PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI MATEMATIKA PECAHAN UNTUK ANAK SEKOLAH DASAR



Disusun Oleh:

N a m a : Muhammad Imada Farza
NIM : 22523021

PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI MATEMATIKA PECAHAN UNTUK SEKOLAH DASAR

TUGAS AKHIR

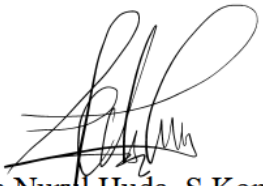
Disusun Oleh:

N a m a : Muhammad Imada Farza

NIM : 22523021

Yogyakarta, 5 Juli 2026

Pembimbing,



(Sheila Nurul Huda, S.Kom, M.Cs.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI MATEMATIKA PECAHAN UNTUK SEKOLAH DASAR

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Juli 2026

Tim Penguji

Sheila Nurul Huda, S.Kom, M.Cs. _____

Anggota 1

Taufiq Hidayat, S.T., M.C.S., Ph.D. _____

Anggota 2

Feri Wijayanto, Dr., S.T., M.T. _____

Mengetahui,
Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Imada Farza

NIM : 22523021

Tugas akhir dengan judul:

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI MATEMATIKA PECAHAN UNTUK SEKOLAH DASAR

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 5 Juli 2026



(Muhammad Imada Farza)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan kepada ayah, ibu, dan adik tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang serta dukungan tanpa henti selama ini. Tidak lupa, saya juga ingin mengapresiasi diri sendiri atas kerja keras, kesabaran, dan keteguhan hati dalam melewati setiap rintangan hingga skripsi ini rampung dikerjakan. Ucapan terima kasih secara khusus saya sampaikan kepada Ibu Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing, atas segala masukan, arahan, dan bimbingan yang sangat berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini, serta kepada seluruh dosen Program Studi Informatika UII atas ilmu yang telah diberikan. Semoga skripsi sederhana ini dapat memberikan manfaat serta menjadi titik awal bagi langkah-langkah yang lebih baik di kemudian hari. Aamiin.

HALAMAN MOTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al- Insyirah: 6)

“Jadilah diri sendiri adalah cara terbaik untuk membuat kehidupan yang lebih baik”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "Pengembangan *Game* Edukasi Matematika Pecahan Untuk Anak Sekolah Dasar" ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari doa, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, serta kemudahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Kedua orang tua, serta adik tercinta yang tidak pernah berhenti memanjatkan doa dan memberikan dukungan semangat. Kasih sayang dan pengorbanan kalian menjadi motivasi terbesar bagi penulis untuk terus melangkah hingga skripsi ini rampung.
3. Ibu Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, masukan, serta bimbingan dengan penuh kesabaran sejak awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staf Program Studi Informatika yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama menempuh pendidikan.
5. Pihak SDN 1 Sardonoharjo yang telah memberikan izin serta kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di lingkungan sekolah tersebut.
6. Wali kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo yang telah bersedia membantu, mendampingi, serta memberikan arahan selama proses pengambilan data penelitian berlangsung.
7. Seluruh siswa-siswi kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo yang telah berpartisipasi aktif dan antusias selama proses uji coba *game* RojoMath dilaksanakan.
8. Rekan-rekan seperjuangan yang senantiasa memberikan semangat, saling berbagi ilmu, serta menemani penulis dalam suka maupun duka selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Berbagai pihak yang telah turut membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
10. Terima kasih kepada diri sendiri yang telah bertahan, berjuang, dan terus melangkah maju meski dihadapkan pada berbagai rintangan dan ujian. Terima kasih karena tidak

pernah menyerah, tetap tegar, dan senantiasa berusaha sebaik mungkin hingga sejauh ini.

Penulis berharap semoga segala bentuk kebaikan, bimbingan, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dapat dibalas dengan sebaik-baiknya oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis pribadi maupun bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 5 Juli 2026



(Muhammad Imada Farza)

SARI

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong pemanfaatan media pembelajaran digital yang lebih interaktif dalam proses pembelajaran di sekolah dasar. Salah satu materi matematika yang masih dianggap sulit dipahami siswa adalah materi pecahan karena sifatnya yang abstrak, ditambah dengan penggunaan media pembelajaran yang masih terbatas sehingga menyebabkan rendahnya minat dan pemahaman siswa terhadap materi tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *game* edukasi matematika materi pecahan bernama RojoMath dengan mengintegrasikan cerita rakyat Roro Jonggrang sebagai latar narasi permainan bagi siswa kelas 4 sekolah dasar.

Game ini dikembangkan dengan menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) serta perancangan alur permainan dan antarmuka menggunakan *flowchart*. Materi pecahan yang dimuat dalam *game* mencakup definisi pecahan, pecahan setara, pecahan berpenyebut sama, dan pecahan berpenyebut berbeda, yang disusun secara bertahap ke dalam empat level permainan yang dipadukan dengan sistem kuis. Pengembangan *game* dilakukan menggunakan platform Unity dengan bahasa pemrograman C#, kemudian dipublikasikan secara daring melalui platform itch.io.

Penelitian mengenai Pengembangan *Game* Edukasi Matematika Pecahan untuk Anak Sekolah Dasar diimplementasikan kepada 24 siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo. Hasil pengujian *black box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur *game* berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Hasil pengujian efektivitas menggunakan uji N-Gain memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,73 dengan kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa *game* efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pecahan. Hasil pengujian *usability* kepada siswa memperoleh persentase sebesar 78,3% pada aspek Desain Visual dengan kategori "Layak" dan 80,8% pada aspek Kepuasan dengan kategori "Layak", sedangkan hasil angket respon guru memperoleh persentase sebesar 95% pada kedua aspek dengan kategori "Sangat Layak". Dengan demikian, *game* edukasi RojoMath yang dikembangkan mudah digunakan, menarik, dan sesuai digunakan sebagai media pembelajaran matematika pecahan bagi siswa sekolah dasar.

Kata kunci: *Game* Edukasi, Matematika Pecahan, Cerita Rakyat, ADDIE, Unity.

GLOSARIUM

Cerita Rakyat	Kisah yang berkembang secara turun-temurun di suatu daerah dan disampaikan secara lisan oleh masyarakat, biasanya memuat nilai-nilai budaya, moral, atau kearifan lokal setempat.
Asset	Kumpulan elemen seperti gambar, karakter, latar, dan suara, yang digunakan dalam pembuatan sebuah game.
Flowchart	Diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur logika atau tahapan proses dalam suatu sistem maupun permainan.
Unity	Platform pengembangan game yang digunakan untuk membuat game berbasis 2D maupun 3D.
Black Box Testing	Metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada kesesuaian fungsi sistem dengan hasil yang diharapkan tanpa memeriksa struktur kode program di dalamnya.
Usability Testing	Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan suatu produk oleh pengguna.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTO vi
KATA PENGANTAR vii
SARI ix
GLOSARIUM x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Metodologi Penelitian 4
1.7 Sistematika Penulisan 5
BAB II LANDASAN TEORI 6
2.1 *Game* Edukasi 6
2.2 Matematika Sekolah Dasar 7
2.3 Matematika Pecahan 8
2.4 Cerita Roro Jonggrang 8
2.5 Metode ADDIE 9
2.6 Unity 11
2.7 Visual Studio Code 12
2.8 Black Box Testing 12
2.9 Penelitian Terdahulu 13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19
3.1 Analisis 19

3.1.1 Wawancara....20
3.1.2 Survei....21
3.1.3 Studi Pustaka....23
3.1.4 Analisis Kebutuhan....24
3.2 Desain....24
3.2.1 Konsep dan Aturan Permainan....25
3.2.2 *Flowchart* Diagram....28
3.2.3 Struktur Menu....30
3.2.4 Rancangan Antarmuka....31
3.3 Pengembangan....34
3.4 Implementasi....34
3.5 Evaluasi....34
3.5.1 Pengujian *Black Box Testing*....35
3.5.2 Pengujian Efektivitas....36
3.5.3 Pengujian *Usability Testing*....40
3.5.4 Angket Respon Guru....44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN....48
4.1 Pengembangan....48
4.1.1 Hasil Aset Visual....48
4.1.2 Hasil Tampilan Game....54
4.1.3 Hasil Pengemabangan Sistem....66
4.2 Implementasi....84
4.3 Evaluasi....87
4.3.1 Pengujian *Black Box Testing*....87
4.3.2 Pengujian Efektivitas....88
4.3.3 Pengujian *Usability Testing*....91
4.3.4 Angket Respon Guru....96
BAB V KESIMPULAN....100
5.1 Kesimpulan....100
5.2 Saran....101
DAFTAR PUSTAKA....102
LAMPIRAN....108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu 16
Tabel 3.1 Hasil Wawancara 20
Tabel 3.2 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Kelas 4 22
Tabel 3.3 Rancangan Antarmuka 32
Tabel 3.4 Pengujian *Black Box Testing* 35
Tabel 3.5 Kategori Nilai N-Gain 38
Tabel 3.6 Soal *Pre-test* dan *Post-test* 38
Tabel 3.7 Rentang *Skala Likert* 41
Tabel 3.8 Kriteria Persentase Kelayakan Produk 41
Tabel 3.9 Angket Respon Siswa Aspek Desain Visual 42
Tabel 3.10 Angket Respon Siswa Aspek Kepuasan 43
Tabel 3.11 Rentang *Skala Likert* 44
Tabel 3.12 Kriteria Persentase Kelayakan Produk 45
Tabel 3.13 Angket Respon Guru Aspek Desain Visual 45
Tabel 3.14 Angket Respon Guru Aspek Kepuasan 46
Tabel 4.1 *Asset* Karakter 48
Tabel 4.2 *Asset* Tombol 49
Tabel 4.3 *Asset* Objek 50
Tabel 4.4 *Asset* Batu Pecahan 52
Tabel 4.5 *Asset Background* 53
Tabel 4.6 Data Siswa Implementasi SDN 1 Sardonoharjo 86
Tabel 4.7 Pengujian *Black Box Testing* 87
Tabel 4.8 Hasil *Pre-test* dan *Post-test* 89
Tabel 4.9 Hasil Uji N-Gain 90
Tabel 4.10 Data Hasil Kuesioner Desain Visual 91
Tabel 4.11 Hasil Uji Kelayakan Desain Visual 92
Tabel 4.12 Hasil Rata-Rata Uji Kelayakan Desain Visual 93
Tabel 4.13 Data Hasil Kuesioner Kepuasan (*Satisfaction*) 93
Tabel 4.14 Hasil Uji Kelayakan Kepuasan (*Satisfaction*) 94
Tabel 4.15 Hasil Rata-Rata Uji Kelayakan Kepuasan (*Satisfaction*) 95
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Aspek Desain Visual 96
Tabel 4.17 Hasil Konversi Penilaian Aspek Desain Visual 97

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kepuasan (*Satisfaction*).....97
Tabel 4.19 Hasil Konversi Penilaian Aspek Kepuasan (*Satisfaction)*.....98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE....10
Gambar 2.2 Game Space Mathematics (Suliswaningsih et al., 2025)....14
Gambar 2.3 *Game Math Space Adventure* (Rofiqoh et al., 2020)....14
Gambar 2.4 *Game* Belajar Pecahan (Musyriyah et al., 2024)....15
Gambar 2.5 *Game* Bimo Si Petualang (Kuwayyis et al., 2023)....16
Gambar 3.1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE....19
Gambar 3.2 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Kelas 4....22
Gambar 3.3 *Flowchart Game*....29
Gambar 3.4 Struktur Menu....31

Gambar 4.1 Tampilan Scene Menu Utama....55
Gambar 4.2 Tampilan *Scene* Pengaturan....55
Gambar 4.3 Tampilan *Scene* Tentang *Game*....56
Gambar 4.4 Tampilan *Scene* Keluar Permainan....56
Gambar 4.5 Tampilan *Scene* Soal Menu Utama....57
Gambar 4.6 Tampilan *Scene* Level....57
Gambar 4.7 Tampilan *Scene* Narasi Cerita Pembuka....58
Gambar 4.8 Tampilan *Scene* Narasi Materi Definisi Pecahan....58
Gambar 4.9 Tampilan *Scene* Narasi Materi Pecahan Setara....59
Gambar 4.10 Tampilan *Scene* Narasi Materi Penyebut Sama....59
Gambar 4.11 Tampilan *Scene* Narasi Materi Penyebut Berbeda....59
Gambar 4.12 Tampilan *Scene* Materi Definisi Pecahan....60
Gambar 4.13 Tampilan *Scene* Materi Pecahan Setara....60
Gambar 4.14 Tampilan *Scene* Materi Penyebut Sama....61
Gambar 4.15 Tampilan *Scene* Narasi Materi Penyebut Berbeda....61
Gambar 4.16 Tampilan *Scene* Permainan....62
Gambar 4.17 Tampilan *Scene Game Over* Permainan....62
Gambar 4.18 Tampilan *Scene* Kuis....63
Gambar 4.19 Tampilan *Scene Pop-up* Benar....63
Gambar 4.20 Tampilan *Scene Pop-up* Salah....64
Gambar 4.21 Tampilan *Scene Pause*....64
Gambar 4.22 Tampilan *Scene Game Over* Kuis....65

Gambar 4.23 Tampilan *Scene* Misi Selesai 65
Gambar 4.24 Tampilan *Scene* Cerita Penutup 66
Gambar 4.25 Kode Fungsi *Start* dan *MulaiNarasi* 67
Gambar 4.26 Kode Fungsi *TampilkanPanel* dan *AutoNext* 68
Gambar 4.27 Kode Fungsi *NextPanel* 69
Gambar 4.28 Kode Fungsi *Start* dan *KlikBatu* pada Materi Definisi Pecahan 69
Gambar 4.29 Kode Fungsi *KlikBatu* dan *Tampil* pada Materi Pecahan Setara 70
Gambar 4.30 Kode Fungsi *KlikBatu* dan *Tampil* pada Materi Penyebut Sama 72
Gambar 4.31 Kode Fungsi TampilStep, SamakanPenyebut, dan KPK pada Materi Penyebut Berbeda 73
Gambar 4.32 Kode Fungsi Start dan *TampilkanSoal* 75
Gambar 4.33 Kode Penampilan Pilihan Jawaban 76
Gambar 4.34 Kode Fungsi Acak Soal dan *NextSoal* 77
Gambar 4.35 Kode Fungsi Penambahan dan Pengurangan Skor 78
Gambar 4.36 Kode Fungsi Penyelesaian Level dan Penyimpanan Skor Tertinggi 79
Gambar 4.37 Kode Pemograman *Pop-up* Benar/Salah 81
Gambar 4.38 Kode Pemrograman Nyawa 82
Gambar 4.39 Kode Pemrograman Waktu Habis 83
Gambar 4.40 Kode Pemrograman Fungsi Utama *Game Over* 84
Gambar 4.41 Halaman Rilis Game Edukasi RojoMath di itch.io 85

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa dampak besar dalam dunia Pendidikan, khususnya dalam pemanfaatan media pembelajaran digital (Elisa & Yuliana, 2021). Proses pembelajaran tidak lagi hanya bergantung pada buku teks dan metode ceramah, tetapi mulai diarahkan pada penggunaan teknologi yang mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik secara aktif. Media pembelajaran digital dinilai mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik, interaktif, serta sesuai dengan karakteristik generasi digital saat ini (Permatasari et al., 2022).

