar 1. Metode GDLC

Initiation

Tahapan ini pertama dalam proses pengembangan melibatkan penyusunan konsep dan deskripsi permainan dengan cara yang ringkas (Harmini et al., 2024). ini mengangkat tema petualangan yang menceritakan seorang siswa bernama Lutfi yang enggan belajar untuk ujian dan terjebak dalam dunia *game*. Agar dapat kembali ke dunia nyata, Lutfi harus mengalahkan *Trapblade*

King, bos dalam permainan tersebut, dengan menggunakan buku jurus yang berisi modul geometri yang diberikan oleh seorang tabib.

Analisis Kebutuhan

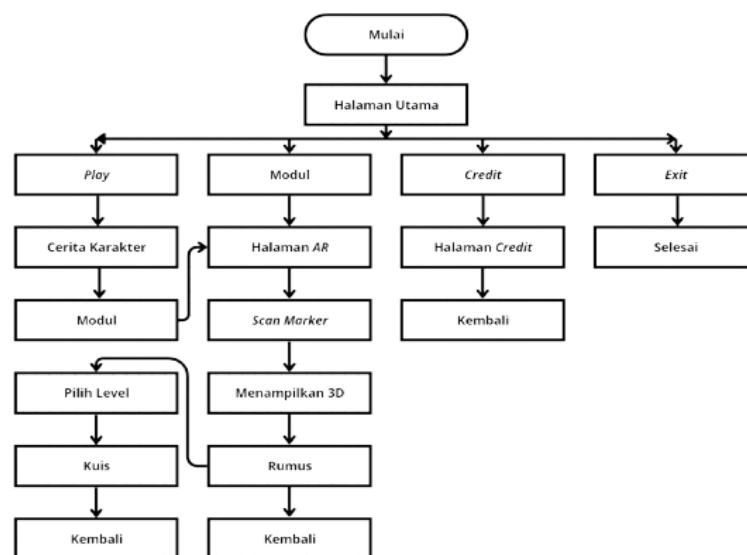
Analisis kebutuhan, langkah pertama dimulai dengan perencanaan awal pengembangan *game*, yang mencakup penentuan spesifikasi *hardware* dan *software* yang diperlukan oleh pengembang. *Game* edukasi yang akan dibuat memiliki genre *RPG* Petualangan dengan konten pembelajaran dan kuis tentang konsep geometri, yang diambil dari buku guru dan siswa Matematika SD yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan berdasarkan Kurikulum Merdeka. Materi ini dapat diakses melalui Sistem Informasi Perbukuan Indonesia (SIBI). Pengguna yang ditargetkan adalah siswa SD kelas 4-6. Berikut adalah spesifikasi minimum *hardware* untuk pengguna *game* ini:

- a. Prosesor *Quad-core ARM Cortex-A53*
- b. *RAM* 3 GB
- c. Penyimpanan 2 GB ruang kosong
- d. *Android 7.0 (Nougat)*
- e. Kamera 8 MP
- f. Resolusi layar *HD (720p)*

Perangkat yang tidak memenuhi spesifikasi minimum yang telah disebutkan, beberapa masalah yang dapat terjadi antara lain kinerja yang lambat atau lag, aplikasi yang mengalami crash atau force close, penurunan kualitas pemindaian, serta pengalaman pengguna yang tidak memuaskan.

Pre-production

Pra-produksi mencakup beberapa elemen utama, seperti penentuan jenis *game* yang berfungsi mengarahkan permainan, dalam hal ini *game* edukasi dengan tema pembelajaran budi pekerti. Selain itu, terdapat perancangan skenario dan karakter yang akan muncul dalam *game*, serta penetapan *gameplay* yang menentukan bagaimana permainan akan berlangsung. Terakhir, tantangan, yang menetapkan tantangan yang akan dihadapi oleh pengguna (Wahyu, 2022). Flowchart berfungsi untuk memberikan gambaran umum mengenai alur sebuah program dan mempermudah pemahaman terhadap proses pengembangan, sehingga data dan alur program menjadi lebih mudah dipahami. Flowchart *game* ini ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Game Edukasi Geometri

