



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

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

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 10244-10254

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

Pengembangan *Game* Edukasi Matematika Sekolah Dasar Menggunakan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android (Studi Kasus: Sdit Al-Hanif)

Elga Syahira¹, Holilah², Nanang Krisdianto³

^{1,2,3}Prodi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

¹svahiraelga@gmail.com, ²holilah@untirta.ac.id, ³krisdianto@untirta.ac.id

Abstrak

Teknologi yang semakin berkembang memberikan dampak positif pada bidang pendidikan, termasuk dalam pengembangan media belajar digital yang lebih inovatif dan interaktif. Namun, perkembangan ini juga diikuti oleh timbulnya dampak negatif seperti kecenderungan penggunaan gadget bagi anak untuk aktivitas non-edukatif, terutama bermain game yang kurang mendukung proses belajar. Di sisi lain, kualitas pembelajaran matematika di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, yang ditandai oleh rendahnya hasil skor yang diperoleh siswa pada tes PISA. Permasalahan mengenai mata pelajaran matematika juga ditemukan di SDIT Al-hanif, khususnya pada materi pecahan dan bangun ruang akibat kurangnya penguasaan konsep dasar serta rendahnya kemampuan visualisasi siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Slice and Shape*, yaitu game edukasi interaktif berbasis Android menggunakan metode *Game Development Life Cycle (GDLC)*, dengan integrasi *Augmented Reality* untuk membantu visualisasi bangun ruang dasar secara lebih nyata. Uji validitas oleh lima guru matematika memperoleh skor rata-rata 94% dengan kategori sangat valid, sedangkan penilaian interaktivitas oleh siswa menunjukkan respons yang sangat positif. Efektivitas pembelajaran dianalisis menggunakan *N-Gain* dan menghasilkan nilai 0,42 yang termasuk kategori sedang namun efektif, dengan peningkatan skor dari 44,60 pada pre-test menjadi 64,21 pada post-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa game *Slice and Shape* valid, interaktif, dan efektif sehingga layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran pada materi pecahan dan bangun ruang di sekolah dasar.

Kata Kunci: *Game Edukasi, Matematika, Augmented Reality, Pecahan, Bangun Ruang.*

1. Latar Belakang

Di era digital yang berkembang pesat, teknologi telah memberikan pengaruh signifikan terhadap dunia pendidikan[1], khususnya dalam pengembangan media pembelajaran digital yang lebih interaktif dan inovatif[2]. Media pembelajaran digital mampu meningkatkan efektivitas proses belajar dengan menyajikan materi secara kontekstual melalui elemen audio dan visual, sehingga dapat meningkatkan pemahaman serta motivasi belajar siswa[3]. Namun, pemanfaatan teknologi juga memiliki dampak negatif, seperti tingginya penggunaan gadget oleh anak untuk aktivitas non-edukatif, terutama bermain game, yang berpotensi menggunakan proses belajar dan perkembangan psikologis[4].

Di sisi lain, kualitas pembelajaran matematika di Indonesia masih tergolong rendah, matematika penting untuk dipelajari karena merupakan dasar bagi banyak disiplin ilmu lainnya serta memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, selain itu mata pelajaran matematika akan terus ditemukan di setiap jenjang pendidikan mulai dari tingkat SD (sekolah Dasar) hingga perguruan tinggi[5] hal ini sebagaimana ditunjukkan oleh hasil Programme for International Student Assessment (PISA) yang menempatkan Indonesia di bawah rata-rata negara OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). Permasalahan ini juga ditemukan di SDIT Al-Hanif, di mana siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep pecahan dan visualisasi bangun ruang.

Sebagai solusi, game edukasi dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan game edukasi berbasis Android menggunakan Unity sebagai platform utama untuk menciptakan aplikasi dengan menggunakan bahasa C# berbasis android. Unity dipilih karena merupakan salah satu game engine populer yang mendukung pengembangan game dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D), selain itu unity menyediakan berbagai fitur yang mendukung proses pembuatan game edukasi

Pengembangan Game Edukasi Matematika Sekolah Dasar Menggunakan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android (Studi Kasus: Sdit Al-Hanif)

interaktif dan dapat dikembangkan untuk berbagai ukuran tampilan layar, termasuk android[6]. Unity ini diintegrasikan dengan teknologi *Augmented Reality (AR)* untuk membantu visualisasi bangun ruang secara tiga dimensi, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan minat belajar siswa pada mata pelajaran matematika terutama materi pecahan dan bangun ruang.

2. Metode Penelitian

Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Game Development Life Cycle (GDLC)*. GDLC merupakan pendekatan sistematis dalam pengembangan *game* yang terdiri dari beberapa tahapan utama yaitu, *initiation*, *pre-production*, *production*, *alpha test*, *beta test*, dan *release*. Setiap tahapan memiliki peran penting dalam memastikan *game* yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan pembelajaran [7]. Berikut adalah penjelasan masing-masing tahapan dalam GDLC serta implementasinya dalam penelitian ini

2.1. Initiation

Tahap ini merupakan tahap awal dalam pengembangan *game*, yang bertujuan untuk merumuskan ide dasar serta mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan melalui *game* edukasi. Dalam penelitian ini, tahap *initiation* dilakukan dengan mengidentifikasi masalah, yaitu penyalahgunaan teknologi oleh anak-anak yang sering menggunakan *gadget* untuk bermain *game* dibandingkan belajar sehingga dampaknya yang buruk pada prestasi akademik, selain itu rendahnya kemampuan siswa Indonesia pada mata pelajaran matematika menurut data dari OECD. Adapun masalah yang ingin diselesaikan yaitu mengenai kesulitan siswa pada mata pelajaran matematika di SDIT Al-Hanif, berdasarkan wawancara dengan guru, siswa merasa kesulitan dalam memahami materi pecahan dan bangun ruang. Selain itu, dilakukan kajian literatur untuk memahami efektivitas *game* edukasi dalam meningkatkan pembelajaran matematika serta bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan dalam proses belajar.