Namun, realitas di banyak ruang kelas masih menunjukkan kesenjangan. Pada mayoritas sekolah di Indonesia saat ini, metode pembelajaran masih didominasi dengan ceramah yang seringkali membuat siswa sekolah dasar merasa cepat bosan, karena bersifat monoton dan kurang bervariasi. Kondisi ini mengakibatkan penurunan motivasi, kesulitan fokus, dan rendahnya antusiasme siswa (Maharani et al., 2025). Hal ini dapat memengaruhi capaian belajar siswa, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih relevan dan selaras dengan dunia digital.

Salah satu bentuk media pembelajaran digital yang berkembang pesat adalah *game* edukasi. *Game* edukasi menggabungkan unsur permainan dan pembelajaran sehingga mampu menghadirkan pengalaman belajar yang menyenangkan tanpa menghilangkan tujuan instruksional. Melalui aturan permainan, tantangan, serta sistem umpan balik, *game* edukasi dapat membantu peserta didik memahami materi secara bertahap dan kontekstual (Permatasari et al., 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan *game* edukasi menjadi salah satu alternatif yang relevan dalam mendukung peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah dasar.

Selain memberikan pengalaman belajar yang interaktif, pengembangan *game* edukasi juga perlu memperhatikan konteks pembelajaran agar materi lebih bermakna bagi peserta didik. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah mengintegrasikan cerita rakyat sebagai latar atau narasi dalam permainan. Penelitian Aprilianto et al. (2025) menunjukkan bahwa pengembangan *game* edukasi berbasis cerita rakyat dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif untuk memperkenalkan kembali cerita rakyat kepada generasi muda. Penyajian cerita rakyat dalam bentuk permainan memberikan alternatif penyampaian materi

yang lebih menarik sehingga berpotensi mencipta kan pengalaman belajar yang sesuai dengan karakteristik peserta didik di era digital. Cerita rakyat tidak hanya berfungsi sebagai warisan budaya yang perlu dilestarikan, tetapi juga dapat menjadi sarana untuk mengenalkan, melestarikan, dan menginternalisasikan nilai-nilai budaya lokal kepada siswa (Hallatu et al., 2025). Sejalan dengan itu, Abdulrahim & Orosco (2020) menjelaskan bahwa pembelajaran yang responsif terhadap budaya mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif dan relevan dengan pengalaman peserta didik. Integrasi cerita rakyat dalam *game* edukasi berpotensi tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, tetapi juga memperkuat apresiasi terhadap budaya lokal.

Matematika merupakan mata Pelajaran yang memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis dan sistematis siswa. Dalam pembelajaran matematika, salah satu hal penting yang harus ditekankan pada siswa adalah kemampuan memahami suatu konsep matematika (Firdausi & Suparni, 2022). Namun, dalam praktiknya matematika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan kurang diminati, terutama pada materi pecahan yang bersifat abstrak (Rohmatulloh & Zuhdi, 2020). Siswa sekolah dasar kerap mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar pecahan, seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian pecahan, sehingga berdampak pada rendahnya hasil belajar.

Materi pecahan menjadi salah satu materi yang paling sulit dipahami karena sifatnya yang abstrak. Padahal, kemampuan ini merupakan kemampuan dasar yang nantinya akan menjadi landasan materi selanjutnya yang lebih kompleks sehingga perlu menjadi perhatian (Firdausi & Suparni, 2022). Kesulitan ini turut ditemukan oleh Musyriyah et al. (2024) yang mengatakan bahwa siswa kelas empat sekolah dasar masih kesulitan memahami materi bilangan pecahan berdasarkan hasil wawancara terhadap guru maupun siswa. Rohmatulloh & Zuhdi (2020) menemukan bahwa 11 dari 29 siswa masih belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada materi operasi hitung pecahan. Minimnya penggunaan media interaktif menjadi faktor utama rendahnya pemahaman dan motivasi belajar siswa.

Game edukasi menunjukkan potensi sebagai alternatif yang efektif karena dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa. Siswa yang menggunakan *game* edukasi dapat meningkatkan retensi pengetahuan hingga 40% dibandingkan dengan metode tradisional (Maharani et al., 2025). Musyriyah et al. (2024) menemukan bahwa media pembelajaran matematika pecahan mendapatkan tingkat uji lapangan sebesar 81% dan dinyatakan sangat baik untuk digunakan. Selanjutnya, Kurniawan et al. (2025) menemukan

bahwa media pembelajaran matematika pecahan memperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar 89,0% dan dinyatakan valid dari segi desain dan materi.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa game edukasi efektif digunakan dalam pembelajaran materi pecahan, sebagian besar *game* edukasi pecahan yang telah dikembangkan belum mengintegrasikan unsur cerita rakyat sebagai konteks narasi dalam alur permainan. Penggunaan cerita rakyat sebagai latar *game* edukasi berpotensi tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi sekaligus mendekatkan siswa pada nilai-nilai budaya lokal. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar bagi pengembangan *game* edukasi matematika materi pecahan dengan mengintegrasikan cerita rakyat Roro Jonggrang sebagai latar permainan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

a. Bagaimana mengembangkan *game* edukasi matematika materi pecahan berbasis cerita rakyat untuk anak sekolah dasar yang efektif, menarik, dan menyenangkan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

a. *Game* edukasi hanya untuk pembelajaran matematika materi pecahan sekolah dasar.
b. Materi pecahan yang digunakan dalam *game* sebanyak empat bahasan, yaitu definisi pecahan, pecahan setara, pecahan berpenyebut sama, dan pecahan berpenyebut berbeda.
c. *Game* dikembangkan dengan mengangkat cerita rakyat Roro Jonggrang sebagai latar narasi permainan.
d. Target pengguna *game* adalah anak usia 8-11 tahun.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah *game* edukasi sebagai media pembelajaran agar dapat membantu anak sekolah dasar meningkatkan minat belajar matematika materi pecahan berbasis cerita rakyat yang menarik dan menyenangkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah membantu anak sekolah dasar dalam memahami materi pecahan melalui media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan, meningkatkan minat

dan motivasi belajar matematika, serta mengenalkan dan melestarikan nilai-nilai budaya lokal melalui cerita rakyat kepada anak sekolah dasar.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam pengembangan *game* edukasi pada penelitian ini adalah metode ADDIE. Metode ADDIE dipilih karena karakternya yang sistematis dan memiliki evaluasi berkelanjutan di setiap fasenya, sehingga proses pengembangan *game* edukasi dapat berjalan secara terstruktur dan terarah. Tahapan metode ADDIE dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. *Analysis* (Analisis)

   Tahap ini merupakan langkah awal penelitian yang bertujuan mengumpulkan informasi mengenai masalah dan kebutuhan pengembangan *game* edukasi. Pengumpulan data pada tahap ini dilakukan melalui wawancara, survei, dan studi pustaka.

b. *Design* (Desain)

   Tahap ini merupakan proses perancangan *game* berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada tahap sebelumnya. Proses tahap ini meliputi perancangan konsep dan aturan permainan, *storyboard* cerita, alur logika permainan (*flowchart*), struktur menu, serta rancangan antarmuka.

c. *Development* (Pengembangan)

   Tahap ini merupakan proses mewujudkan rancangan desain menjadi *game* yang dapat dimainkan, dilakukan melalui pembuatan aset visual serta pengkodean sistem permainan menggunakan *game engine*.

d. *Implementation* (Implementasi)

   Tahap ini dilakukan setelah *game* selesai dikembangkan, yaitu dengan mempublikasikan *game* kemudian menerapkannya secara langsung kepada peserta didik sekolah dasar sebagai media pembelajaran di kelas.

e. *Evaluation* (Evaluasi)

   Tahap ini dilakukan untuk menilai kelayakan *game* edukasi yang telah dikembangkan. Proses tahap ini memastikan seluruh fungsi *game* berjalan sesuai fungsinya, mengetahui tingkat kemudahan penggunaan *game* oleh anak sekolah dasar, serta mengetahui kelayakan *game* sebagai media pembelajaran.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, sistematika penulisan terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan mengenai pengembangan *game* edukasi matematika materi pecahan untuk anak sekolah dasar.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian ini, meliputi *game* edukasi, matematika sekolah dasar, matematika pecahan, cerita rakyat Roro Jonggrang, metode ADDIE, *Unity*, *Visual Studio Code*, dan *black box testing*, serta tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang menjadi acuan dan pembanding dalam penyusunan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil proses pengembangan *game* edukasi RojoMath, implementasi *game*, serta pengujian terhadap *game* edukasi yang telah dikembangkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi Kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian berdasarkan hasil yang telah diperoleh, serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 *Game* Edukasi

Game edukasi adalah permainan yang dirancang untuk membantu pemain belajar pengetahuan atau keterampilan tertentu sambil tetap memberikan pengalaman yang menyenangkan. Menurut Khunaifi & Yuniar (2022) *game* edukasi adalah permainan yang dapat dilakukan untuk menunjang sarana pembelajaran karena tidak hanya sekedar menyelesaikan misi tetapi juga terdapat informasi pembelajaran di dalamnya. *Game* edukasi memberikan pengajaran, menambah pengetahuan penggunanya melalui suatu media unik dan menarik (Najuah et al., 2022).

Game edukasi memiliki ciri khas yang membedakannya dari permainan pada umumnya, yaitu unsur pembelajaran yang terintegrasi dalam mekanisme permainan. Dengan demikian, pemain dapat memperoleh pengetahuan tanpa merasa sedang mengikuti proses belajar secara formal. Elisa & Yuliana (2021) menjelaskan bahwa *game* edukasi berusaha memberikan nilai edukasi dalam sebuah permainan sehingga tidak hanya berfungsi sebagai media penghibur, tetapi dapat digunakan sebagai media pembelajaran atau pelatihan. *Game* edukasi dirancang untuk menstimulasi daya pikir penggunanya, termasuk meningkatkan konsentrasi dan kemampuan memecahkan masalah melalui tantangan-tantangan yang disusun secara bertahap. *Game* edukasi dipercaya bisa meningkatkan pemahaman dalam menangkap materi pelajaran dengan cepat karena didukung dengan fitur permainan yang menarik (Widoretno et al., 2021).

Penggunaan *game* edukasi dalam proses pembelajaran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Pertama, game edukasi dapat meningkatkan motivasi belajar siswa karena dikemas dalam bentuk yang interaktif dan menyenangkan. Kedua, *game* edukasi memungkinkan siswa untuk belajar melalui pengalaman langsung (*experiential learning*), di mana siswa dapat mencoba, melakukan kesalahan, dan memperbaikinya tanpa rasa takut akan konsekuensi negatif seperti pada pembelajaran konvensional. Ketiga, *game* edukasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan tingkat kemampuan siswa yang berbeda-beda, sehingga pembelajaran menjadi lebih personal dan adaptif.

2.2 Matematika Sekolah Dasar

Matematika merupakan salah satu pembelajaran yang sangat penting dalam ilmu pengetahuan. Matematika berfungsi sebagai sarana untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, dan analitis serta membantu menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai bidang ilmu. Tujuan utama pembelajaran matematika tidak hanya untuk menyampaikan pengetahuan, tetapi juga untuk membentuk nilai-nilai dan sikap siswa (Safari & Rahmalia, 2024).