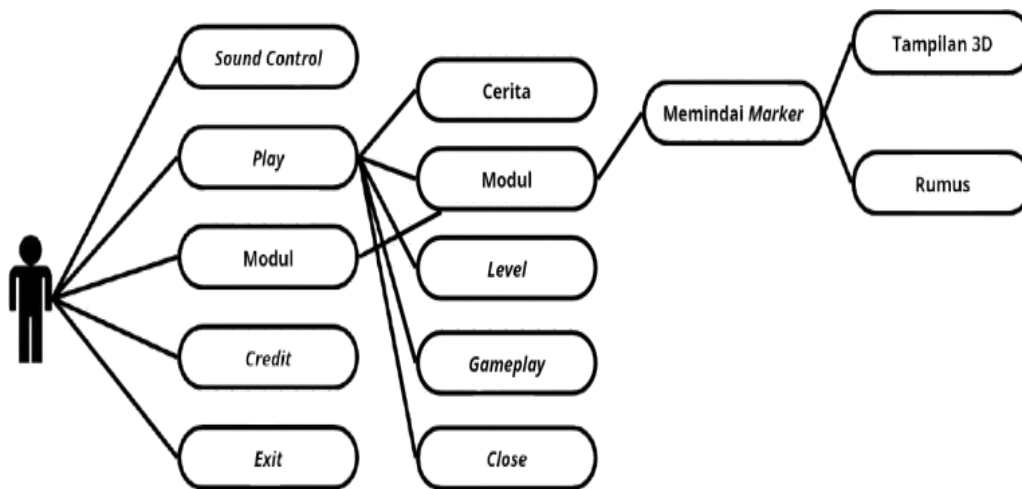
Berdasarkan Gambar 2 tersebut, Ketika aplikasi dijalankan, layar awal akan menampilkan splash screen Unity, diikuti dengan tampilan halaman utama. Pada halaman ini, pengguna diberikan empat pilihan, yaitu Play, Modul, Credit, dan Exit. Setelah memilih salah satu dari opsi tersebut, pengguna dapat keluar dari aplikasi atau kembali ke halaman utama untuk mengakses opsi lainnya. Selain Flowchart utama, peneliti juga merancang Flowchart tambahan sebagai panduan untuk setiap halaman yang ada dalam aplikasi.

Design Game

Design game meliputi pembuatan karakter Lutfi dan Ibu dengan gaya seni non-realis, sementara karakter Lutfi, tabib, monster, dan *Trapblade King* divisualisasikan dalam bentuk 2D. Modul *Augmented Reality* (AR) menggunakan teknologi 3D untuk memvisualisasi geometri dengan lebih menarik. *Game* ini memadukan elemen kuis dengan petualangan, di mana pemain harus maju untuk mengalahkan *Trapblade King* serta monster-monster lainnya. Mekanisme utama permainan mengharuskan pemain menjawab soal matematika dengan benar untuk mengalahkan musuh. Jika pemain memberikan jawaban yang salah, poin nyawa akan berkurang. Pemain harus menyelesaikan lima level untuk mencapai *winning condition*, yaitu keluar dari dunia game. Sedangkan, *lose condition* terjadi ketika pemain gagal, yang mengakibatkan mereka terjebak dalam dunia game dan harus mengulangi permainan.

Diagram Use Case

Diagram *use case* dibuat untuk menggambarkan proses yang digunakan dalam game edukasi berbasis *Augmented Reality*. Diagram ini menunjukkan hubungan antara kerangka kerja dengan pemain yang terlibat. Interaksi antara pengguna dan sistem dijelaskan melalui berbagai *use case* yang ditampilkan pada Gambar 3.

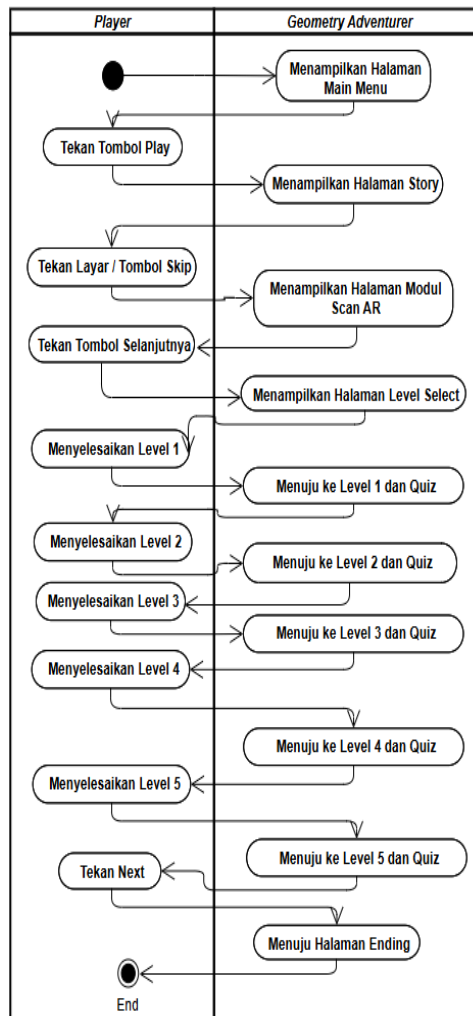


Gambar 3. Diagram Use Case Game Edukasi Geometri

Berdasarkan Gambar 3, terdapat 12 proses pada aplikasi meliputi *sound control*, *play*, modul, *credit* dan *exit*. Langkah selanjutnya adalah menentukan diagram aktivitas yang menggambarkan lebih banyak proses dan aktivitas lebih lanjut.