2.2. Pre-Production

Tahap ini berfokus pada perancangan konsep *game* yang mencakup mekanisme permainan, alur, desain antarmuka, serta pengumpulan aset yang dibutuhkan. Perancangan dilakukan melalui pembuatan use case diagram dan activity diagram untuk menggambarkan interaksi pengguna, serta flowchart untuk memperjelas alur permainan. Selain itu, mockup antarmuka dirancang sebagai gambaran awal tampilan dan fungsionalitas *game*, meliputi menu utama dan menu permainan. Tahap ini juga mencakup pemilihan serta penyesuaian aset grafis, baik dari sumber yang ada maupun hasil desain mandiri, agar sesuai dengan konsep *game* edukasi. Dengan perancangan yang sistematis dan visual yang menarik, *game* diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan bagi siswa.

2.3. Production

Tahap *production* merupakan proses implementasi dari rancangan yang telah dibuat. Dalam penelitian ini, *game* dikembangkan menggunakan Unity dengan fitur dua dimensi untuk antarmuka dan mekanisme permainan, serta Vuforia Engine untuk menambahkan elemen *Augmented Reality (AR)* dalam visualisasi bangun ruang. Konten dalam *game* secara keseluruhan meliputi penjelasan materi pembelajaran, kuis interaktif, dan visualisasi (khusus untuk materi bangun ruang) yang dirancang agar sesuai dengan kebutuhan siswa. Pengembangan ini dilakukan secara iteratif dengan pengujian berkala untuk memastikan bahwa *game* berjalan dengan lancar dan memenuhi kebutuhan pembelajaran.

2.4 Alpha Test

Pada tahap *alpha test*, *game* diuji secara internal oleh pengembang dengan metode *blackbox testing* untuk mendeteksi *bug*, kesalahan teknis, serta kekurangan dalam *gameplay*. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa fitur utama *game* berfungsi dengan baik di perangkat android. Jika ditemukan kesalahan, *game* akan diperbaiki sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

2.5 Beta Test

Tahap ini melibatkan pengguna eksternal untuk menguji *game*. Dalam penelitian ini, *game* diuji oleh guru mata pelajaran matematika di SDIT Al-Hanif untuk menilai desain, kesesuaian materi, interaktivitas, serta efektivitasnya dalam membantu siswa memahami konsep pecahan dan bangun ruang. Guru memberikan penilaian berupa kuesioner dengan skala likert untuk menguji kevalidan *game* edukasi, dan memberikan umpan balik mengenai aspek yang perlu diperbaiki sehingga *game* dipastikan layak sebelum dirilis untuk digunakan oleh siswa.

2.6 Release

Tahap akhir dalam pengembangan *game* adalah *release*, di mana *game* dipublikasikan dan digunakan oleh siswa dalam proses pembelajaran. Dalam penelitian ini, siswa kelas VI di SDIT Al-Hanif memainkan *game* secara berkelompok setelah menjalani *pre-test* secara mandiri untuk mengukur pemahaman awal. Setelah bermain, akan dilakukan *post-test* untuk melihat peningkatan hasil belajar. Selain itu, siswa juga dimintai umpan balik mengenai pengalaman mereka dalam menggunakan *game* sebagai alat bantu pembelajaran melalui kuesioner yang akan diberikan. Hasil dari *pre-test* dan *post-test* akan digunakan untuk menilai efektivitas *game* edukasi dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi matematika.

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini membahas pengembangan dan evaluasi *game* edukasi Slice and Shape berbasis Android sebagai media pembelajaran matematika. Implementasi meliputi desain antarmuka, mekanisme permainan berbasis level, serta integrasi *Augmented Reality* (AR) untuk visualisasi bangun ruang, dengan metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) yang terstruktur. Pengujian dilakukan melalui uji validitas oleh guru, uji interaktivitas oleh siswa, serta analisis efektivitas menggunakan *pre-test*, *post-test*, dan *N-Gain*. Hasilnya menunjukkan bahwa *game* mampu meningkatkan pemahaman konsep pecahan dan bangun ruang secara interaktif.

3.1. Inisiasi dan Perancangan Sistem

3.1.1 Uraian Mengenai Konsep yang Dikembangkan (*Initiation*)

Tahap *initiation* berfokus pada perumusan masalah rendahnya minat belajar matematika di Indonesia yang tercermin dari hasil PISA, serta temuan serupa di SDIT Al-Hanif khususnya pada materi pecahan dan bangun ruang. Selain itu, diidentifikasi pula kecenderungan penggunaan gadget oleh anak untuk aktivitas non-edukatif, sehingga diperlukan media pembelajaran yang lebih interaktif dan terarah. Sebagai solusi, dikembangkan *game* edukasi Slice and Shape yang memadukan materi pecahan (*slice*) dan bangun ruang (*shape*) sebagai alternatif media belajar di luar jam sekolah. Materi pecahan mencakup berbagai operasi dasar hingga desimal, sedangkan materi bangun ruang disajikan melalui visualisasi 3D dengan dukungan *Augmented Reality* (AR) untuk memahami bentuk dasar, serta model 3D non-AR untuk tahap konstruksi yang membutuhkan interaksi lebih stabil. *Game* ini dirancang untuk membantu siswa memahami konsep secara lebih konkret, meningkatkan motivasi belajar, serta menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan.