Matematika sekolah adalah matematika yang diajarkan di sekolah, yaitu matematika yang diajarkan di pendidikan dasar dan pendidikan menengah. Sedangkan matematika sekolah dasar adalah pembelajaran matematika yang diajarkan kepada siswa sekolah dasar dengan rentang usia 6-12 tahun. Pembelajaran matematika di Sekolah Dasar (SD) merupakan dasar dalam siswa untuk mengetahui konsep matematika (Yanti & Fauzan, 2021). Menurut Harahap et al. (2024), tujuan pembelajaran matematika di sekolah dasar adalah (1) memahami konsep, menjelaskan hubungan antar konsep, dan mengaplikasikan konsep dalam berbagai situasi; (2) mengembangkan kemampuan penalaran terhadap pola dan sifat; (3) mampu menggunakan masalah matematika dengan kemampuan memahami, merancang dan menyelesaikan model matematika; (4) mengemukakan gagasan matematika dengan menggunakan simbol, tabel, diagram, atau media lainnya; dan (5) menanamkan sikap menghargai penerapan matematika dalam kehidupan sehari-hari serta menyadari manfaatnya dalam berbagai konteks. Dengan demikian, pembelajaran matematika di sekolah dasar dapat diartikan sebagai proses pembelajaran yang memberikan dasar pengetahuan matematika kepada siswa melalui pengenalan konsep-konsep sederhana secara bertahap sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif anak.

Lebih lanjut, pembelajaran matematika di sekolah dasar juga dapat dipahami sebagai suatu proses interaksi antara guru dan peserta didik yang berfokus pada penguasaan konsep-konsep dasar matematika, seperti bilangan, operasi hitung, geometri, dan pengukuran. Nabila (2021) menjelaskan bahwa karakteristik dari pembelajaran matematika di jenjang sekolah dasar dibagi menjadi empat, yaitu: (1) pembelajaran matematika adalah bertahap; (2) pembelajaran matematika mengikuti metode spiral; (3) pembelajaran matematika menggunakan penekanan pola pendekatan induktif; dan (4) pembelajaran matematika menganut kebenaran yang bersifat konsisten.

Proses pembelajaran matematika dirancang secara bertahap agar sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif anak usia sekolah dasar, sehingga peserta didik mampu

membangun pemahaman yang bermakna terhadap konsep matematika yang dipelajari. Selain itu, pembelajaran matematika di tingkat sekolah dasar tidak hanya menekankan pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir yang meliputi kemampuan memahami masalah, menalar, serta mengaplikasikan konsep dalam situasi nyata. Dengan demikian, pembelajaran matematika berperan penting dalam membentuk dasar kemampuan berpikir logis, sistematis, dan analitis pada diri peserta didik.

2.3 Matematika Pecahan

Matematika pecahan adalah materi dalam pembelajaran matematika yang membahas tentang bagian dari suatu keseluruhan atau suatu bilangan yang tidak utuh. Pecahan digunakan untuk menyatakan nilai yang berada di antara dua bilangan bulat, seperti setengah, sepertiga, dan sebagainya. Bentuknya ditulis sebagai "a/b", yang dibaca sebagai "a per b". Dalam pecahan tersebut, angka a disebut pembilang, sedangkan angka b disebut penyebut (Safari & Herman, 2025). Pecahan yang dipelajari di sekolah dasar pada dasarnya merupakan bagian dari bilangan rasional yang dapat dinyatakan dalam bentuk p/q, dengan p dan q merupakan bilangan bulat serta $q \neq 0$ (Ritawati et al., 2024).

Pecahan menggambarkan berapa bagian yang diambil dari sejumlah bagian yang sama. Pecahan dapat berupa pecahan biasa, pecahan campuran, pecahan desimal, atau persen. Operasi dasar pada pecahan meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian yang mengikuti aturan khusus untuk menyamakan penyebut atau membalik dan mengalikan pada pembagian. Pecahan merupakan konsep dasar dalam matematika yang memiliki banyak penerapan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam pembagian kue atau roti secara adil dan merata (Sujana et al., 2022). Konsep pecahan diperkenalkan secara bertahap melalui representasi konkret, gambar, dan simbol agar mudah dipahami oleh peserta didik. Pengenalan konsep ini bertujuan untuk membantu siswa memahami makna pecahan dalam konteks kehidupan sehari-hari, seperti membagi benda menjadi beberapa bagian yang sama atau menyatakan sebagian dari suatu keseluruhan.

2.4 Cerita Roro Jonggrang

Roro Jonggrang merupakan salah satu legenda rakyat populer dari Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Cerita rakyat merupakan bagian dari kekayaan budaya dan sejarah di Indonesia yang mengisahkan peristiwa atau asal usul suatu tempat dengan menghadirkan tokoh-tokoh berupa manusia, hewan, maupun makhluk mitologi seperti dewa

(Juansyah et al., 2024). Roro Jonggrang memuat unsur tempat, tokoh, dan peristiwa yang berkaitan dengan lokasi nyata, sekaligus berfungsi sebagai media pewarisan nilai budaya (Andika et al., 2025).

Legenda Roro Jonggrang berkaitan dengan asal usul Candi Prambanan yang dikaitkan dengan keberadaan Arca Dewi Durga di kompleks Candi Prambanan (Laurencia, 2024). Cerita ini merupakan legenda yang telah menjadi bagian dari tradisi lisan masyarakat Jawa. Dalam kisah tersebut, Roro Jonggrang sebagai putri seorang raja menolak lamaran Bandung Bondowoso karena ia telah membunuh ayahnya. Sebagai syarat pernikahan, Roro Jonggrang meminta Bandung Bondowoso membangun seribu candi dalam semalam. Dengan bantuan makhluk halus, Bandung Bondowoso hampir menyelesaikan permintaan tersebut, namun usahanya digagalkan oleh tipu muslihat Roro Jonggrang. Mengetahui hal itu, Bandung Bondowoso mengutuk Roro Jonggrang menjadi arca batu yang kemudian dipercaya sebagai arca terakhir di kompleks Candi Prambanan.

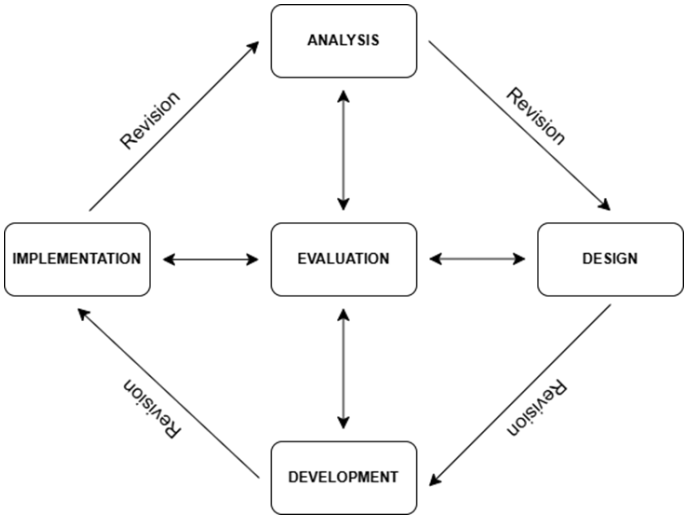
Dalam kajian folklor, cerita Roro Jonggrang termasuk legenda karena memuat unsur tempat, tokoh, dan peristiwa yang dipercaya berkaitan dengan lokasi nyata (Agriyani et al., 2023). Sebagai bagian dari tradisi lisan, legenda ini tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, tetapi juga sebagai media pewarisan nilai-nilai budaya dari generasi ke generasi. Melalui cerita ini, masyarakat mengenal hubungan antara sejarah lokal, kepercayaan tradisional, dan identitas daerah yang masih hidup dalam ingatan kolektif.

Cerita Roro Jonggrang juga memiliki nilai edukatif karena mengandung pesan tentang akibat dari kesombongan, janji yang tidak ditepati, dan kecerdikan dalam menghadapi kekuasaan. Cerita Roro Jonggrang mengandung amanat bahwa setiap manusia harus mampu mengendalikan hawa nafsunya agar terhindar dari berbagai permasalahan dalam kehidupan (Shovia et al., 2024). Legenda ini tidak hanya penting sebagai cerita rakyat, tetapi juga sebagai sumber kajian budaya dan pembelajaran.

2.5 Metode ADDIE

Metode ADDIE merupakan suatu desain instruksional yang berfokus pada pembelajaran individu, memiliki tahapan langsung maupun jangka panjang, bersifat sistematis, serta menggunakan pendekatan sistem terhadap pengetahuan dan proses pembelajaran manusia (Hidayat & Nizar, 2021). Model ini mengasumsikan bahwa cara pembelajaran tidak hanya menggunakan pertemuaan kuliah, buku teks, tetapi juga memungkinkan untuk menggabungkan belajar di luar kelas dan teknologi ke dalam materi pelajaran (Rosita, 2019).

Untuk menghasilkan suatu produk tertentu, diperlukan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan. Selain itu, untuk mengetahui keefektifan produk agar dapat digunakan secara luas di masyarakat, diperlukan pula penelitian guna menguji tingkat keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2019). Model ADDIE memiliki karakter yang sistematis dan memiliki evaluasi berkelanjutan di setiap fase. Model ini terdiri dari lima tahapan: *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), *Evaluation* (Evaluasi), yang visualisasinya dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE

Berikut ini penjelasan dari kelima tahapan metode ADDIE untuk *game* edukasi matematika materi pecahan.

a. *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis merupakan langkah awal dalam metode pengembangan model ADDIE yang fokus pada identifikasi kebutuhan dan kesenjangan dalam pengetahuan atau keterampilan siswa (Zulkarnaen et al., 2025). Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap materi yang sulit dipahami siswa, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, serta karakteristik peserta didik agar media yang dibuat benar-benar sesuai dengan kebutuhan mereka. Analisis diperoleh dari pengumpulan data yang dapat dilakukan dengan observasi (pengamatan), *interview* (wawancara), kuesioner (angket), dokumentasi dan gabungan keempatnya (Sugiyono, 2019).

b. *Design* (Desain)

Tahap desain merupakan proses perancangan awal media setelah mengetahui masalah pada tahap analisis. Struktur dan isi pembelajaran, aktivitas pembelajaran, alur tampilan, rancangan

soal, dan strategi penyampaian materi disusun agar sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Tahap ini mirip seperti merancang kegiatan belajar mengajar, dengan menetapkan tujuan belajar, merancang skenario atau kegiatan belajar, merancang perangkat pembelajaran, materi pembelajaran, dan alat evaluasi hasil belajar (Syahid et al., 2024). Semua komponen dirancang agar saling mendukung terciptanya pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami.

c. *Development* (Pengembangan)

Tahapan Pengembangan merupakan tahapan untuk mengimplementasikan dan merealisasikan analisis dan desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya menjadi bentuk pemrograman berbasis *game*. Pada tahap ini dilakukan proses pengembangan dari rancangan atau desain serta soal yang telah disusun ke dalam bentuk *game* yang dapat dimainkan oleh siswa. Kegiatan dalam tahap pengembangan mencakup pembuatan atau penyesuaian bahan ajar dan seluruh aktivitas terkait pengembangan yang dilakukan pada tahap ini Saputra & Akhriansyah, 2024).

d. *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi memiliki prosedur umum yaitu mempersiapkan guru dan mempersiapkan siswa (Hidayat & Nizar, 2021). Guru perlu menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendukung agar siswa dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan baru. Pada tahap ini, *game* edukasi yang telah dirancang dan dikembangkan pada tahap sebelumnya terlebih dahulu diekspor dan dipublikasikan, kemudian diterapkan secara langsung kepada peserta didik sekolah dasar dalam skala kecil sebagai bentuk kegiatan pembelajaran di kelas.

e. *Evaluation* (Evaluasi)

Evaluasi merupakan tahap terakhir dari metode pengembangan model ADDIE. Evaluasi dilakukan untuk menganalisis sejauh mana *game* edukasi memenuhi harapan yang ditetapkan dan untuk mengidentifikasi kesalahan atau kekurangan yang mungkin ada dalam *game* tersebut (Saputra & Arkhiansyah, 2024). Dalam pelaksanaan tahapan ini pengujian aplikasi yang telah dikembangkan dilakukan untuk menarik kesimpulan apakah sudah benar benar dapat diimplementasikan.

2.6 Unity

Unity adalah perangkat lunak pengembangan *game* yang banyak digunakan karena kemudahannya. *Unity* merupakan game engine yang dikembangkan oleh *Unity Technologies*, yang pertama kali diluncurkan pada tahun 2005 dan kemudian menjadi salah satu *engine* yang

banyak digunakan oleh pengembang profesional di seluruh dunia (Iskandar et al., 2021). Aplikasi ini menyediakan berbagai fitur yang mendukung pembuatan *game* dengan kualitas grafis tinggi, sekaligus memiliki antarmuka yang mudah dipahami (Sinaga et al., 2024). *Unity* terdiri dari beberapa fungsi, yaitu: (1) membuat *game* dalam berbagai format (2D & 3D); (2) merupakan platform yang bersifat kompatibel dan dapat dijalankan pada berbagai jenis platform; (3) mendukung teknologi AR dan VR; dan (4) menyediakan berbagai alat dan fitur yang intuitif.

Unity mendukung sistem *scripting* yang fleksibel menggunakan C# untuk mempermudah pengembang dalam membuat logika permainan dan mengotomasi alur kerja pengembangan. Mesin ini menyediakan *pipeline render* yang dapat disesuaikan (*Built-in, URP, HDRP*) agar performa dan kualitas visual sesuai target perangkat dan lebih optimal. *Unity* juga memiliki ekosistem aset dan paket (*Asset Store*), sehingga mempercepat *prototyping*, kolaborasi tim, dan proses pembelajaran bagi pengembang pemula maupun profesional.