Diagram Aktivitas

Diagram yang menggambarkan aktivitas keseluruhan dalam sebuah game disebut diagram aktivitas. Struktur ini dibangun berdasarkan contoh penggunaan setiap siklus, mulai dari tahap awal hingga batas maksimal dalam kerangka kerja. Grafik gerakan dalam game ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Aktivitas Game Edukasi Geometri


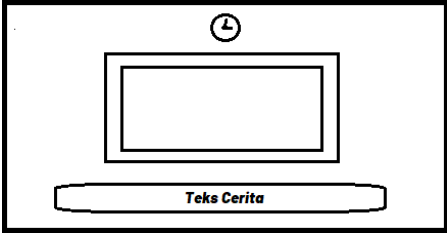

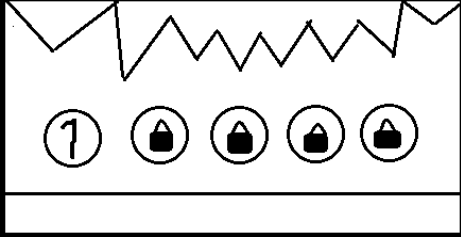
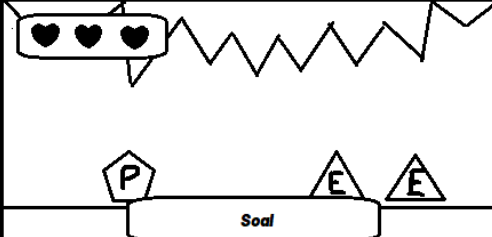
Storyline

Storyline merupakan gambaran besar dalam permainan dimana sang karakter utama Lutfi, seorang remaja yang kecanduan video *game* dan tidak menyukai pelajaran matematika, dihadapkan pada ujian matematika yang akan diadakan di sekolahnya. Alih-alih mempersiapkan diri dengan belajar, ia justru memilih untuk bermain *game* sepanjang malam, meskipun telah diperingatkan oleh ibunya. Ketika sedang bermain, konsol *game*-nya mengalami gangguan dan Lutfi secara tiba-tiba terseret ke dalam dunia *game*.

Di sana, ia bertemu dengan seorang tabib yang memintanya untuk mengalahkan *Trapblade King*, pemimpin kawanan monster yang menghancurkan desa mereka. Sebagai imbalan, tabib tersebut berjanji akan mengembalikan Lutfi ke dunia nyata. Tabib memberikan Lutfi sebuah buku yang ternyata berisi rumus-rumus dan konsep matematika, khususnya tentang bangun geometri, yang diperlukan untuk mengalahkan para monster.

Lutfi harus memecahkan soal-soal matematika untuk menggunakan jurus-jurus melawan setiap monster. Setelah berhasil mengalahkan *Trapblade King*, Lutfi kembali ke dunia nyata dan mendapati bahwa soal-soal ujian yang dihadapinya di sekolah adalah soal-soal yang sama dengan yang ia selesaikan dalam dunia *game*. Berbekal pengalaman tersebut, Lutfi mampu mengerjakan soal ujian dengan baik dan meraih nilai sempurna.

Storyboard
Tabel 1. Storyboard

Scene	Gambar	Keterangan
1		<p>Tampilan awal pada game yang terdapat judul <i>game</i>, tombol <i>sound</i> pada pojok kiri, <i>play</i>, modul, dan <i>credit</i> pada tengah, serta <i>exit</i> pada pojok kanan</p>
2		<p>Tampilan selanjutnya adalah tampilan cerita sebelum memasuki game, terdapat box dibawah yang berisi teks percakapan karakter</p>
3		<p>Tampilan pada halaman selanjutnya setelah cerita adalah tampilan buku jurus yang dimodifikasi sebagai modul yang terdapat penampilan AR pada kamera untuk scan kartu, dan akan muncul nama geometri dan rumus geometri.</p>
4		<p>Tampilan level yang menampilkan level yang akan dihadapi <i>player</i>, terdapat juga level yang masih terkunci dimana harus menyelesaikan level sebelumnya</p>
5		<p>Tampilan <i>gameplay</i> kuis terdapat P sebagai <i>player</i> dan E sebagai <i>enemy</i>, lalu dibagian bawah terdapat soal kuis dan dipojok kiri adalah nyawa <i>player</i>.</p>

Production

Production adalah bagian esensial dari pengembangan game yang mencakup pembuatan aset, penulisan kode sumber, dan penggabungan kedua elemen tersebut (Kaharuddin et al., 2023). Pembuatan aset menggunakan *hardware* Tablet Xiaomi Pad 6, *Personal Computer* core i5-12400 F RAM 16 GB RTX 3060 DDR 6, dan *software* menggunakan ibisPaint X, Spine, Photoshop, Unity 3D, Vuforia, dan Blender 3D.

Testing

Testing disini menggunakan evaluasi fungsionalitas fitur *game* sesuai desain yang telah ditetapkan untuk memastikan bahwa *game* beroperasi sesuai harapan dalam proses pengembangan (Fadilla et al., 2023). Penulis menggunakan testing Alpha dengan *Black box testing* dilakukan dengan tujuan mengetahui *game* dibuat dapat berjalan dengan baik sebelum dilakukannya tes beta dan dilakukan oleh penulis.