3.1.2 Rancangan Sistem (*Pre-Production*)

Rancangan sistem dalam pengembangan *game* edukasi bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen *game* telah terstruktur dengan baik sebelum implementasi. Tahapan ini mencakup perancangan alur permainan, interaksi pengguna, serta mekanisme *game* yang mendukung proses pembelajaran. Pada penelitian ini, rancangan sistem *game* edukasi dilakukan dengan menggunakan beberapa model diagram, yaitu *use case diagram*, *activity diagram*, *flowchart*, dan *mockup*.

- *Use Case Diagram*

Use case diagram pada *game* edukasi ini menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem, di mana pengguna dapat memasukkan nama, melihat skor, serta memilih materi pecahan atau bangun ruang. *Game* menerapkan sistem level bertahap yang membuka akses secara berurutan, dengan progres dan skor tersimpan menggunakan *PlayerPrefs*. Pada materi pecahan, terdapat lima level yang mencakup berbagai operasi dan dilengkapi fitur belajar serta bermain. Sementara pada materi bangun ruang, tersedia dua level dengan fitur pembelajaran teori dan visual, termasuk penggunaan *Augmented Reality* (AR) untuk visualisasi bangun ruang dasar serta model 3D untuk susunan kubus dan balok. Selain itu, *game* juga menyediakan berbagai jenis permainan untuk mendukung pemahaman konsep secara interaktif.

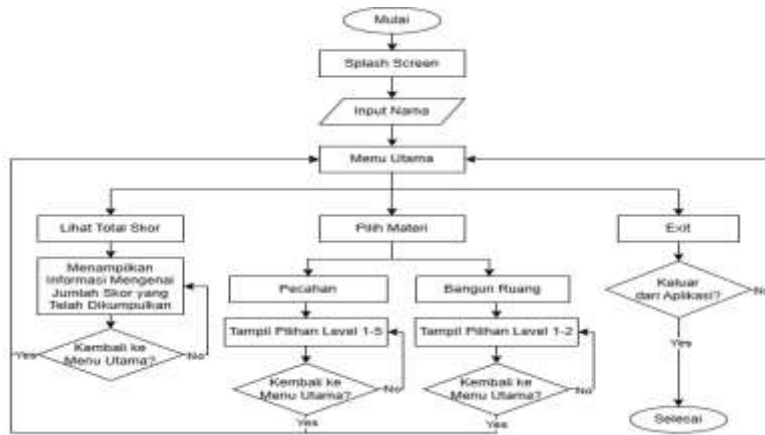
- *Activity Diagram*

Activity diagram pada *game* edukasi ini menggambarkan alur aktivitas pengguna sejak membuka aplikasi hingga menyelesaikan pembelajaran. Setelah aplikasi dijalankan, pengguna diwajibkan memasukkan nama, kemudian diarahkan ke menu utama yang menyediakan pilihan topik, yaitu pecahan atau bangun ruang. Jika memilih topik pecahan, pengguna akan mengakses materi secara bertahap melalui sistem level yang terbuka secara berurutan setelah level sebelumnya diselesaikan. Terdapat lima level materi, yaitu penjumlahan dan pengurangan pecahan, perkalian, pembagian, pecahan campuran, dan pecahan desimal. Setelah memilih materi, pengguna dapat memilih antara fitur belajar atau bermain. Jika telah mempelajari materi, pengguna dapat langsung melanjutkan ke permainan atau kembali ke menu. Sebelum permainan dimulai, ditampilkan tutorial sebagai panduan. Dalam permainan, pengguna harus menyelesaikan tantangan seperti mengumpulkan peti harta, menjawab kuis, mengatur

waktu dan bahan bakar, serta menjaga keseimbangan kendaraan. Setelah permainan selesai, sistem menampilkan skor sebagai evaluasi dan membuka akses ke level berikutnya.

• *Flowchart*

Flowchart yang ditampilkan merupakan salah satu komponen pada menu utama yang mencakup beberapa pilihan fungsional. Begitu pengguna masuk dalam game, akan menampilkan *splash screen* dilanjutkan dengan memasukkan nama pengguna untuk ditampilkan dan disimpan kedalam sistem. Setelah itu pengguna akan masuk ke menu utama, di dalamnya terdapat opsi “Lihat Total Skor”, yang akan menampilkan perhitungan jumlah skor yang telah berhasil dikumpulkan oleh pengguna, serta pilihan “Exit” untuk keluar dari aplikasi. Selain itu, terdapat pilihan materi yang dapat dimainkan, yaitu materi mengenai pecahan dan bangun ruang.







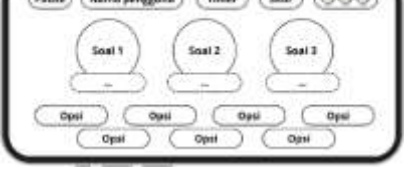

Gambar 1. Flowchart Menu Utama

• *Storyboard*

Berikut merupakan *storyboard* yang menggambarkan rancangan tampilan serta deskripsi fitur pada *game* edukasi yang dikembangkan. *Storyboard* ini berfungsi sebagai perancangan visual awal yang memberikan gambaran mengenai struktur antarmuka pengguna dan alur interaksi dalam aplikasi.