2.7 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) merupakan editor kode sumber terbuka yang dikembangkan oleh *Microsoft VS Code* menyediakan berbagai fitur, seperti saran kode cerdas (*IntelliSense*), kemampuan *debugging*, dukungan banyak bahasa pemrograman melalui ekstensi, integrasi dengan *Git* untuk pengelolaan kode dan kolaborasi, serta antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan (Murani et al., 2025). Teks editor ini bersifat kompatibel dengan berbagai sistem operasi, termasuk *Windows, Linux, dan Macintosh* (Kurniawan, 2023; Abidah et al., 2025). Teks editor ini juga mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti *JavaScript, TypeScript, Node.js, C++, C#, Python, Go,* dan *Java* melalui plugin yang tersedia di *marketplace Visual Studio Code* (Salamah, 2021; Ningsih et al., 2022). Editor ini mendukung terminal terintegrasi yang memungkinkan pengembang menjalankan perintah langsung di dalam aplikasi tanpa harus berpindah program. Dukungan ekstensi yang sangat luas membuat *Visual Studio Code* dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan berbagai jenis proyek perangkat lunak .

2.8 Black Box Testing

Black Box Testing merupakan metode pengujian yang dilakukan dengan mengamati hasil masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari perangkat lunak tanpa melihat atau mengetahui struktur kode program yang mendasarinya. Menurut Praniffa et al., (2023), pengujian *black box testing* adalah pengujian perilaku yang dilakukan tanpa mengetahui struktur internal

maupun logika perangkat lunak yang sedang diuji. Sistem diperlakukan sebagai "kotak hitam" yang perilakunya hanya dapat diketahui melalui analisis masukan dan keluaran, sehingga penguji tidak memeriksa implementasi perangkat lunak melainkan hanya berfokus pada fungsionalitasnya (Mintarsih, 2023).

Pengujian *black box testing* bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fungsi pada permainan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa *test case* yang kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh untuk mengetahui kesesuaian fungsi sistem (Fahrezi & Khasanah, 2019). Metode *black box testing* sangat membantu pengembang dalam memastikan bahwa *User Interface (UI)* dapat digunakan dengan mudah dan responsif, sehingga mampu memberikan pengalaman yang menyenangkan bagi pengguna (Ariyana et al., 2023).

Pengujian ini penting karena membantu memastikan bahwa sistem bekerja sesuai kebutuhan pengguna. Selain itu, *black box testing* dapat menemukan kesalahan pada fungsi utama sebelum aplikasi digunakan. Hasil pengujian juga berguna sebagai dasar perbaikan sistem agar lebih stabil dan mudah digunakan.

2.9 Penelitian Terdahulu

Sebagai landasan penelitian, digunakan beberapa penelitian terdahulu yang diperoleh melalui pencarian literatur di *Google Scholar*. Sumber yang dipilih merupakan artikel jurnal yang diterbitkan pada tahun 2020–2025 dengan menggunakan kata kunci "*game* edukasi", "*game* matematika", dan "matematika pecahan". Pemilihan penelitian tersebut didasarkan pada kesamaan jenis *game* yang diteliti sehingga relevan sebagai bahan pendukung penelitian ini. Tujuannya untuk melihat perbedaan, persamaan, serta posisi penelitian saat ini dibandingkan penelitian terdahulu. Penjelasan mengenai penelitian terdahulu dijelaskan sebagai berikut.

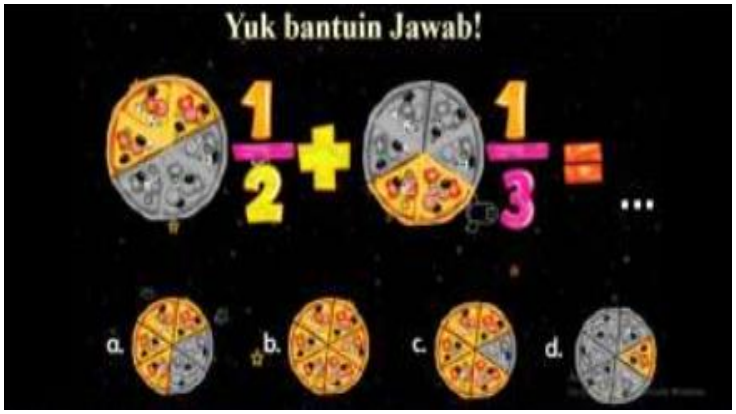
a. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Suliswaningsih et al. (2025). Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan yang terjadi di SD Negeri Sidanegara 08 Cilacap, yaitu siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi matematika bilangan pecahan sehingga kehilangan minat belajar dan kurang fokus dalam mengikuti pembelajaran. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun *game* edukasi petualangan matematika pengenalan bilangan pecahan sebagai media pembelajaran dengan menggunakan metode *DGBL-ID (Digital Game Based Learning - Instructional Design*). *Game* dikembangkan melalui lima tahapan yaitu *analysis, design, development, quality*

assurance, serta *implementation and evaluation*, kemudian didistribusikan melalui *platform* itch.io. Tampilan dari *game* ini disajikan pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Game Space Mathematics (Suliswaningsih et al., 2025)

b. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rofiqoh et al. (2020). Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi bernama "*Math Space Adventure*" untuk siswa kelas IV Sekolah Dasar pada materi pecahan. *Game* dikembangkan menggunakan aplikasi Construct 2 dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *analysis, design, development, implementation,* dan *evaluation*. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Tampilan dari *game* ini disajikan pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 *Game Math Space Adventure* (Rofiqoh et al., 2020)

c. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Musyriyah et al. (2024) mengembangkan media pembelajaran matematika berbentuk *game* edukasi untuk meningkatkan minat belajar

siswa sekolah dasar pada materi bilangan pecahan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan aplikasi *game* edukasi sebagai media pembelajaran yang dirancang menggunakan Construct 3 berbasis HTML5. Proses pengembangannya menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) yang menekankan kecepatan pengembangan melalui keterlibatan pengguna dalam setiap tahapan. Tampilan dari *game* ini disajikan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 *Game* Belajar Pecahan (Musyriyah et al., 2024)

d. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kuwayyis et al. (2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran inovatif berupa *game* edukasi matematika bilangan pecahan berbasis *android* guna membantu mengurangi kejenuhan siswa kelas 5 Sekolah Dasar dalam mempelajari materi matematika bilangan pecahan. *Game* dirancang dalam bentuk petualangan yang menampilkan *Non Playable Character* (NPC) serta menyajikan soal matematika bilangan pecahan beserta pembahasannya secara interaktif. *Game* ini terbagi menjadi tiga level, yaitu pengenalan bilangan pecahan, penjumlahan dan pengurangan bilangan pecahan, serta perkalian dan pembagian bilangan pecahan. *Game* edukasi ini dibangun menggunakan *Unity engine* dengan metode pengembangan *Game Development Life Cycle* (GDLC). Kelebihan dari *game* ini adalah sifatnya yang berbasis android sehingga siswa dapat mengakses dan mempelajari materi bilangan pecahan kapan saja dan di mana saja melalui perangkat *smartphone* mereka. Tampilan dari *game* ini disajikan pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 *Game* Bimo Si Petualang (Kuwayyis et al., 2023)

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dipaparkan sebelumnya, selanjutnya disusun rangkuman dalam bentuk tabel guna mempermudah proses perbandingan antar penelitian. Adapun penelitian-penelitian terdahulu tersebut dijadikan referensi serta bahan pertimbangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Rangkuman hasil tinjauan penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu

No	Judul	Tujuan	Platform	Metode	Hasil
1	Perancangan *Game* Edukasi "*Space Mathematics*" Menggunakan Pendekatan *Design Game Based Learning* (Suliswaningsih et al., 2025)	Merancang dan membangun *game* edukasi petualangan matematika pengenalan bilangan pecahan sebagai media pembelajaran.	*Unity Engine*	DGBL-ID (*Digital Game Based Learning - Instructional Design*)	*Game* berjalan secara fungsional sesuai game design document berdasarkan hasil pengujian *black box testing*.
2	Pengembangan *Game Math Space Adventure* Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Pecahan Di Sekolah Dasar (Rofiqoh et al., 2020)	Mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi materi pecahan yang valid, praktis, dan efektif untuk siswa kelas IV SD.	Construct 2	ADDIE dan *Research and Development* (RnD)	*Game* dinyatakan valid, efektif dengan peningkatan hasil belajar sebesar 32,79%, dan praktis dengan skor kepraktisan 80,9%.
3	Rancang Bangun *Game* Edukasi Matematika Bilangan Pecahan Sebagai Pembelajaran	Menghasilkan aplikasi *game* edukasi sebagai media pembelajaran untuk	Construct 3 berbasis HTML5	*Rapid Application Development* (RAD)	Aplikasi *game* edukasi matematika bilangan pecahan dapat berjalan dengan baik,

No	Judul	Tujuan	Platform	Metode	Hasil
	Untuk Siswa SDN 14 Sungai Raya (Musyriyah et al., 2024)	meningkatkan minat belajar siswa pada materi bilangan pecahan.			materi yang disampaikan dapat membantu siswa dalam pembelajaran.
4	*Game* Edukasi Matematika Bilangan Pecahan Berbasis *Android* Untuk Siswa Kelas 5 SD (Kuwayyis et al., 2023)	Mengembangkan media pembelajaran inovatif berupa *game* edukasi matematika bilangan pecahan berbasis android untuk mengurangi kejenuhan siswa kelas 5 SD.	*Unity Engine*, berbasis *Android*	*Game Development Life Cycle* (GDLC)	*Game* berhasil dibangun dengan tiga level materi dan dapat diakses kapan saja melalui *smartphone android*.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu pada Tabel 2.1 diatas, peneliti melakukan analisis terhadap metode pengembangan dan sasaran pengguna yang digunakan pada masing-masing penelitian untuk memberikan landasan teori dari penelitian ini.

Pada penelitian (Suliswaningsih et al., 2025), dikembangkan *game* edukasi petualangan matematika pengenalan bilangan pecahan dengan menggunakan metode DGBL-ID (*Digital Game Based Learning - Instructional Design*) yang terdiri dari lima tahapan yaitu *analysis, design, development, quality assurance*, serta *implementation and evaluation*. Penelitian (Rofiqoh et al. (2020) mengembangkan *game* edukasi "*Math Space Adventure*" pada materi pecahan untuk siswa kelas IV Sekolah Dasar dengan menggunakan metode ADDIE yang dipadukan dengan metode penelitian pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dari Suliswaningsih et al. (2025) dan Rofiqoh et al. (2020) menunjukkan bahwa metode DGBL-ID dan ADDIE sama-sama melibatkan tahapan analisis kebutuhan pengguna yang mendalam sebelum masuk ke tahap perancangan sistem.

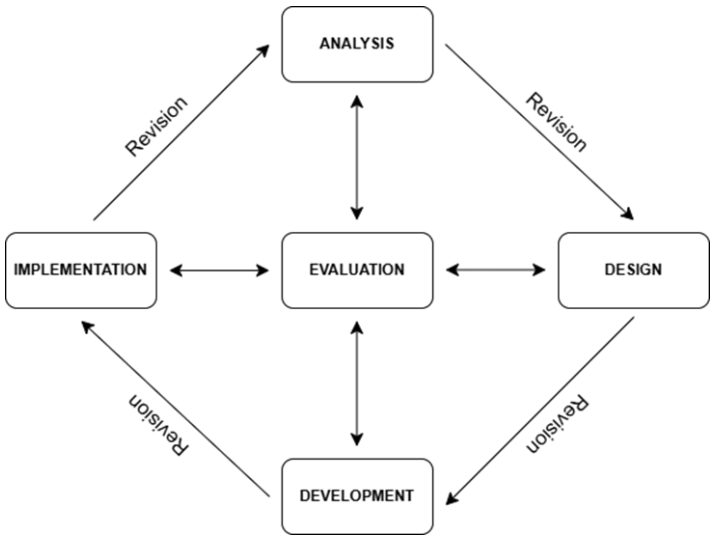
Selanjutnya, pada penelitian (Musyriyah et al., 2024), dikembangkan *game* edukasi matematika bilangan pecahan untuk meningkatkan minat belajar siswa Sekolah Dasar dengan menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) yang menekankan pada kecepatan pengembangan melalui keterlibatan pengguna secara langsung dalam setiap tahapannya. Pada penelitian (Kuwayyis et al., 2023), dikembangkan *game* edukasi matematika bilangan pecahan berbasis *android* untuk siswa kelas 5 Sekolah Dasar dengan menggunakan

metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) yang berfokus pada siklus pengembangan *game* secara menyeluruh mulai dari tahap inisiasi hingga tahap distribusi produk.