Beta

Beta merupakan pengujian oleh pihak ketiga saat menjalankan game. Pengujian beta yang dilakukan adalah kuesioner SUS (*System Usability Scale*) oleh para pengguna untuk memberikan informasi terkait kerusakan, bug, maupun error pada game. Pertanyaan ini dirancang untuk mengevaluasi seberapa mudah dan efektif sistem untuk digunakan. Peserta diminta untuk memberikan jawaban berdasarkan skala 1 hingga 5, di mana 1 berarti "Sangat Tidak Setuju" dan 5 berarti "Sangat Setuju" (Pranatawijaya et al., 2019).

Release

Tahap ini merupakan fase di mana game telah selesai dikembangkan secara keseluruhan dan siap untuk dirilis kepada publik. Pada tahap ini, game telah mencapai build akhir dan dapat dijalankan dengan baik, mencakup proses peluncuran, pembuatan dokumentasi, serta pemeliharaan yang diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa sebuah aplikasi *game* edukasi berbasis *Augmented Reality* yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran konsep geometri bagi siswa kelas 4-6. Aplikasi ini dikembangkan dengan mengintegrasikan unsur permainan *2D platformer* dan *kuis* interaktif sebagai bentuk inovasi pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa terhadap mata pelajaran Matematika.

Materi yang disajikan dalam *game* telah disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka. Karakter *monster* dalam permainan dirancang menyerupai berbagai bentuk bangun geometri, seperti segitiga, persegi, hingga balok, sehingga diharapkan dapat membantu siswa dalam mengenali dan memahami konsep-konsep geometri secara menyenangkan dan interaktif. Berikut ini merupakan pembahasan dari hasil penelitian.

Tampilan Game

Menu awal merupakan tampilan utama dari aplikasi *game 2D platformer* yang berisi beberapa tombol dengan fungsi berbeda. Tombol *sound* di pojok kiri digunakan untuk mengatur suara dalam *game*, tombol *play* untuk memulai permainan, dan tombol *modul* akan mengarahkan pengguna ke materi pembelajaran. Tombol *credit* menampilkan informasi pengembang serta apresiasi atas musik yang digunakan, sedangkan tombol *exit* berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Tampilan halaman utama tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



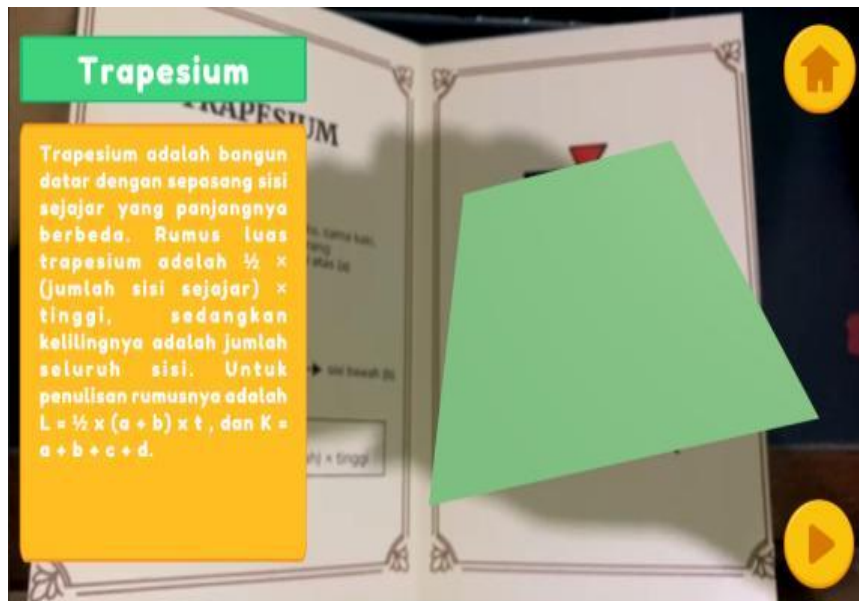
Gambar 5. Main Menu Game

Tampilan selanjutnya merupakan bagian dari aplikasi yang menyajikan alur cerita sebagai latar belakang karakter utama dalam *game*. Teks percakapan ditampilkan di bagian bawah layar untuk menyampaikan narasi atau dialog antar karakter. Fitur ini bertujuan memberikan konteks serta meningkatkan keterlibatan emosional pengguna, sehingga pembelajaran terasa lebih menarik. Tersedia tombol *skip* yang memungkinkan pengguna melewati cerita dan langsung menuju ke tampilan *modul*. Tampilan *story* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Story

Fitur yang menarik adalah fitur kamera pada perangkat yang digunakan untuk memindai *marker* geometri yang telah disinkronkan dengan aplikasi. Ketika kamera diarahkan ke *marker* yang sesuai, akan muncul visualisasi bangun geometri dalam bentuk tiga dimensi (3D) beserta rumusnya. Setiap *marker* mewakili satu jenis bangun geometri dan dicetak dalam bentuk buku pembelajaran agar dapat digunakan langsung oleh siswa. Teknologi *Augmented Reality* ini bertujuan membantu siswa memahami konsep geometri secara visual dan interaktif, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami. Tampilan fitur *Augmented Reality* tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Fitur Augmented Reality