Tabel 1. Storyboard Game yang dikembangkan

| Visual | Keterangan |
|--------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Pengguna diharuskan mengisi nama sebelum melanjutkan ke menu utama. • Jika nama belum diisi, tombol tidak bisa ditekan. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Pada menu utama, terdapat dua pilihan topik belajar yaitu pecahan dan bangun ruang. • Tombol “Lihat Total Skor”. • Tombol “Exit” untuk keluar aplikasi. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Masuk ke menu topik belajar yang dipilih, terdapat pilihan level materi. • Akses ke level berikutnya diberikan setelah pengguna menyelesaikan level sebelumnya. • Materi pecahan terdapat 5 level, materi bangun ruang memiliki 2 level. • Tombol “Back” untuk kembali ke menu utama. |

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Halaman setelah memilih level materi. • Tombol “Back” untuk kembali ke menu memilih level materi. • Pilihan kegiatan: belajar, bermain, dan visualisasi (khusus bangun ruang). |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Halaman belajar pecahan. • Terdapat karakter dan dialog menjelaskan materi belajar. • Tombol untuk menuju dialog sebelumnya atau selanjutnya. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Game Pecahan. • Kontrol arah kendaraan maju atau mundur, jaga agar posisi kendaraan tidak terbalik. • Timer untuk batas waktu, fuel untuk mengukur bahan bakar, skor untuk evaluasi nilai. • Kumpulkan 2 peti harta untuk membuka level berikutnya. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Tampilan kamera AR. • Fitur: 4 tombol mengganti tampilan objek bangun ruang, rotasi objek, menampilkan nama dan deskripsi objek bangun ruang yang tampil. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Game bangun ruang dengan mekanisme <i>drag and drop</i>. • Geser kotak opsi dibawah ke kotak kosong untuk menjawab soal. • 3 nyawa sebagai kesempatan menjawab salah, timer sebagai batas waktu. • Jika menjawab benar mendapat skor 4, jika salah tidak mendapat skor dan nyawa berkurang. • Jawab keseluruhan soal untuk membuka level selanjutnya. |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Scene menampilkan jumlah keseluruhan skor dari game pecahan, bangun ruang, dan rata-rata keduanya. • Tombol “Hapus Skor” untuk menghapus keseluruhan skor yang telah dikumpulkan dan mengunci kembali level. |

3.2. Implementasi Game

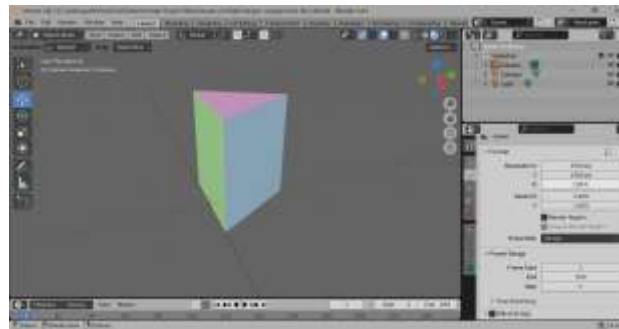
3.2.1 Desain Antarmuka dan Pengumpulan Aset (*Pre-production*)

Tahap pre-production merupakan lanjutan dari tahap initiation yang berfokus pada persiapan sebelum proses pengembangan game dimulai. Pada tahap ini, kegiatan diarahkan pada penerapan hasil perancangan sistem melalui pembuatan desain antarmuka, pembuatan aset 3D, serta pengumpulan aset pendukung yang diperlukan. Desain antarmuka dirancang menggunakan aplikasi Canva dengan menyesuaikan resolusi layar perangkat Android dan karakteristik siswa sekolah dasar, meliputi layout menu, navigasi, ikon interaktif, serta elemen visual lainnya. Hasil desain kemudian diekspor dalam format PNG dengan latar belakang latar transparan agar dapat diimplementasikan secara optimal pada canvas UI di Unity.



Gambar 2. Desain Antarmuka Sistem pada Aplikasi Canva

Pembuatan aset tiga dimensi dilakukan menggunakan Blender dengan memanfaatkan mesh primitive sebagai bentuk dasar setiap bangun ruang. Pada objek seperti kubus, balok, prisma, limas, tabung, kerucut, dan bola, penulis menggunakan bentuk bawaan Blender dan kemudian menyesuaikannya melalui pengaturan pada *Edit Mode*. Pada beberapa bangun ruang, penyesuaian dilakukan dengan menghapus sisi atau titik tertentu untuk memperoleh bentuk yang sesuai, misalnya mengubah balok menjadi prisma dengan mengurangi salah satu sisi persegi sehingga tersisa tiga sisi. Warna material ditambahkan melalui menu *Material Properties* agar objek terlihat lebih menarik saat ditampilkan melalui AR.



Gambar 3. Pembuatan Aset bangun Ruang Prisma

Pembuatan jaring-jaring bangun ruang, setiap sisi dipisahkan menjadi objek tersendiri menggunakan perintah *separate by selection*, kemudian diberi ketebalan dengan teknik *extrude* agar tampil lebih jelas saat divisualisasikan dalam mode AR. Selanjutnya, ditambahkan animasi pembentukan bangun ruang menggunakan *keyframe animation* pada posisi dan rotasi setiap sisi, sehingga jaring-jaring dapat bergerak menyerupai proses konstruksi bangun ruang.