Berdasarkan analisis penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa metode ADDIE, DGBL-ID, RAD, dan GDLC sama-sama cocok digunakan untuk pengembangan *game* edukasi dengan sasaran siswa Sekolah Dasar pada materi matematika pecahan. Namun, peneliti memilih menggunakan metode ADDIE dalam mengembangkan *game* edukasi matematika pecahan pada penelitian ini, karena metode ADDIE memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur mulai dari *analysis, design, development, implementation,* hingga *evaluation*, sehingga memungkinkan peneliti untuk melakukan evaluasi secara bertahap pada setiap prosesnya. Selain itu, metode ADDIE juga telah terbukti efektif digunakan pada penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengembangan media pembelajaran berbasis *game*, sehingga diharapkan *game* edukasi yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pengguna.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, sebuah *game* edukasi matematika pecahan dikembangkan sebagai *output* penelitian. Metode yang digunakan dalam proses pengembanganya, peneliti mengadopsi model ADDIE yang terdiri dari lima tahap: *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Sutrisno, 2020). ADDIE merupakan Model penelitian yang dapat diaplikasikan dari berbagai macam bentuk pengembangan produk, seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media, dan bahan ajar berdasarkan langkah-langkah pengembangan produk (Syahid et al., 2024). Model ini juga memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur sehingga memudahkan peneliti dalam mengembangkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Alur kerja model ini dimulai dari analisis kebutuhan, perancangan instruksional, pembuatan materi, penerapan dalam pembelajaran, hingga penilaian hasil belajar (Zamsiswaya, 2024). Visualisasi dari tahapan metode ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE

3.1 Analisis

Tahap analisis merupakan langkah awal dalam proses pengembangan yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna, karakteristik siswa, serta materi pembelajaran yang akan diintegrasikan ke dalam *game*. Pada tahap ini dilakukan penggalian masalah yang dihadapi siswa, sehingga teridentifikasi kesenjangan antara kondisi pembelajaran yang berlangsung saat ini dengan kondisi yang diharapkan (Siregar & Rhamayanti, 2025). Beberapa

prosedur yang dilakukan pada tahap ini meliputi penentuan kompetensi siswa yang bermasalah, penentuan tujuan pengembangan, penentuan subjek penelitian, penentuan perangkat yang dibutuhkan, serta penyusunan rencana pengembangan (Sutrisno, 2020). Subjek pada penelitian ini adalah siswa SDN 1 Sardonoharjo kelas 4. Pengumpulan data pada tahap analisis dilakukan melalui tiga cara, yaitu survei, wawancara, dan studi pustaka. Berikut diuraikan hasil dari masing-masing cara yang dilakukan.

3.1.1 Wawancara

Pada tahap wawancara dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang kemudian akan dianalisis dalam proses pengembangan sistem. Data yang diperoleh dari wawancara nantinya digunakan sebagai acuan dalam merancang *game* edukasi yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Kegiatan ini dilaksanakan secara tatap muka pada tanggal 9 Januari 2026 dengan narasumber Ibu Ika Ariestavianti, S.Pd. selaku guru mata pelajaran matematika dan wali kelas 4 di SDN 1 Sardonoharjo. Tujuan dilakukannya wawancara ini adalah untuk mengetahui permasalahan yang kerap muncul dalam proses belajar mengajar di kelas, khususnya pada materi pecahan. Hasil wawancara yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Hasil Wawancara

Narasumber	Ika Ariestavianti, S.Pd
Sekolah	SDN 1 Sardonoharjo
Kelas	4
Hasil Wawancara	
Bagaimana minat siswa terhadap mata pelajaran matematika di kelas 4?	Minat siswa terhadap matematika masih tergolong rendah. Sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi yang diajarkan sehingga kurang antusias saat mengikuti pembelajaran matematika.
Apakah materi pecahan sudah diajarkan kepada siswa kelas 4? Jika sudah, materi apa saja yang telah diajarkan?	Materi pecahan sudah diajarkan kepada siswa kelas 4. Materi yang telah diajarkan meliputi pengertian pecahan, pecahan senilai (setara), operasi pecahan berpenyebut sama, dan operasi pecahan berpenyebut berbeda.
Media pembelajaran apa saja yang digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi pecahan?	Guru menggunakan buku LKS dan proyektor untuk membantu penyampaian slide materi pembelajaran. Pembelajaran dilakukan secara tatap muka dengan penjelasan materi dan latihan soal kepada peserta didik.
Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan media pembelajaran berbasis *game* edukasi dalam pembelajaran?	Guru pernah menggunakan game edukasi yang namanya Wordwall. Namun, *game* yang

	digunakan berisi soal-soal perhitungan biasa dan belum ada materi pecahan.
Bagaimana respons siswa terhadap penggunaan *game* edukasi dalam pembelajaran?	Siswa terlihat sangat antusias saat mengikuti permainan edukatif. Mereka aktif menjawab pertanyaan yang diberikan dan sering kali saling berebut kesempatan untuk menjawab.
Apabila dikembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi yang mengangkat cerita rakyat Roro Jonggrang dan dipadukan dengan materi pecahan, apakah Bapak/Ibu setuju untuk digunakan dalam pembelajaran?	Guru mengatakan setuju, penggunaan cerita rakyat dalam *game* dapat membuat pembelajaran menjadi lebih menarik. Jika dipadukan dengan materi pecahan, siswa dapat belajar sambil bermain sehingga pembelajaran tidak terasa membosankan.
Apa saran Bapak/Ibu agar *game* edukasi berbasis cerita rakyat Roro Jonggrang sesuai dengan kebutuhan siswa kelas 4?	Guru mengatakan untuk *game* sebaiknya diawali dengan penyampaian materi secara singkat agar siswa mengingat kembali materi pecahan. Soalnya juga dibuat bervariasi, tidak hanya soal hitungan, tetapi juga soal cerita agar siswa tidak cepat bosan.

Hasil wawancara pada Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa minat siswa terhadap matematika masih tergolong rendah dan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi pecahan. Media pembelajaran yang digunakan selama ini masih terbatas pada buku LKS dan proyektor. Meskipun guru pernah menggunakan *game* edukasi berupa Wordwall, *game* tersebut belum memuat materi pecahan. Guru juga menyatakan setuju apabila dikembangkan *game* edukasi berbasis cerita rakyat Roro Jonggrang yang memuat materi pecahan, dengan saran agar *game* diawali dengan penyampaian materi singkat dan soal dibuat bervariasi. Hasil wawancara ini menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan dan arah pengembangan *game* edukasi yang akan dirancang.

3.1.2 Survei

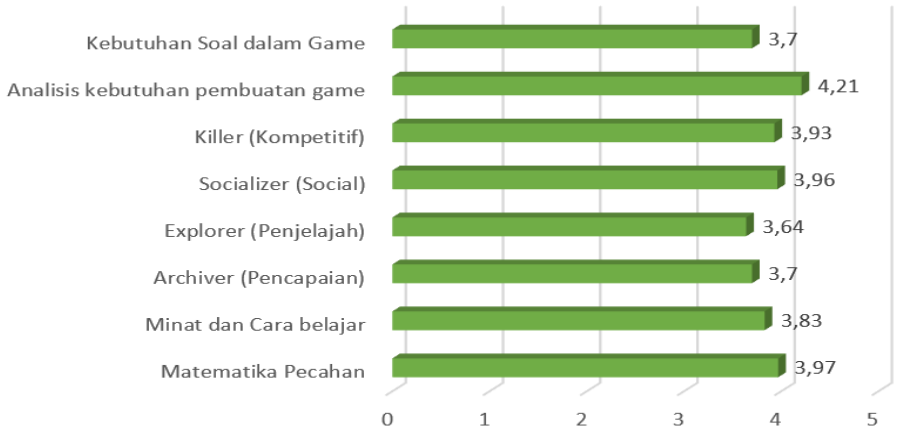
Survei dilakukan dengan menggunakan kuesioner sebagai instrumen pengumpulan data. Kuesioner diberikan secara langsung kepada siswa kelas 4 di dalam kelas pada tanggal 9 Januari 2026 di SDN 1 Sardonoharjo. Jumlah responden dalam kegiatan ini sebanyak 30 siswa. Tujuan pemberian kuesioner ini adalah untuk mengetahui kondisi pembelajaran yang selama ini berlangsung, media yang biasa digunakan dalam proses belajar, serta sejauh mana siswa memahami materi yang diajarkan. Data yang diperoleh dari kuesioner digunakan peneliti mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi siswa selama proses pembelajaran di kelas. Hasil kuesioner ini juga digunakan sebagai acuan dalam merancang *game* edukasi yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. Kuesioner analisis kebutuhan terdiri dari delapan aspek penilaian, dengan masing-masing aspek diukur menggunakan lima butir pernyataan. Pengisian kuesioner menggunakan *Skala Likert* dengan rentang skor 1 sampai 5 (Sangat Tidak

Setuju, Tidak Setuju, Netral, Setuju, Sangat Setuju). Hasil rata-rata skor dari setiap aspek selanjutnya direkapitulasi dan ditampilkan pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Kelas 4

No	Aspek	Rata-Rata
1	Matematika Pecahan	3,97
2	Minat dan Cara belajar	3,83
3	Archiver (Pencapaian)	3,70
4	Explorer (Penjelajah)	3,64
5	Socializer (Social)	3,96
6	Killer (Kompetitif)	3,93
7	Analisis kebutuhan pembuatan game	4,21
8	Kebutuhan Soal dalam Game	3,70

Berdasarkan Tabel 3.2, dapat dilihat bahwa kedelapan aspek yang diukur memperoleh nilai rata-rata yang bervariasi, dengan rentang antara 3,64 hingga 4,21. Data hasil kuesioner tersebut selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Kelas 4

Grafik di atas memperlihatkan hasil rekapitulasi kuesioner dari delapan aspek yang telah dinilai oleh 30 siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo. Dari tabel dan grafik tersebut, seluruh aspek memperoleh rata-rata skor di atas 3,60 dari skala maksimal 5,00. Aspek Analisis Kebutuhan Pembuatan *Game* memperoleh rata-rata tertinggi sebesar 4,21. Ini menandakan bahwa siswa memiliki kebutuhan yang tinggi terhadap pengembangan *game* edukasi sebagai media pembelajaran matematika. Aspek Matematika Pecahan yang mendapatkan rata-rata sebesar 3,97, menunjukkan bahwa banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi

pecahan dan membutuhkan media pembelajaran yang lebih bervariasi dan menarik. Selanjutnya, aspek *Socializer* memperoleh rata-rata 3,96 dan aspek *Killer* dengan rata-rata 3,93. Hal ini menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai aktivitas pembelajaran yang melibatkan interaksi sosial serta tantangan yang bersifat kompetitif. Aspek Minat dan Cara Belajar yang memperoleh rata-rata 3,83, mengindikasikan bahwa siswa lebih mudah memahami materi apabila disampaikan melalui media yang tidak monoton dan mudah dipahami. Sementara itu, aspek *Achiever* dan Kebutuhan Soal Dalam *Game* masing-masing memperoleh rata-rata 3,70, menunjukkan bahwa siswa merasa termotivasi oleh sistem pencapaian dalam permainan serta menginginkan variasi soal yang menarik. Aspek *Explorer* mendapatkan nilai rata-rata terendah, yaitu sebesar 3,64, meskipun angka ini menunjukkan bahwa siswa tetap menunjukkan minat terhadap aspek penjelajahan di dalam *game*. Berdasarkan keseluruhan hasil kuesioner tersebut, dapat disimpulkan bahwa siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo membutuhkan media pembelajaran berupa *game* edukasi yang mencakup materi pecahan. *Game* edukasi tersebut sebaiknya dilengkapi dengan latar cerita, tantangan, sistem pencapaian, serta desain yang menarik agar dapat mendukung motivasi dan pemahaman belajar siswa.

3.1.3 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan suatu tahap dimana peneliti mencari pustaka atau data yang berasal dari buku, jurnal atau internet (Nirwana & Karnadi, 2021). Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan berbagai informasi dan referensi yang relevan sebagai landasan pengembangan media pembelajaran. Dalam tahap ini, peneliti menelaah sejumlah sumber ilmiah seperti buku, jurnal, dan artikel penelitian yang membahas konsep pengembangan media pembelajaran, pendekatan gamifikasi dalam pendidikan, serta penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika. Tujuan dari studi pustaka ini adalah untuk memahami perkembangan dan karakteristik *game* edukasi yang telah ada, meninjau bagaimana *game* tersebut dirancang untuk meningkatkan pemahaman konsep, serta mengevaluasi efektivitasnya terhadap hasil belajar siswa. Hasil telaah pustaka selanjutnya menjadi acuan dalam menentukan pendekatan desain, mekanisme permainan, dan konten materi yang akan dimuat dalam *game* edukasi yang dikembangkan.

3.1.4 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru wali kelas, survei, dan studi pustaka yang telah dilakukan, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan dalam pengembangan *game* edukasi ini. Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan apa saja yang diperlukan agar *game* yang dikembangkan dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Berdasarkan survei dan wawancara yang telah dilakukan oleh penulis, diperoleh beberapa temuan yang bisa menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan pengembangan *game* edukasi.

Dari sisi pengguna, siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif karena media yang selama ini digunakan masih terbatas pada buku LKS dan proyektor. Siswa juga menunjukkan antusias yang tinggi saat menggunakan *game* dalam pembelajaran, sehingga pendekatan berbasis *game* dinilai sesuai dengan karakteristik siswa. Dari sisi materi, *game* perlu memuat materi pecahan yang mencakup pengertian pecahan, pecahan senilai (setara), operasi pecahan berpenyebut sama, dan operasi pecahan berpenyebut berbeda. Soal dalam *game* dibuat bervariasi, mencakup soal hitungan dan soal cerita, serta diawali dengan penyampaian materi singkat sebagai pengingat sebelum siswa mengerjakan soal. Dari sisi teknis, game dikembangkan dirancang menarik dengan mengangkat tema cerita rakyat Roro Jonggrang sebagai latar permainan untuk meningkatkan minat belajar siswa.

3.2 Desain

Output dari tahap kedua adalah rancangan dari *game* matematika materi pecahan. Cerita rakyat yang telah dipilih, dirancang sebagai kerangka narasi yang menghubungkan setiap level permainan dengan materi pecahan. Tahap *design* dilakukan setelah seluruh data kebutuhan dan karakteristik siswa terkumpul untuk merancang/mendesain media pembelajaran yang akan dikembangkan. Selanjutnya, dilakukan pembuatan *flowchart*, struktur menu, dan rancangan antarmuka yang akan digunakan. Tahapan desain dilakukan bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam merancang media *game* edukasi matematika pecahan ini Darroini & Rahmawati, 2022).