Tampilan berikutnya merupakan *level* yang terdiri dari lima *level*, yaitu *level* 1 hingga *level* 5. Setiap *level* memiliki akses yang bersifat progresif, artinya *level* selanjutnya hanya akan terbuka apabila *level* sebelumnya telah diselesaikan oleh pengguna. Mekanisme ini dirancang untuk memastikan bahwa siswa memahami materi secara bertahap sesuai urutan yang telah ditentukan, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terstruktur dan sistematis. Tampilan pemilihan *level* tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



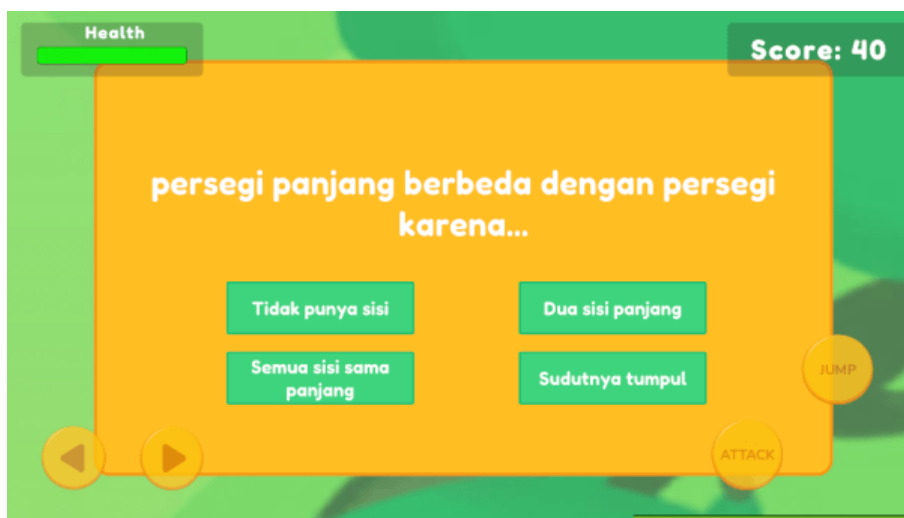
Gambar 8. Tampilan Level Select

Tampilan *gameplay* menunjukkan saat pengguna memainkan *game 2D platformer*. Di pojok kiri atas terdapat *health bar* yang berkurang jika karakter terkena *damage* dari musuh atau menjawab *kuis* dengan salah. Sementara itu, *score* di pojok kanan atas akan bertambah ketika pemain mengalahkan musuh atau menjawab *kuis* dengan benar. Untuk kontrol permainan, tersedia tombol di pojok kiri bawah untuk menggerakkan *player* ke kanan dan kiri, serta tombol di pojok kanan bawah untuk melompat dan menyerang. Tampilan *gameplay* tersebut diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Gameplay

Tampilan *gameplay kuis* ini muncul di tengah permainan, di mana pengguna akan diberikan beberapa soal yang harus dijawab sebagai bagian dari mekanisme interaktif dalam *game*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, fitur *kuis* ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana evaluasi pemahaman, tetapi juga memberikan pengaruh langsung terhadap jalannya permainan. Jika pemain berhasil menjawab soal dengan benar, maka *damage* atau kekuatan serangan dari karakter yang dimainkan akan meningkat. Dengan demikian, *kuis* dalam permainan ini tidak hanya berperan sebagai media pembelajaran, tetapi juga menjadi elemen strategis dalam *gameplay*. Tampilan *kuis* ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Kuis Gameplay

Testing Blackbox

Pengujian *blackbox* dilakukan oleh peneliti untuk mengevaluasi fungsionalitas dari *game* yang dikembangkan. Fokus utama pengujian ini adalah memastikan setiap fitur dalam media pembelajaran berfungsi sesuai dengan yang dirancang, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 3 menyajikan ringkasan hasil pengujian *blackbox* yang dilakukan terhadap fitur-fitur fungsionalitas serta tombol-tombol yang terdapat dalam *game*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen tersebut telah berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