Gambar 4. Proses Pembuatan Aset Animasi Jaring Bangun Ruang Limas

3.2.2 Pengembangan Game (*Production*)

- Menu Utama *Slice and Shape*

Main Menu sebagai halaman utama game *Slice and Shape*, pada menu ini tersedia dua pilihan materi pembelajaran, yaitu pecahan dan bangun ruang, yang dapat dipilih sesuai kebutuhan belajar pengguna. Selain itu, terdapat pula tombol untuk melihat total skor sebagai bentuk rekapitulasi hasil capaian belajar pengguna. Fungsi detail dari fitur ini akan dijelaskan pada bagian berikutnya.



Gambar 5. Tampilan Main Menu

- Menu Materi Pecahan

Menu pelajaran pecahan terdiri dari lima materi utama, yaitu penjumlahan dan pengurangan, perkalian, pembagian, pecahan campuran, dan pecahan desimal. Akses materi bersifat bertahap, dimana pengguna hanya dapat membuka level berikutnya setelah menyelesaikan level sebelumnya. Setiap materi menampilkan skor yang diperoleh pengguna, dan seluruh progres tetap tersimpan menggunakan PlayerPrefs meskipun aplikasi ditutup. Tampilan menu disusun menggunakan fitur scroll view pada Unity agar mudah diakses oleh pengguna.



Gambar 6. Pilihan Materi pada Menu Pecahan

- Menu Materi Bangun Ruang

Menu pelajaran bangun ruang terdiri dari dua materi utama, yaitu bangun ruang dasar serta susunan kubus dan balok, Akses materi dilakukan secara bertahap, di mana materi kedua terbuka setelah materi pertama diselesaikan. Setiap materi menampilkan skor sebagai indikator capaian belajar, dan pada materi susunan kubus serta balok terdapat dua jenis skor karena memiliki dua permainan berbeda. Seluruh progres dan skor tetap tersimpan meskipun pengguna keluar dari aplikasi.



Gambar 7. Pilihan Materi pada Menu bangun Ruang

3.3. Pengujian Aplikasi

3.3.1 Pengujian Blackbox Testing (*Alpha Testing*)

Pengujian Blackbox testing dilakukan oleh pengembang sebelum tahap uji coba oleh guru, dengan tujuan memastikan setiap fitur berfungsi sesuai dari sudut pandang pengguna. Pengujian ini mencakup penentuan deskripsi pengujian, skenario uji, hasil yang diharapkan, serta hasil aktual untuk menilai kesesuaian dan validitas fungsi aplikasi.

Tabel 2. *Blackbox Testing*

| Deskripsi Pengujian | Skenario Uji | Hasil yang Diharapkan | Hasil pengujian |
|-----------------------------------|---|--|-----------------|
| Menu Utama | Pengujian tombol navigasi (selanjutnya, mulai, <i>exit</i>) dan <i>input</i> nama pengguna | Sistem menerima <i>input</i> dan mengarahkan pengguna ke halaman yang sesuai, serta menampilkan konfirmasi sebelum keluar aplikasi | Valid |
| Game Pecahan | Pengujian kontrol kendaraan, <i>timer</i> , dan bahan bakar | Kendaraan bergerak sesuai kontrol, <i>timer</i> dan bahan bakar berkurang sesuai ketentuan | Valid |
| Interaksi Peti Harta | Kendaraan mengambil peti harta | Peti harta menghilang, bahan bakar terisi penuh, dan kuis ditampilkan | Valid |
| Fitur <i>Pause</i> Permainan | Menekan tombol <i>pause</i> dan melanjutkan permainan | Permainan dijeda dan dapat dilanjutkan kembali | Valid |
| Kondisi Selesai Game Pecahan | Permainan selesai karena waktu habis, <i>fuel</i> habis, kepala pengendara terbentur, atau dua kuis selesai | Sistem menampilkan panel akhir dan perhitungan skor | Valid |
| Menu Pecahan dan Bangun Ruang | Pengujian navigasi dan fitur pembelajaran | Seluruh menu dan fitur dapat diakses dengan baik | Valid |
| AR Bangun Ruang | Deteksi marker dan interaksi objek 3D | Objek 3D tampil sesuai marker, dapat memilih tampilan bangun ruang, rusuk, jaring, contoh objek, deskripsi sesuai, dirotasi dan <i>reset</i> | Valid |
| Susun Kubus 3D | Menambah, menghapus, merotasi, dan mereset kubus | Sistem memproses perubahan susunan kubus sesuai aksi pengguna | Valid |
| Game Bangun Ruang | Pengujian <i>drag and drop</i> jawaban | Jawaban benar menambah skor, jawaban salah mengurangi nyawa | Valid |
| Kondisi Selesai Game Bangun Ruang | Permainan selesai karena semua soal telah dijawab, waktu habis, atau nyawa habis | Sistem menampilkan panel akhir dan perhitungan skor | Valid |
| Membuka Level Selanjutnya | Memenangkan permainan | Sistem membuka akses level berikutnya (jika masih tersedia) | Valid |
| Halaman Total Skor | Menampilkan total dan rata-rata skor serta menghapus skor | Skor materi pecahan, bangun ruang, dan skor rata-rata ditampilkan dengan benar. Seluruh skor berhasil dihapus setelah pengguna melakukan konfirmasi. | Valid |