3.2.1 Konsep dan Aturan Permainan

A. Judul *Game*

Game edukasi yang dikembangkan dalam penelitian ini diberi judul RojoMath. Judul ini terdiri dari gabungan kata "Roro Jonggrang" sebagai latar cerita rakyat yang digunakan dan "Math" yang merujuk pada mata pelajaran matematika. Pemilihan nama ini dimaksudkan agar mencerminkan identitas *game* sekaligus menggambarkan konten pembelajaran yang terkandung di dalamnya. *Game* ini dikembangkan dalam format 2D yang dikombinasikan dengan edukasi berbasis kuis (*Quiz-based Education*). Elemen kuis digunakan sebagai sarana evaluasi pemahaman materi pecahan yang terintegrasi dalam alur permainan. Pemilihan format ini didasarkan pada pertimbangan kesesuaiannya dengan karakteristik siswa sekolah dasar, yaitu mekanisme permainan yang sederhana sehingga mudah dipahami dan dimainkan oleh anak-anak, serta penyajian soal kuis yang terintegrasi langsung dengan alur cerita sehingga dapat meningkatkan fokus dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

B. Target Pengguna

Target pengguna *game* edukasi ini adalah anak-anak berusia 8 hingga 11 tahun atau siswa kelas 3 hingga 5 Sekolah Dasar. Batasan usia tersebut ditentukan berdasarkan cakupan materi pecahan yang diajarkan pada jenjang tersebut. Meskipun materi pecahan diajarkan pada rentang kelas 3 hingga 5, penelitian ini secara khusus memfokuskan pengembangan dan pengujian *game* pada siswa kelas 4 Sekolah Dasar, dengan subjek penelitian siswa SDN 1 Sardonoharjo. Pengujian ini hanya difokuskan pada jenjang tertentu karena materi pecahan pada siswa kelas 4 mulai diperdalam secara lebih kompleks dibandingkan kelas 3, sehingga kebutuhan terhadap media pembelajaran pendukung dinilai lebih mendesak pada jenjang ini. Pada hasil analisis kebutuhan yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi pecahan dan membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif.

C. Tujuan Permainan

Tujuan dari permainan *game* ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu siswa memahami materi pecahan yang meliputi definisi pecahan, pecahan setara, pecahan berpenyebut sama, dan pecahan berpenyebut berbeda melalui media pembelajaran berbasis *game*.

2. Meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa terhadap mata pelajaran matematika melalui pendekatan pembelajaran yang menyenangkan dan interaktif.
3. Melatih kemampuan siswa dalam menjawab soal matematika materi pecahan dengan cara yang tidak monoton melalui mekanisme permainan yang dikombinasikan dengan cerita rakyat Roro Jonggrang.

D. Materi

Materi yang dimuat dalam *game* edukasi ini adalah materi pecahan Sekolah Dasar yang terdiri atas empat pokok bahasan, yaitu:

1. Definisi Pecahan, yaitu pengenalan konsep dasar pecahan, bagian-bagian pecahan (pembilang dan penyebut), serta cara melihat dan membaca pecahan berdasarkan representasi gambar.
2. Pecahan Setara, yaitu materi mengenai pecahan-pecahan yang memiliki nilai yang sama meskipun ditulis dalam bentuk yang berbeda.
3. Pecahan Berpenyebut Sama, yaitu operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan yang memiliki penyebut sama.
4. Pecahan Berpenyebut Berbeda, yaitu operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan yang memiliki penyebut berbeda.

E. *Storyboard* Cerita

Cerita rakyat Roro Jonggrang diadaptasi dan dibagi menjadi lima bagian narasi, yaitu empat narasi yang disisipkan pada setiap level permainan serta satu narasi penutup yang ditampilkan setelah seluruh level diselesaikan. Narasi pertama dibuka dengan latar peperangan antara Kerajaan Pengging dan Kerajaan Baka, kemenangan Bandung Bondowoso atas Prabu Baka, hingga pertemuannya dengan Roro Jonggrang yang memberikan syarat pembangunan seribu candi dalam satu malam. Bandung Bondowoso kemudian memerintahkan pasukan jin untuk memulai pembangunan candi dengan membagi batu menjadi bagian-bagian tertentu, yang dikaitkan dengan materi Definisi Pecahan sebagai pengenalan konsep dasar bagian dari satu keseluruhan.

Narasi kedua melanjutkan cerita ketika Bandung Bondowoso menunjukkan kepada jin bahwa dua batu yang terlihat berbeda ukuran maupun bentuknya dapat memiliki nilai besar yang sama, yang dikaitkan dengan materi Pecahan Setara. Narasi ketiga menampilkan proses penyusunan dan penggabungan batu candi melalui penjumlahan dan pengurangan, yang

dikaitkan dengan materi Pecahan Berpenyebut Sama. Narasi keempat menampilkan tantangan yang lebih kompleks, yaitu batu-batu dengan ukuran penyebut yang berbeda sehingga harus disamakan terlebih dahulu sebelum dijumlahkan maupun dikurangkan, yang dikaitkan dengan materi Pecahan Berpenyebut Berbeda sebagai materi puncak dalam permainan.

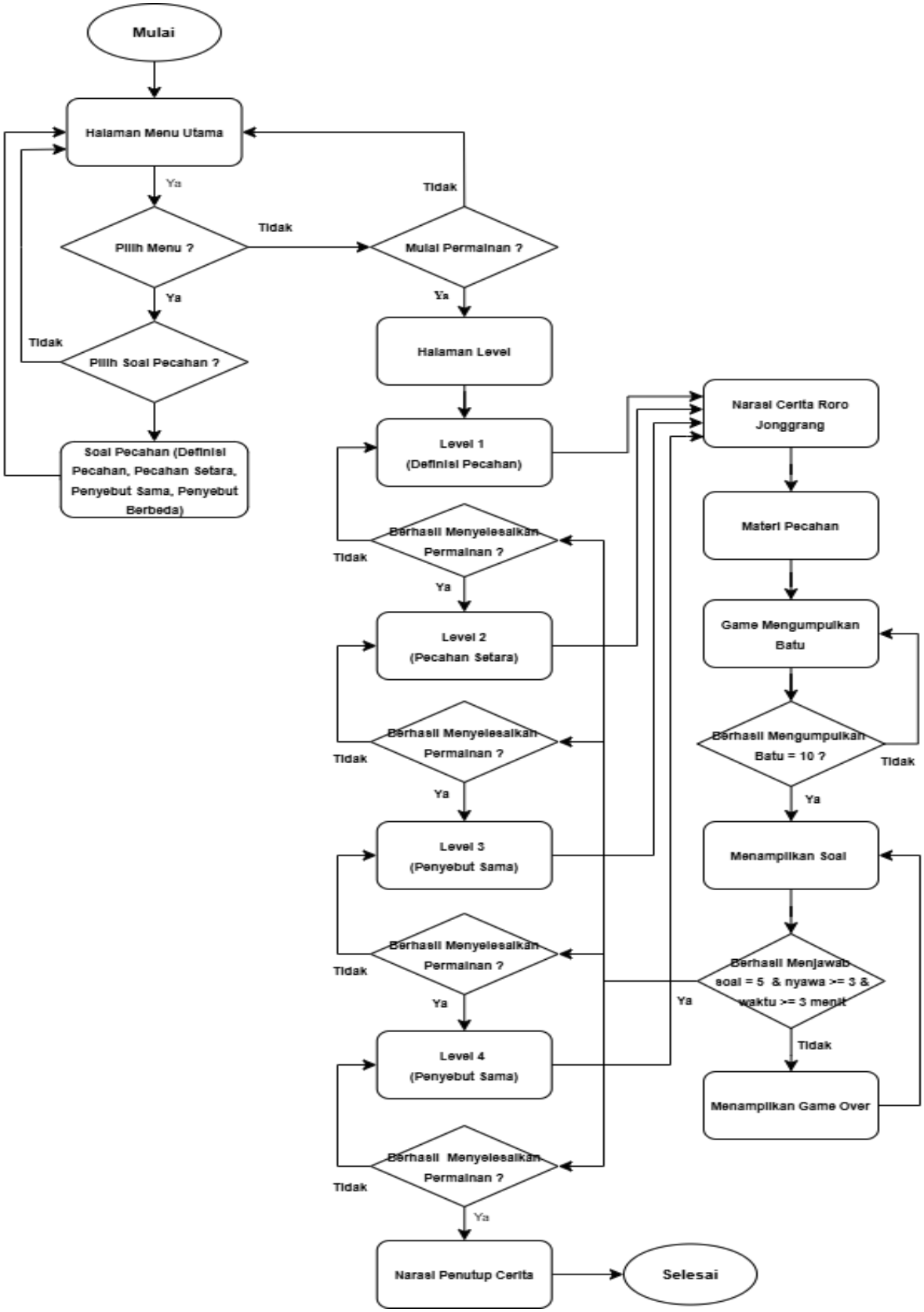
Narasi penutup menampilkan klimaks cerita, yaitu kecurangan Roro Jonggrang yang membakar jerami untuk menciptakan suasana fajar palsu agar pembangunan candi gagal diselesaikan, sehingga jumlah candi yang berhasil dibangun hanya mencapai 999 buah. Bandung Bondowoso yang mengetahui kecurangan tersebut menjadi marah dan mengutuk Roro Jonggrang menjadi sebuah arca untuk melengkapi candi ke-1000. Pada bagian akhir narasi, disampaikan pesan refleksi bahwa proses pembangunan candi tidak hanya membutuhkan kekuatan, tetapi juga pemahaman dalam membagi, menyetarakan, serta menjumlahkan dan mengurangkan pecahan. Rangkaian cerita ini disampaikan secara bertahap pada setiap level melalui halaman narasi sebelum pemain memasuki sesi materi, permainan, dan kuis.

F. Mekanisme Permainan

Mekanisme permainan dalam *game* edukasi ini dirancang secara bertahap dan terstruktur. Saat pertama kali membuka *game*, pemain diarahkan ke halaman menu utama yang menyediakan tombol Keluar, Pengaturan, Soal Langsung, dan Mulai. Setelah menekan tombol Mulai, pemain masuk ke halaman level yang menampilkan empat level permainan secara berurutan, yaitu Level 1 hingga Level 4, di mana setiap level harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum level berikutnya dapat dibuka. Setelah memilih level, pemain disajikan narasi cerita rakyat Roro Jonggrang yang dikaitkan dengan materi pecahan, dilanjutkan dengan halaman materi berisi penjelasan singkat sesuai level yang sedang dimainkan. Selanjutnya, pemain memasuki halaman permainan berupa mini *game* dimana karakter Bandung Bondowoso berlari otomatis dan pemain bertugas mengumpulkan 10 batu sambil menghindari rintangan berupa pohon, apabila karakter menabrak atau terkena pohon, permainan diulang dari awal. Setelah 10 batu berhasil dikumpulkan, pemain melanjutkan ke halaman soal yang berisi 5 soal acak dengan batas waktu 3 menit. Apabila pemain menjawab salah sebanyak 3 kali, akan muncul *pop-up Game Over*, sedangkan apabila berhasil menjawab seluruh soal dengan benar, akan muncul *pop-up* Lanjut Level. Setelah seluruh level diselesaikan, *game* menampilkan narasi penutup beserta pesan motivasi, kemudian pemain diarahkan kembali ke halaman level.

3.2.2 *Flowchart* Diagram

Flowchart digunakan untuk menggambarkan alur logika permainan secara keseluruhan. *Flowchart* yang dibuat dalam pengembangan *game* edukasi matematika pecahan ini berupa *flowchart* sistem yang berbentuk bagan, untuk menunjukkan arus kerja sebuah sistem secara keseluruhan, nantinya bagan berupa simbol-simbol yang memiliki makna tertentu (Rohmatulloh & Zuhdi, 2020). Diagram ini memuat setiap tahapan yang dilalui pemain, mulai dari membuka aplikasi, memilih menu, memainkan permainan, hingga menjawab soal dan menyelesaikan seluruh level. Dengan adanya *flowchart*, alur perancangan *game* menjadi lebih terstruktur dan sehingga dapat dijadikan acuan pada tahap pengembangan selanjutnya. Hasil perancangan *flowchart* pada *game* edukasi RojoMath dapat dilihat pada Gambar 3.3.