Table 2. Test Black Box

No	Item	Skenario	Output yang Diharapkan	Hasil
Main Menu				
1	<i>Play</i>	Tekan tombol <i>play</i>	Menuju halaman <i>story</i>	Berfungsi
2	Modul	Tekan tombol modul	Menuju halaman modul	Berfungsi
3	<i>Credit</i>	Tekan tombol <i>credit</i>	Memunculkan panel <i>credit</i>	Berfungsi
4	<i>Sound</i>	Tekan tombol <i>sound</i>	Menyalakan atau mematikan <i>music</i>	Berfungsi
5	<i>Exit</i>	Tekan tombol <i>exit</i>	Keluar dari aplikasi	Berfungsi
Story				
6	<i>Tap Screen</i>	Tekan pada layar	Melanjutkan <i>dialog</i>	Berfungsi
7	<i>Skip</i>	Tekan tombol <i>skip</i>	Menuju halaman modul	Berfungsi
Modul				
8	<i>Home</i>	Tekan tombol <i>home</i>	Kembali ke halaman <i>main menu</i>	Berfungsi
9	<i>Scan Marker</i>	Menscan <i>marker</i>	Memunculkan AR	Berfungsi
9	<i>Play</i>	Tekan tombol <i>play</i>	Menuju halaman <i>level select</i>	Berfungsi
Level Select				
10	<i>Level 1</i>	Tekan tombol <i>level 1</i>	Menuju ke halaman <i>level 1</i>	Berfungsi
11	<i>Level 2</i>	Tekan tombol <i>level 2</i>	Menuju ke halaman <i>level 2</i>	Berfungsi
12	<i>Level 3</i>	Tekan tombol <i>level 3</i>	Menuju ke halaman <i>level 3</i>	Berfungsi
13	<i>Level 4</i>	Tekan tombol <i>level 4</i>	Menuju ke halaman <i>level 4</i>	Berfungsi
14	<i>Level 5</i>	Tekan tombol <i>level 5</i>	Menuju ke halaman <i>level 5</i>	Berfungsi
Gameplay				
15	<i>Left Arrow</i>	Tekan tombol <i>left arrow</i>	Karakter bergerak ke kiri	Berfungsi
16	<i>Right Arrow</i>	Tekan tombol <i>right arrow</i>	Karakter bergerak ke kanan	Berfungsi
17	<i>Attack</i>	Tekan tombol <i>attack</i>	Karakter mengeluarkan <i>projectile</i>	Berfungsi
18	<i>Jump</i>	Tekan tombol <i>jump</i>	Karakter melompat	Berfungsi
Kuis Gameplay				
19	Jawaban A	Tekan tombol jawaban A	Menuju ke soal berikutnya	Berfungsi
20	Jawaban B	Tekan tombol jawaban B	Menuju ke soal berikutnya	Berfungsi
21	Jawaban C	Tekan tombol jawaban C	Menuju ke soal berikutnya	Berfungsi
22	Jawaban D	Tekan tombol jawaban D	Menuju ke soal berikutnya	Berfungsi
Ending				
23	<i>Tap Screen</i>	Tekan pada layar	Melanjutkan <i>dialog</i>	Berfungsi
24	<i>Back Menu</i>	Tekan tombol back to menu	Menuju halaman main menu	Berfungsi

Table 2. Ringkasan Black Box Testing

Testing yang dilakukan	Keberhasilan	Kegagalan
24	24	0
Persentase keberhasilan	100%	0%

Testing System Usability Scale

System Usability Scale (SUS) berfungsi memberikan gambaran umum yang bersifat subjektif mengenai tingkat kegunaan dari aplikasi *game*. *System Usability Scale (SUS)* disusun menggunakan pendekatan skala Likert, yang umumnya dipahami sebagai serangkaian pernyataan dengan jawaban pilihan ganda, di mana responden diminta untuk menyatakan tingkat persetujuan atau ketidaksetujuannya terhadap setiap pernyataan dalam rentang skala lima poin (Brooke, 1995).

Berikut ini merupakan daftar pertanyaan kuesioner yang digunakan, sebagaimana tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Pertanyaan System Usability Scale (Brooke, 1995)

No	Pertanyaan	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Menurut saya, saya menyukai aplikasi game ini sehingga akan memainkannya berkali-kali					
2	Menurut saya game ini terlalu rumit dimainkan					
3	Menurut saya game ini mudah digunakan					
4	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memainkan game ini (tidak dapat bermain sendiri tanpa dibantu)					
5	Saya menganggap bagian-bagian game ini dapat dimainkan dengan baik					
6	Menurut saya cara bermain game ini membingungkan					
7	Menurut saya orang lain akan belajar bermain game ini dengan sangat cepat (mudah)					
8	Saya menganggap game ini tidak praktis (sulit) dimainkan					
9	Saya merasa bisa memainkan game ini					
10	Saya perlu belajar banyak untuk dapat memainkan game ini					

Kuesioner diisi oleh 30 responden yang terdiri dari 26 siswa MI MPK Kertonatan, Selanjutnya, hasil dari kuesioner tersebut dianalisis menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). Dalam perhitungan skor SUS, untuk pernyataan dengan nomor ganjil, skor dikurangi 1, sedangkan untuk pernyataan dengan nomor genap, skor diperoleh dari 5 dikurangi skor jawaban. Seluruh nilai dari 10 pernyataan tersebut kemudian dijumlahkan dan dikalikan dengan faktor 2,5 untuk mendapatkan skor akhir dari masing-masing responden.