3.3.2 Beta Testing dan Uji Validitas

Beta testing merupakan tahap pengujian terbatas yang dilakukan oleh lima guru matematika kelas VI untuk menilai kevalidan dan kelayakan game edukasi sebelum diliris lebih luas. Penilaian mencakup tiga aspek, yaitu desain (kemudahan penggunaan dan tampilan), isi materi (kesesuaian dengan kurikulum dan kejelasan konsep), serta interaktivitas (keterlibatan pengguna dan efektivitas fitur). Selain itu, guru juga memberikan penilaian kelayakan serta masukan melalui kolom saran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh responden menyatakan game layak untuk diduplikasikan dan dapat dilanjutkan ke tahap pengujian berikutnya.

Tabel 3. hasil Kevalidan Game Edukasi Slice and Shape

| Aspek Penilaian | Skor Hasil Validasi | Kriteria |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| Aspek Desain | 95% | Sangat Valid |
| Aspek Isi Materi | 92% | Sangat Valid |
| Aspek Interaktivitas | 96% | Sangat Valid |
| Rata-Rata Skor Validasi | 94% | Sangat Valid |

Perolehan hasil skor pada aspek desain mencapai 95%, skor pada aspek isi materi mencapai 92%, dan skor pada aspek interaktivitas mencapai 96%. Ketiga skor tersebut berada dalam kategori **sangat valid**. Rata-rata skor validasi dari ketiga aspek adalah 94%, sehingga secara keseluruhan media pembelajaran game edukasi ini dinyatakan sangat valid dan layak digunakan.

3.3.3 Pengujian oleh Target Pengguna (*Release*)

Aplikasi yang telah dinyatakan layak kemudian dipublikasikan secara internal melalui Google Drive dengan akses terbatas, guna menjaga kesesuaian penggunaan dalam konteks pembelajaran serta menghindari penyalahgunaan dan pelanggaran aset. Pengujian dilakukan di SDIT Al-Hanif pada siswa kelas VI dengan sistem berkelompok menggunakan perangkat yang disediakan peneliti, sesuai aturan sekolah. Selama Pengujian, siswa menunjukkan antusiasme tinggi, aktif berpartisipasi, saling membantu, serta tertarik mencoba berbagai fitur dan meningkatkan skor. Respon positif ini menunjukkan bahwa game *Slice and Shape* mampu meningkatkan minat dan keterlibatan belajar siswa, serta berpotensi menjadi media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan.

3.4. Evaluasi Game oleh Target Pengguna

3.4.1 Analisis Kuesioner Interaktif Game Edukasi *Slice and Shape*

Data kuesioner yang telah diisi oleh 60 peserta didik kemudian diolah dan dianalisis untuk menentukan tingkat interaktivitas game edukasi *Slice and Shape* menggunakan rumus dan kriteria presentase yang telah ditetapkan. Berikut tabel hasil perhitungan dan kategorinya.

Tabel 4. Evaluasi Kuesioner Interaktivitas oleh Target Pengguna

| No. | Pernyataan | Kategori Pernyataan | Hasil | Kriteria |
|--|---|--|-------|---------------|
| A. Game Pecahan | | | | |
| 1 | Game pecahan ini mudah untuk dimainkan dan menyenangkan. | <i>Usability, Enjoyment</i> | 89% | Sangat Setuju |
| 2 | Bermain game pecahan ini terasa seru dan menantang. | <i>Challenge, Enjoyment</i> | 91% | Sangat Setuju |
| 3 | Saya merasa semangat saat bermain game pecahan dan ingin menyelesaikan semua level. | <i>Motivation, Engagement</i> | 88% | Sangat Setuju |
| 4 | Game ini membantu saya belajar pecahan dengan cara yang lebih menyenangkan. | <i>Learning Effectiveness, Enjoyment</i> | 89% | Sangat Setuju |
| B. Game Bangun Ruang | | | | |
| 1 | Saya mudah mengerti cara bermain game bangun ruang ini dan merasa senang memainkannya. | <i>Usability, Enjoyment</i> | 89% | Sangat Setuju |
| 2 | Saat mengisi jawaban ke tempat yang benar, saya merasa senang dan puas. | <i>Feedback Satisfaction</i> | 91% | Sangat Setuju |
| 3 | Game ini membuat saya ingin mencoba lagi supaya bisa menyelesaikan semua jawaban benar. | <i>Motivation, Persistence</i> | 91% | Sangat Setuju |
| 4 | Tantangan dalam game bangun ruang membuat saya lebih semangat bermain dan belajar. | <i>Challenge, Motivation</i> | 88% | Sangat Setuju |
| C. Game <i>Slice and Shape</i> Secara Keseluruhan | | | | |
| 1 | Game ini secara keseluruhan mudah digunakan dan tidak membingungkan. | <i>Usability</i> | 88% | Sangat Setuju |
| 2 | Tampilan di dalam game menarik perhatian saya. | <i>Visual Appeal, Interface</i> | 92% | Sangat Setuju |
| 3 | Belajar dengan game ini terasa menyenangkan karena saya bisa belajar sambil bermain. | <i>Learning Enjoyment</i> | 92% | Sangat Setuju |
| 4 | Fitur AR dan susun kubus 3d memudahkan saya dalam mempelajari bentuk bangun ruang. | <i>Learning Effectiveness</i> | 92% | Sangat Setuju |
| 5 | Saya ingin menggunakan game ini lagi untuk belajar matematika. | <i>Motivation, Reuse Intention</i> | 89% | Sangat Setuju |