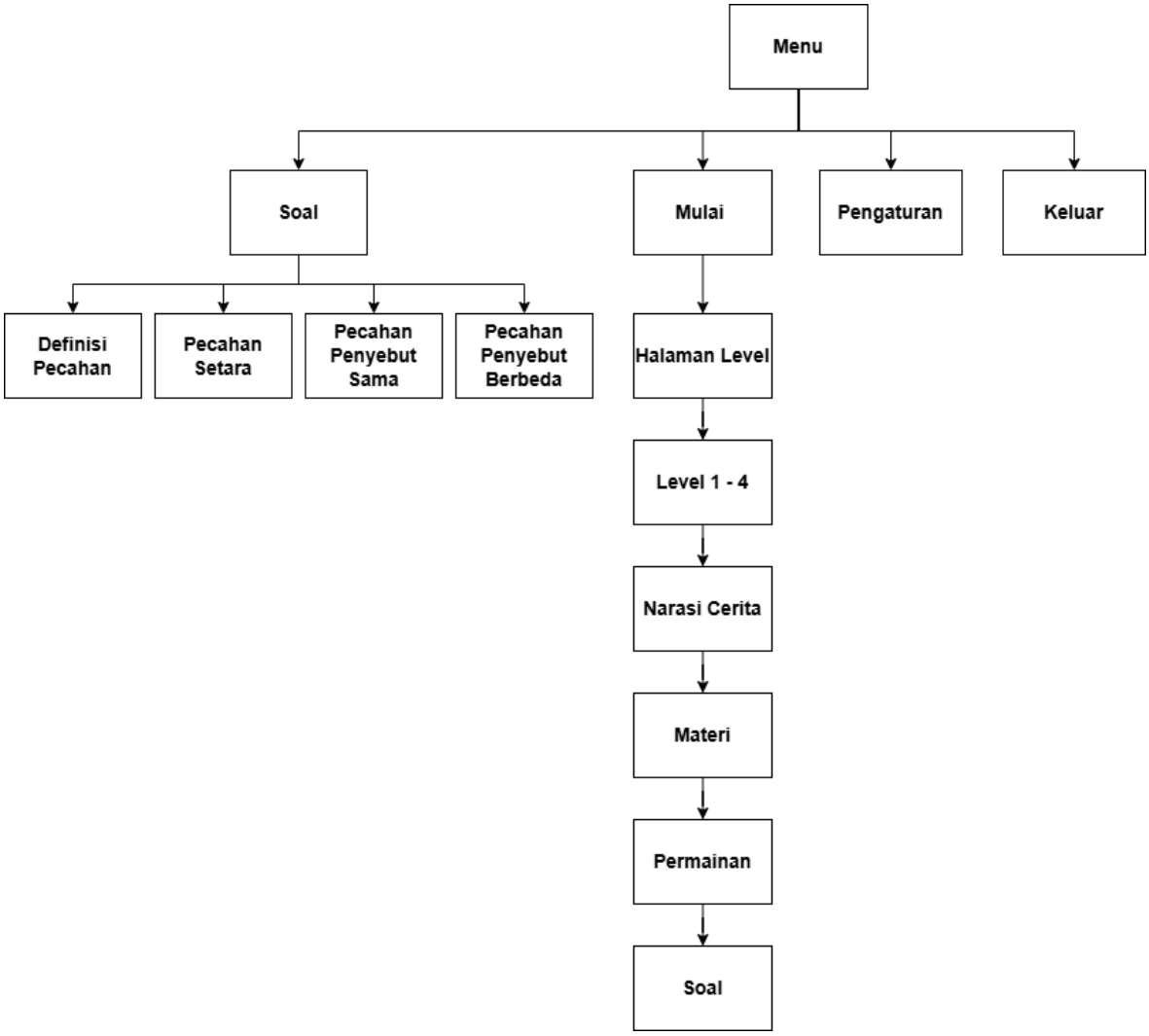


Gambar 3.3 *Flowchart Game*

Berdasarkan *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 3.3, alur permainan pada *game* edukasi RojoMath dimulai dari Halaman Menu Utama di mana pemain dapat memilih untuk mengakses soal pecahan secara langsung atau memulai permainan melalui Halaman Level. Setiap level diawali dengan narasi cerita Roro Jonggrang dan penyampaian materi pecahan, kemudian dilanjutkan dengan sesi *gameplay* pengumpulan batu sebanyak 10 buah. Setelah target terpenuhi, pemain diarahkan ke sesi soal dengan ketentuan menjawab 5 soal secara benar dalam waktu 3 menit dan nyawa minimal 3. Apabila pemain gagal memenuhi ketentuan tersebut, sistem menampilkan layar *Game Over*, sedangkan apabila berhasil, permainan berlanjut ke level berikutnya. Setelah keempat level diselesaikan, permainan ditutup dengan narasi penutup cerita.

3.2.3 Struktur Menu

Struktur menu merupakan rancangan yang menggambarkan susunan tampilan atau *scene* dalam suatu aplikasi maupun *game*, beserta keterkaitan antara satu tampilan dengan tampilan lainnya. Rancangan ini berfungsi sebagai acuan bagi pengembang dalam membangun alur navigasi, sekaligus memudahkan pengguna untuk memahami urutan serta perpindahan antar menu selama menggunakan aplikasi atau *game* tersebut. Pada bagian ini, struktur menu menggambarkan susunan tampilan *scene* yang terdapat pada *game* serta keterkaitan antar menu yang dibangun, sehingga pengguna dapat memahami alur navigasi yang akan dilalui selama memainkan *game* tersebut. Rancangan struktur menu pada *game* edukasi RojoMath dapat dilihat pada Gambar 3.4.

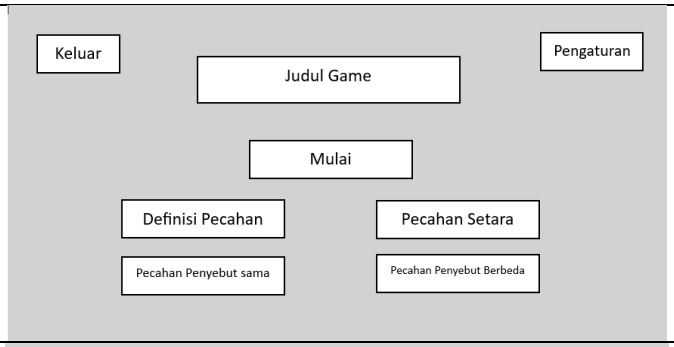
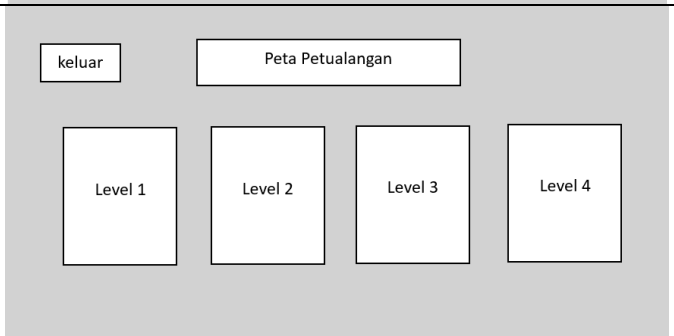
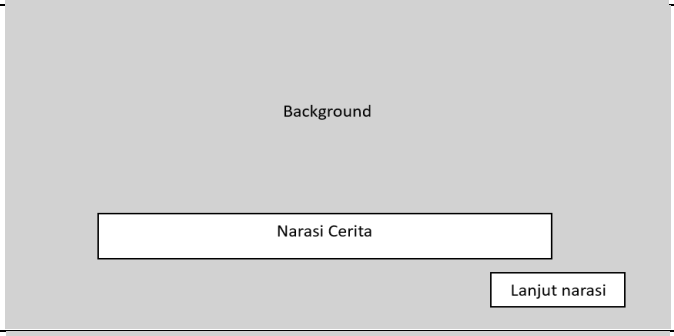
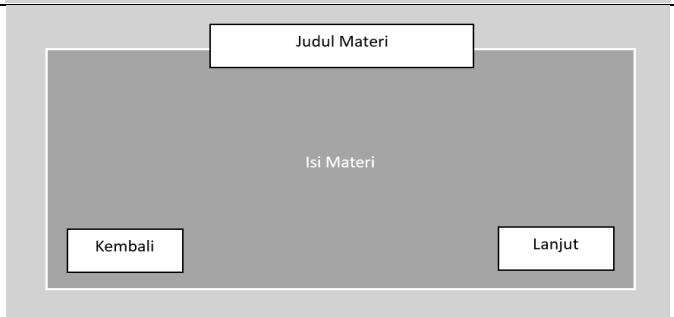
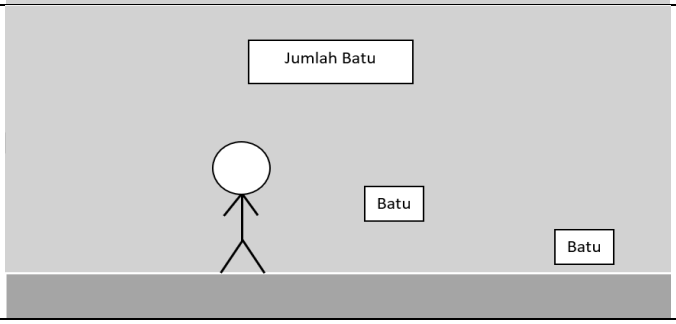


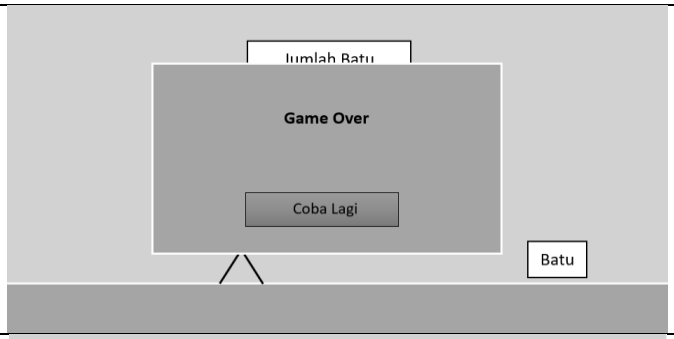
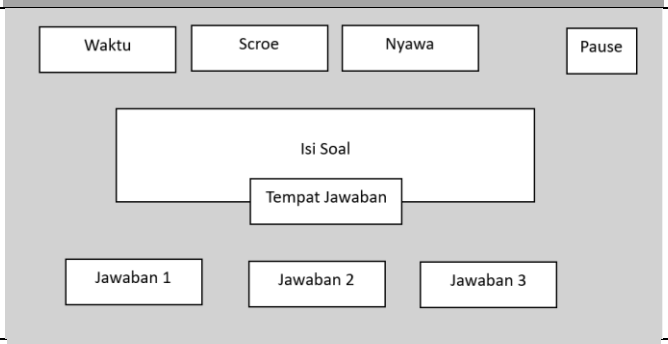
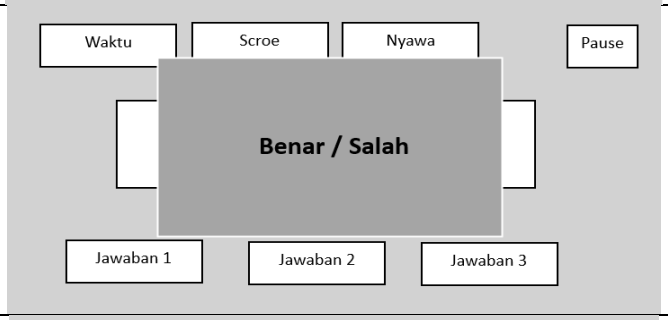
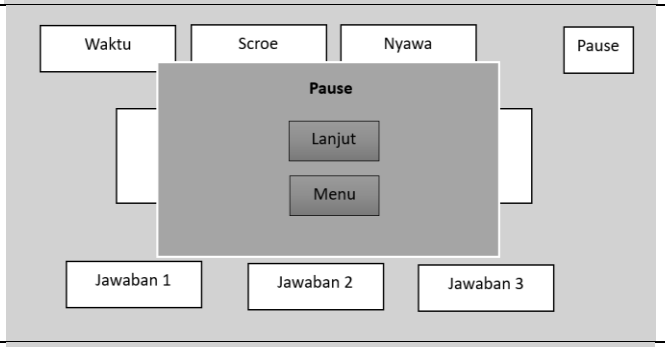
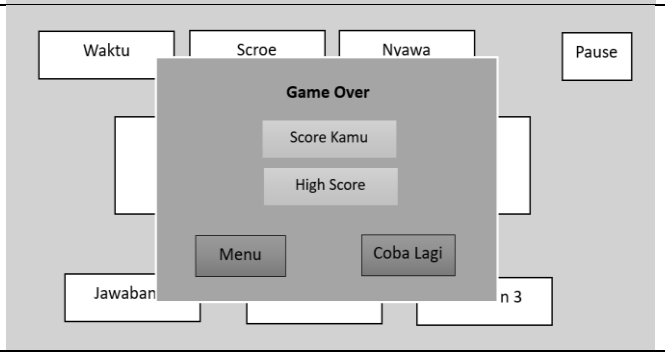
Gambar 3.4 Struktur Menu

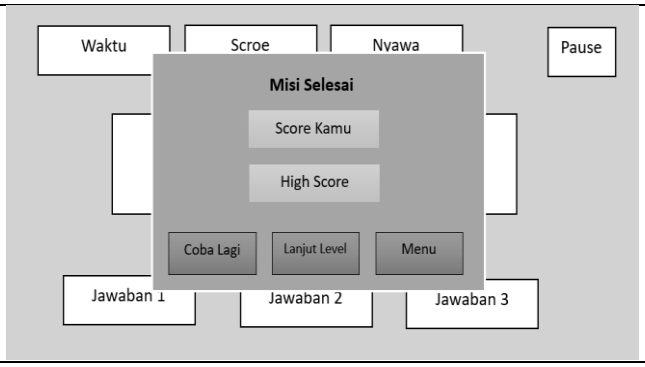
3.2.4 Rancangan Antarmuka

Rancangan antarmuka merupakan tahap perancangan tampilan visual yang menjadi penghubung antara pengguna dengan sistem, mencakup tata letak elemen, navigasi, serta interaksi yang akan ditemui pengguna selama menjalankan aplikasi atau *game*. Rancangan antarmuka bertujuan untuk merancang tampilan antarmuka *game* yang akan menjadi acuan dalam proses mengimplementasi, sehingga setiap elemen visual dan interaksi yang dibangun dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna serta meminimalkan terjadinya kendala pada tahap pengembangan selanjutnya. Perancangan ini juga mempertimbangkan kemudahan penggunaan (*usability*), khususnya karena pengguna utama *game* ini adalah siswa Sekolah Dasar, sehingga tampilan dirancang agar sederhana, mudah dipahami, dan tetap menarik secara visual. Rancangan antarmuka pada *game* edukasi RojoMath dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rancangan Antarmuka

No	Gambar	Keterangan
1		Halaman menu utama menampilkan Judul *Game* dan tombol navigasi seperti Mulai, Pengaturan, Keluar, dan navigasi langsung ke pilihan soal yang terdiri atas Definisi Pecahan, Pecahan Setara, Pecahan Penyebut Sama, Pecahan Penyebut Berbeda.
2		Halaman Level menampilkan judul "Peta Petualangan", tombol kembali menu utama, serta tombol pilihan level yang terdiri atas Level 1 (Definisi Pecahan), Level 2 (Pecahan Setara), Level 3 (Pecahan Penyebut Sama), Level 4 (Pecahan Penyebut Berbeda).
3		Halaman Narasi Cerita menampilkan *Background* Cerita, Kotak Narasi (tempat teks cerita), dan tombol Lanjut Narasi yang digunakan untuk berpindah ke bagian cerita berikutnya.
4		Halaman Materi menampilkan Judul Materi, Isi Materi, tombol Kembali untuk menuju halaman materi sebelumnya, dan tombol Lanjut untuk melanjutkan ke materi selanjutnya.
5		Halaman Permainan terdapat informasi Jumlah Batu yang telah dikumpulkan, Karakter yang dikendalikan oleh pemain, dan objek Batu yang menjadi bagian dari mekanisme permainan.