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh skor rata-rata sebesar 69,61, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai ini berada pada kategori *Grade D* dengan tingkat keterterimaan *Marginal - High* serta penilaian subjektif berada pada tingkat "OK". Meskipun nilainya sedikit lebih tinggi dari rata-rata global, hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dinilai cukup layak digunakan, namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu disempurnakan, khususnya terkait kemudahan penggunaan dan kejelasan alur permainan, agar dapat meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan dan mencapai tingkat usability yang lebih baik (*Grade C* atau lebih tinggi). Berdasarkan pengamatan selama proses uji coba, beberapa peserta, khususnya anak perempuan, tampak kurang tertarik untuk memainkan game, serta terdapat beberapa anak yang masih mengalami kebingungan dalam mengoperasikan perangkat tablet, sehingga hal tersebut kemungkinan turut memengaruhi skor usability secara keseluruhan.

Tabel 4. Perhitungan SUS

No	Responden	Skor Hasil Hitung										Jumlah	Nilai
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1	Responden 1	3	0	2	0	4	4	4	0	4	4	25	63
2	Responden 2	3	4	3	1	3	3	3	4	4	4	32	80
3	Responden 3	3	4	3	1	4	4	4	4	4	4	35	88

4	Responden 4	1	3	1	3	2	3	1	1	2	2	19	48
5	Responden 5	3	4	4	0	3	3	4	3	4	1	29	73
6	Responden 6	2	1	3	3	4	1	4	0	2	4	24	60
7	Responden 7	4	2	4	1	4	4	4	4	4	4	35	88
8	Responden 8	4	2	4	1	4	4	4	4	4	4	35	88
9	Responden 9	3	3	3	1	1	3	3	4	3	1	25	63
10	Responden 10	4	3	4	1	4	4	3	4	4	1	32	80
11	Responden 11	2	4	3	1	3	2	3	1	3	0	22	55
12	Responden 12	3	2	2	3	3	4	4	3	2	3	29	73
13	Responden 13	3	3	0	1	3	3	2	3	2	3	23	58
14	Responden 14	3	2	3	1	4	3	2	3	4	1	26	65
15	Responden 15	4	2	4	2	4	3	4	1	3	0	27	68
16	Responden 16	3	4	4	1	3	2	4	4	3	2	30	75
17	Responden 17	1	4	4	4	2	2	0	0	2	3	22	55
18	Responden 18	4	4	4	3	3	3	4	4	3	2	34	85
19	Responden 19	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2	28	70
20	Responden 20	4	2	3	3	2	3	2	3	3	2	27	68
21	Responden 21	3	3	2	4	4	2	2	3	3	1	27	68
22	Responden 22	2	0	1	1	2	4	1	4	4	0	19	48
23	Responden 23	3	3	2	3	2	3	2	1	3	1	23	58
24	Responden 24	4	3	3	1	4	3	3	3	3	1	28	70
25	Responden 25	3	3	3	2	3	4	3	4	4	2	31	78
26	Responden 26	4	3	3	2	4	3	4	4	4	3	34	85
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)												69,61	

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dalam bentuk *game* edukatif yang dirancang untuk membantu siswa sekolah dasar memahami konsep geometri secara visual dan interaktif. Proses pengembangan dilakukan melalui enam tahapan dalam *Game Development Life Cycle*, yaitu *initiation*, *pre-production*, *production*, *testing*, *beta*, dan *release*. Berdasarkan hasil pengujian *blackbox*, seluruh fitur aplikasi berfungsi dengan baik. Evaluasi menggunakan *System Usability Scale* menunjukkan skor rata-rata sebesar 69,61, yang termasuk dalam kategori *Marginal - High (OK)*, sehingga aplikasi dinilai cukup layak digunakan. Meskipun demikian, peneliti menemukan beberapa kendala, seperti kurangnya minat bermain pada sebagian siswa perempuan dan adanya kesulitan dalam mengoperasikan perangkat tablet. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis *game* yang naratif dan interaktif dapat meningkatkan daya tarik pembelajaran matematika, namun keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh kesesuaian dengan karakteristik dan kebutuhan pengguna.

Saran

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar pengembangan aplikasi ke depan lebih memperhatikan aspek antarmuka dan pengalaman pengguna agar lebih mudah dipahami oleh seluruh siswa, termasuk mereka yang kurang familiar dengan teknologi. Perlu juga dilakukan penyesuaian pada konten atau desain *game* agar lebih inklusif dan menarik bagi berbagai kelompok siswa, termasuk anak perempuan. Untuk mengatasi kesulitan teknis, aplikasi sebaiknya dilengkapi dengan panduan penggunaan atau pelatihan singkat. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan fitur tambahan yang didasarkan pada umpan balik pengguna serta