| D. Penggunaan AR (<i>Augmented Reality</i>) | | | | |
|---|---|--------------------------------------|-----|---------------|
| 1 | Melihat bangun ruang dengan kamera AR membuat bentuknya seperti menyatu dengan dunia nyata. | <i>Immersion, Realism Experience</i> | 89% | Sangat Setuju |
| 2 | AR membantu saya memahami bentuk dan bagian-bagian bangun ruang. | <i>Learning Effectiveness</i> | 91% | Sangat Setuju |
| 3 | Belajar dengan AR terasa seru dan membuat saya ingin mencoba lagi. | <i>Enjoyment, Motivation</i> | 91% | Sangat Setuju |
| 4 | Saya lebih tertarik belajar bangun ruang karena bisa melihatnya langsung lewat AR. | <i>Engagement, Interest</i> | 89% | Sangat Setuju |

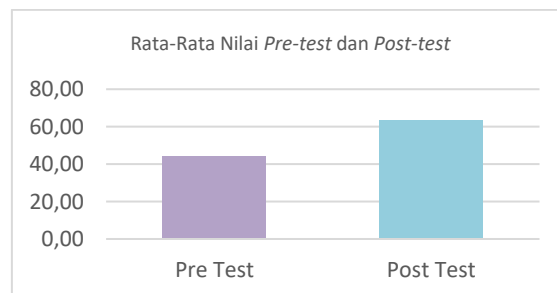
Berikut ini merupakan hasil yang telah dikelompokkan berdasarkan aspek penilaian utama beserta tabel frekuensi skala likert yang dipilih oleh pengguna.

Tabel 5. Hasil Analisis Nilai Rata-Rata Kuesioner Interaktivitas oleh Target Pengguna

| Aspek Utama | Hasil | Kriteria |
|--|------------|----------------------|
| <i>Game Pecahan</i> | 89% | Sangat Setuju |
| <i>Game Bangun Ruang</i> | 90% | Sangat Setuju |
| <i>Game Slice and Shape Keseluruhan</i> | 91% | Sangat Setuju |
| Penggunaan AR (<i>Augmented Reality</i>) | 90% | Sangat Setuju |
| Rata-Rata Keseluruhan | 90% | Sangat Setuju |

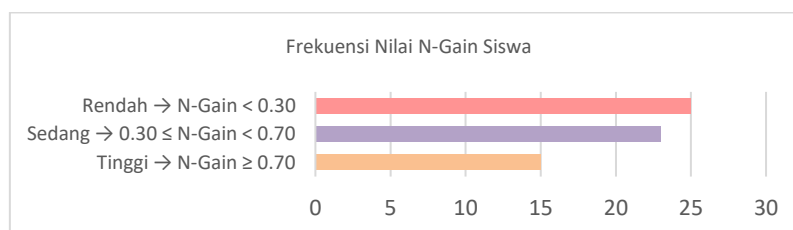
3.4.1 Analisis Efektivitas Game Edukasi *Slice and Shape*

Analisis efektivitas game edukasi *Slice and Shape* dilakukan menggunakan metode N-Gain berdasarkan hasil pre-test dan post-test setelah penggunaan game dalam pembelajaran. Data tersebut digunakan untuk menilai peningkatan hasil belajar siswa dan menentukan tingkat efektivitas game sebagai media pembelajaran. Berikut visualisasi dalam grafik rata-rata hasil pre-test dan post-test.



Gambar 8. Rata-Rata Perolehan Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test*

Berdasarkan grafik, penggunaan game edukasi *Slice and Shape* menunjukkan peningkatan hasil belajar, dengan rata-rata nilai pre-test 44,60 menjadi 64,21 pada post test. Meskipun demikian, untuk menilai efektivitas secara lebih komprehensif, dilakukan analisis menggunakan metode N-Gain berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, yang selanjutnya divisualisasikan dalam grafik frekuensi nilai N-Gain siswa.



Gambar 9. Frekuensi Hasil Nilai N-Gain Siswa

$$\text{Rata - Rata N - Gain} = \frac{\text{Jumlah Nilai N - Gain Siswa}}{\text{Jumlah Siswa}} = \frac{26,48}{63} = 0,4203 \dots$$

Tabel 6. Nilai Perolehan Rata-Rata N-Gain

| Nilai perolehan rata-rata N-Gain | Kategori N-Gain |
|----------------------------------|-----------------|
| 0,42 | Sedang |

Hasil perhitungan N-Gain menunjukkan rata-rata sebesar 0,42 yang termasuk kategori sedang dan tetap diklasifikasikan sebagai efektif. Nilai ini memenuhi kriteria efektivitas karena berada di atas batas minimal $\geq 0,3$, sehingga dapat disimpulkan bahwa game edukasi Slice and Shape efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa meskipun berada pada kategori sedang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa game edukasi Slice and Shape berhasil dirancang sebagai media pembelajaran matematika yang interaktif dan menyenangkan bagi siswa kelas VI pada materi pecahan dan bangun ruang. Pengembangan menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC) menghasilkan proses yang terstruktur dengan tingkat validitas sangat tinggi, ditunjukkan oleh skor rata-rata 94% dari guru matematika. Penilaian siswa terhadap interaktivitas game juga menunjukkan respons sangat positif, sehingga game dinilai mudah digunakan dan menarik. Selain itu, penggunaan game ini terbukti meningkatkan hasil belajar siswa, dengan kenaikan nilai rata-rata dari 44,60 pada pre-test menjadi 64,21 pada post-test, serta nilai N-Gain sebesar 0,42 yang termasuk kategori sedang namun efektif. Integrasi teknologi Augmented Reality (AR) juga berhasil memberikan pengalaman visualisasi bangun ruang yang lebih nyata dan interaktif, sehingga membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam. Dengan demikian, Slice and Shape layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran matematika yang inovatif dan efektif.

Referensi

1. V. D. Astuti, R. N. Muthmainnah, and H. Rosiyanti, "Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Pokamathh Pada Materi Aljabar Kelas Vii," *FIBONACCI J. Pendidik. Mat. dan Mat.*, vol. 7, no. 1, p. 1, Agustus. 2021, doi: 10.24853/fbc.7.1.1-10
2. Julita and P. Dheni Purnasari, "Pemanfaatan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran Dalam Pendidikan Era Digital," *J. Educ. Learn. Innov.*, vol. 2, no. 2, pp. 227–239, September. 2022, doi: 10.46229/elia.v2i2.460.
3. H. Yusup, A. A. Azizah, S. Reejeki, Endang, and S. Meliza, "Literature Review: Peran Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Dalam Media Sosial," *JPI J. Pendidik. Indones.*, vol. 2, no. 5, pp. 1–13, September. 2023, doi: 10.59818/jpi.v3i5.575.
4. M. Sari, D. N. Elvira, N. Aprilia, S. F. Dwi R, and N. Aurelia M, "Media Pembelajaran Berbasis Digital Untuk Meningkatkan Minat Belajar Pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia," *War. Dharmawangsa*, vol. 18, no. 1, pp. 205–218, Januari.2024, doi: 10.46576/wdw.v18i1.4266
5. H. Nurhayati and N. W. , Langlang Handayani, "Pembelajaran Inovatif dan Interaktif Siswa Sekolah Dasar melalui Media Digital Planetarium," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 5, pp. 3(2), 524–532, 2022, [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/ajie/article/view/971>.
6. Y. Rismala, Aguswan, D. E. Priyantoro, and Suryadi, "Dampak Penggunaan Gadget Terhadap Perkembangan Sosial Anak Usia Dini," *El-Athfal J. Kaji. Ilmu Pendidik. Anak*, vol. 1, no. 01, pp. 46–55, Desember.2021, doi: 10.56872/elathfal.v1i01.273.
7. F. D. Purwangingtyas, Y. Septiana, H. Aprilia, and G. Candra, "Dampak Penggunaan Gadget Terhadap Perkembangan Psikologi Pada Anak Sekolah Dasar," *J. Psikol. Wijaya Putra*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, Juli. 2023, doi: 10.38156/psikowipa.v4i1.84.
8. A. Nurdayani and D. Rahmawati, "Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Siswa SMP Melalui Model Pembelajaran Think Pairs Share Pada Materi Lingkaran," *J. Penelit. Pendidik. Mat.*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2023, doi: 10.32502/jp2m.v7i1.6428.
9. OECD, "PISA 2022 Results Factsheets Indonesia," *OECD (Organisation Econ. Co-operation Dev. Publ.*, pp. 1–9, 2023, [Online]. Available:https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html.
10. H. Adrillian, S. Mariani, A. Prabowo, Z. Zaenuri, and W. Walid, "Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Matematika Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Peserta Didik: Systematic Literature Review," *J. Ris. dan Inov. Pembelajaran*, vol. 4, no. 2, pp. 751–767, May-August.2024, doi: 10.51574/jrip.v4i2.1444
11. I. P. Sari, I. H. Batubara, A. H. Hazidar, and M. Basri, "Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran," *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 209–215, Januari.2022, doi: 10.56211/helloworld.v1i4.142.
12. R. G. Siringoringo and M. Y. Alfariidzi, "Pengaruh Integrasi Teknologi Pembelajaran terhadap Efektivitas dan Transformasi Paradigma Pendidikan Era Digital," *J. Yudistira Publ. Ris. Ilmu Pendidik. dan Bhs.*, vol. 2, no. 3, pp. 66–76, Juli.2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.61132/yudistira.v2i3.854>.
13. S. dan D. E. J. M Teguh Saefuddin1, Tia Norma Wulan2, "Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Terhadap Dunia Pendidikan," *Tek. Pengumpulan Data Kuantitatif Dan Kualitatif Pada Metod. Penelit.*, vol. 2, no. 6, pp. 784–808, 2023
14. E. N. Sitepu, "Media Pembelajaran Berbasis Digital," *Mahesa*, vol. 1, no. 1, pp. 242–248, Januari.2021, doi: 10.34007/ppd.v1i1.195.
15. I. Afriantoro, S. Suherman, N. A. Islami, and E. Yaodah, "Pelatihan Pembuatan Game Menggunakan Unity Untuk Siswa/I Smk Islam Darurrohman Sukawangi," *J. Pemberdaya. Komunitas MH Thamrin*, vol. 5, no. 2, pp. 274–286, Agustus.2023, doi: 10.37012/jpkmht.v5i2.2053.