menevaluasi dampak jangka panjang penggunaan aplikasi dalam proses belajar. Uji coba lebih luas juga penting dilakukan agar efektivitas aplikasi dapat dianalisis dalam konteks pembelajaran yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, Q. J., & Apriyanti, A. (2019). Game Edukasi Pembelajaran Matematika Untuk AnakSd Kelas 1 Dan 2 Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 13(1), 51. <https://doi.org/10.33365/jti.v13i1.159>
- Fadilla, D. R., Fauziah, F., & Aldisa, R. T. (2023). Pengenalan Bendera Negara Dengan Fisher Yates- Shuffle Pada Game Edukasi Android Menggunakan Metode GDLC. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1377–1386. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3754>
- Harmini, T., Reza Pradhana, F., Nur Suryanita, D., & Warniasih, K. (2024). Implementasi Game Edukasi 3D Pada Materi Aljabar Melalui Pendekatan Game Development Life Cycle (Gdlc). *Riemann: Research of Mathematics and Mathematics Education*, 6(1), 23–38. <https://doi.org/10.38114/rksfhj44>
- Husniah, L., Nugraha, Y. B. S., Kholimi, A. S., Yuhana, U. L., Yuniarno, E. M., & Purnomo, M. H. (2020). Gemar: Geometry augmented reality application for elementary school students. *2020 IEEE Graphics and Multimedia, GAME 2020*, 25–30. <https://doi.org/10.1109/GAME50158.2020.9315086>
- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S., & Billingham, M. (2020). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 224–246. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1583382>
- Jayanti, D., Septiani, J. I., Sayekti, I. C., Prasojo, I., & Yuliana, I. (2021). Pengenalan Game Edukasi sebagai Digital Learning Culture pada Pembelajaran Sekolah Dasar. *Buletin KKN Pendidikan*, 3(2), 184–193. <https://doi.org/10.23917/bkkndik.v3i2.15735>
- Kaharuddin, K., Pernando, Y., Marfuah, M., & KH, M. (2023). Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1168–1175. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3685>
- Nathaniel, V. (2023). Penerapan Gamifikasi Pada Proses Belajar Matematika untuk Anak Sekolah Dasar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal ICTEE*, 3(2), 46–50. <https://forms.gle/ondiba4RG27an4oy9>
- Permatasari, G. I., & Andayani, S. (2021). Teachers' Challenges In Teaching Geometry Using Augmented Reality Learning Media. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.3889>
- Prasetyo, R. M. M., Syaputra, H., Cholil, W., & Sauda, S. (2021). Rancang Dan Bangun Game Edukasi Anak-Anak Berbasis Android Dengan Unity Menggunakan Metode Game Development Life Cycle. *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, 2(2), 103–111. <https://doi.org/10.47747/jurnalnik.v2i2.526>
- Brooke, J. (1995). SUS: A "Quick and Dirty" Usability Scale. *Usability Evaluation In Industry, November 1995*, 207–212. <https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, W., Priskila, R., & Putra, P. B. A. A. (2019). Penerapan Skala Likert dan Skala Dikotomi Pada Kuesioner Online. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 128–137. <https://doi.org/10.34128/jsi.v5i2.185>
- Putra, S. D., Aryani, D., Syofyan, H., & Yasin, V. (2023). Aplikasi Augmented Reality Geometri Sekolah Dasar Untuk Bangun Datar dan Ruang Menggunakan Metode MarkerBased Tracking. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 250. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5281>
- Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A., & Roselli, T. (2020). Augmented Reality to Support Geometry Learning. *IEEE Access*, 8, 107772–107780. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3000990>
- Santika, R. R., Ramadhan, K., Andri, M., Solehuddin, A., & Juanita, S. (2019). Implementasi Game

- Edukasi Belajar Bahasa Inggris Dengan Metode Game Development Life Cycle. *Sebatik*, 23 NO 2(c), 392–402.
- Saputra, A. A., Putra, F. N., & Yusron, R. D. R. (2022). Pembuatan Game Edukasi Pengenalan Kebudayaan Indonesia Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) Berbasis Android. *Journal Automation Computer Information System*, 2(1), 66–73.
- Setiawan, A., & Panuntun, H. B. (2021). Design of Solid Geometry Learning Media to Improve Student Understanding Based On Augmented Reality. *Urecol Journal. Part A: Education and Training*, 1(2), 61–67. <https://doi.org/10.53017/ujet.70>
- Sudarmilah, E., & Maelani, A. (2022). Augmented Reality Based-Learning Media of Computers. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 8(4), 819–835.
- Wahyu, S. (2022). Penerapan Metode Game Development Life Cycle Pada Pengembangan Aplikasi Game Pembelajaran Budi Pekerti. *Skanika*, 5(1), 82–91. <https://doi.org/10.36080/skanika.v5i1.2904>
- Widani, W., Karlimah, K., & Kosasih, E. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Media Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Teknologi Augmented Reality untuk Siswa Sekolah Dasar. *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 7(4), 219–233. <https://doi.org/10.17509/pedadidaktika.v7i4.25255>
- Wijaya, I. M. P. P. (2022). Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Hewan Berbasis Android Menggunakan Library Vuforia. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 5(2), 173–181. <https://doi.org/10.47080/simika.v5i2.2220>
- Zahmi, A., & M Aryadinata Zaiyen. (2023). Application Of The GDLC (Game Development Life Cycle) Method In BUILDING An Edecatonal Game Application Introducing Home Equipment For Early Children. *Journal of Scientech Research and Development*, 5(2), 945–953. <https://idm.or.id/JSCR/index>