No	Gambar	Keterangan
6		Panel *Game Over* Permainan ditampilkan ketika Karakter terkena pohon dalam permainan.
7		Halaman Kuis menampilkan Informasi Waktu, *Score*, Jumlah Nyawa, Area Soal, Tempat Jawaban, Tiga Pilihan Jawaban, dan tombol *Pause* untuk menghentikan permainan sementara.
8		*Pop-up* Benar/Salah ditampilkan ketika pemain menjawab soal dengan benar maupun salah.
9		*Panel Pause* Kuis ditampilkan ketika pemain menekan tombol *Pause*.
10		*Panel Game Over* Kuis ditampilkan ketika pemain kehabisan nyawa atau kehabisan waktu dalam permainan.

No	Gambar	Keterangan
11		*Panel* Misi Selesai ditampilkan ketika pemain berhasil menjawab soal seluruh soal dan mencapai tujuan.

3.3 Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan proses penerapan dari hasil desain menjadi bentuk aplikasi nyata. Langkah yang dilakukan oleh peneliti pada tahap desain yaitu, melakukan pembuatan media pembelajaran *game* edukasi menggunakan aplikasi Unity dengan bahasa pemrograman C# (Darroini & Rahmawati, 2022). Proses pengembangan dilakukan dengan beberapa kegiatan, yaitu pembuatan *asset* visual, pembuatan tampilan setiap *scene*, serta pengkodean sistem permainan. Pengembangan dilakukan menggunakan Unity versi 2022.3.50f1 dengan target *platform* WebGL.

3.4 Implementasi

Tahap implementasi dilakukan setelah produk dikembangkan pada tahap sebelumnya. *Game* edukasi RojoMath yang telah dibangun kemudian di ekspor ke dalam format WebGL melalui fitur *Build Settings* pada aplikasi Unity, lalu dipublikasikan melalui *platform* itch.io agar dapat diakses secara daring melalui browser tanpa memerlukan proses instalasi pada perangkat pengguna. *Game* edukasi RojoMath yang telah dipublikasikan tersebut kemudian diserahkan dan diterapkan langsung kepada peserta didik sekolah dasar dalam bentuk kegiatan pembelajaran di kelas.

3.5 Evaluasi

Tahap terakhir dari metode ADDIE adalah evaluasi. Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai tingkat kelayakan, keefektifan, dan respon terhadap media berdasarkan hasil validasi, tes hasil belajar, dan respon siswa (Sukma et al., 2026). Evaluasi dilakukan berdasarkan temuan dari pengujian *black box testing*, data dari respon siswa, dan guru setelah menggunakan *game*. Pada tahap ini, penulis melakukan tiga jenis pengujian, yaitu pengujian *black box testing*, pengujian efektivitas, pengujian *usability testing*, serta pengujian angket respon guru. Melalui

tahap ini, *game* edukasi yang dihasilkan diharapkan benar-benar mampu mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sejak awal penelitian (Bukhori et al., 2026).

3.5.1 Pengujian Black Box Testing

Pengujian *Black Box Testing* adalah pengujian yang memverifikasi hasil eksekusi aplikasi berdasarkan masukan yang diberikan (data uji) untuk memastikan fungsional dari aplikasi sudah sesuai dengan persyaratan (*requirement*) (Mintarsih, 2023). Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fungsi dan fitur pada *game* edukasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Metode *Black Box Testing* dipilih karena berfokus pada pengujian *input* dan *output* sistem tanpa melihat kode program didalamnya. Pada tahap ini, setiap menu dan fitur diuji berdasarkan kesesuaian antara masukan yang diberikan dengan keluaran yang dihasilkan. Hasil pengujian ini digunakan untuk memastikan bahwa semua fitur berjalan dengan baik dan tidak terdapat kesalahan logika atau *bug* yang dapat mengganggu jalannya permainan. Berdasarkan konsep yang dipaparkan oleh Mintarsih (2023), pengujian ini secara operasional dibagi menjadi tiga tahapan utama, yakni: (1) penyusunan state transition berdasarkan alur sistem, (2) pembuatan skenario serta hasil pengujian, dan (3) penarikan kesimpulan. Pengujian *Black Box Testing* pada *game* edukasi matematika pecahan disajikan pada tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Pengujian *Black Box Testing*

No	Skenario	Hasil yang DIharapkan	Kesimpulan
1	User membuka aplikasi game	Halaman menu utama berhasil ditampilkan	
2	User menekan tombol Pengaturan	Halaman pengaturan berhasil ditampilkan	
3	User menekan tombol Keluar Game	Game berhasil ditutup	
4	User menekan tombol Pilihan Soal pada menu utama	Daftar soal (Definisi Pecahan, Pecahan Setara, Pecahan Penyebut Sama, Pecahan Penyebut Berbeda) berhasil ditampilkan	
5	User menekan tombol Mulai pada menu utama	Halaman level ditampilkan	
6	User mencoba mengakses Level 2 sebelum menyelesaikan Level 1	Level 2 masih terkunci dan tidak dapat diakses	
7	User memilih Level 1 (Definisi Pecahan)	Halaman narasi Level 1 ditampilkan	
8	User menekan tombol lanjut pada narasi Level 1	Halaman materi Definisi Pecahan ditampilkan	

No	Skenario	Hasil yang DIharapkan	Kesimpulan
9	User menyelesaikan materi Definisi Pecahan	Gameplay Level 1 ditampilkan	
10	User memainkan gameplay Level 1 hingga selesai	Halaman kuis Level 1 ditampilkan	
11	Karakter menabrak/terkena pohon saat gameplay berlangsung	Permainan diulang dari awal permainan gameplay ditampilkan	
12	User menjawab soal kuis dengan benar	Skor bertambah dan lanjut ke soal berikutnya	
13	User menjawab soal kuis salah sebanyak 3 kali	Panel Game Over ditampilkan	
14	User menjawab seluruh soal kuis dengan benar	Panel Lanjut Level ditampilkan	
15	User menekan tombol Coba Lagi pada panel Game Over	Permainan diulang dari awal kuis	
16	User menekan tombol Menu pada panel Game Over	User kembali ke halaman menu utama	
17	User menekan tombol Pause saat sesi kuis berlangsung	Panel Pause ditampilkan dan permainan berhenti sementara	
18	User menekan tombol Lanjut pada panel Pause	Panel Pause tertutup dan permainan kuis dilanjutkan kembali	
19	User menekan tombol Menu pada panel Pause	User kembali ke halaman menu utama	
20	User menyelesaikan kuis Level 1	Halaman level ditampilkan	
21	User memilih Level 2 (Pecahan Setara)	Halaman narasi Level 2 ditampilkan	
22	User menyelesaikan materi, gameplay, dan kuis Level 2	Halaman level ditampilkan	
23	User memilih Level 3 (Penyebut Sama)	Halaman narasi Level 3 ditampilkan	
24	User menyelesaikan materi, gameplay, dan kuis Level 3	Halaman level ditampilkan	
25	User memilih Level 4 (Penyebut Berbeda)	Halaman narasi Level 4 ditampilkan	
26	User menyelesaikan materi dan gameplay Level 4	Kuis Level 4 ditampilkan	
27	User menyelesaikan kuis Level 4	Narasi penutup berhasil ditampilkan	
28	User menekan tombol Selesai pada narasi penutup	Halaman level ditampilkan	
29	User menekan tombol Kembali pada halaman level	User berhasil kembali ke menu utama	

3.5.2 Pengujian Efektivitas

Pengujian efektivitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana media pembelajaran yang dikembangkan dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa. *Game* edukasi dapat dikatakan efektif apabila mampu meningkatkan pemahaman dan

hasil belajar siswa dibandingkan sebelum media tersebut digunakan. Untuk mengukur efektivitas *game* edukasi ini, diperoleh dari hasil signifikansi perbedaan antara nilai *pre-test* dan *post-test* (Zakyanto & Wintarti, 2022). *Pre-test* adalah desain eksperimen sederhana yang melibatkan satu kelompok subjek yang diberikan tes awal sebelum perlakuan, kemudian *post-test* atau tes akhir dilakukan setelah perlakuan berupa penggunaan media pembelajaran. Selisih antara skor *pre-test* dan *post-test* kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat efektivitas media.

Analisis peningkatan hasil belajar dilakukan dengan menggunakan rumus N-Gain (*Normalized Gain*) (Hake, 1998, dalam Wahab et al., 2021) Rumus N-Gain dirumuskan sebagai berikut:

$$\mathrm{N-Gain} = \frac{\text{Skor Post Test} - \text{Skor Pre Test}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Keterangan:

Skor Post-Test : Skor yang diperoleh siswa setelah menggunakan media pembelajaran.

Skor Pre-Test : Skor yang diperoleh siswa sebelum menggunakan media pembelajaran.

Skor Ideal : Skor maksimal yang mungkin diperoleh siswa dari instrumen tes yang digunakan.

Untuk Memperoleh nilai N-Gain secara keseluruhan pada penelitian yang melibatkan banyak responden, nilai *pre-test* dan *post-test* terlebih dahulu dihitung rata-ratanya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{\mathrm{N}}$$

Keterangan:

$\bar{X}$: Nilai rata-rata (Nilai *Pre-test / Post-test*).

$\sum X$: Total nilai responden (Nilai *Pre-test / Post-test*).

N : Jumlah responden.

Perhitungan N-Gain dalam penelitian ini berdasarkan pada pendekatan yang digunakan oleh Wahab et al. (2021), untuk mengetahui peningkatan hasil belajar berdasarkan skor *pre-test* dan *post-test*. Selanjutnya, nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* digunakan dalam perhitungan N-Gain secara keseluruhan.

Hasil perhitungan N-Gain yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori tertentu untuk menentukan tingkat efektivitas media pembelajaran. Kategori N-Gain yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi yang diadaptasi dari Wahab et al. (2021).

Tabel 3.5 Kategori Nilai N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0 < g < 0,3$	Rendah
$g \leq 0$	Gagal

Semakin tinggi nilai N-Gain yang diperoleh, semakin besar tingkat efektivitas media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Apabila nilai N-Gain rendah atau negatif (kategori "Gagal") mengindikasikan bahwa media pembelajaran belum memberikan dampak yang baik terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Evaluasi dan perbaikan lebih lanjut diperlukan terhadap *game* edukasi tersebut.

Instrumen yang digunakan dalam pengujian efektivitas ini berupa 10 butir soal *pre-test* dan *post-test* mengenai materi pecahan, yang disusun dalam tabel 3.6 berikut ini.

Tabel 3.6 Soal *Pre-test* dan *Post-test*

No	Pertanyaan	No	Pertanyaan
1	Perhatikan pecahan berikut: $\frac{3}{5}$ Angka 3 disebut .... A. Penyebut B. Garis Pecahan C. Pecahan D. Pembilang	6	Hitung hasil pengurangan berikut: $\frac{11}{12} - \frac{4}{12}$ Berapa hasil dari pengurangan diatas.... A. $\frac{15}{12}$ B. $\frac{5}{12}$ C. $\frac{8}{12}$ D. $\frac{7}{12}$
2	Seorang jin menggunakan 5 bagian dari 8 bagian batu. Pecahan yang menunjukkan batu yang digunakan adalah .... A. $\frac{8}{5}$ B. $\frac{5}{8}$	7	Bandung memasang $\frac{3}{4}$ bagian batu. Karena ada kesalahan, sebanyak $\frac{1}{8}$ bagian batu dibongkar kembali. Sisa batu yang digunakan adalah .... A. $\frac{4}{8}$

No	Pertanyaan	No	Pertanyaan
	C. $\frac{3}{8}$ D. $\frac{5}{3}$		B. $\frac{5}{8}$ C. $\frac{6}{8}$ D. $\frac{7}{8}$
3	Perhatikan pecahan berikut: $\frac{2}{3}$ Berapa pecahan setaranya.... A. $\frac{3}{5}$ B. $\frac{4}{6}$ C. $\frac{5}{8}$ D. $\frac{2}{5}$	8	Hitung hasil penjumlahan berikut: $\frac{2}{3} + \frac{1}{6}$ Berapa hasil dari penjumlahan diatas…. A. $\frac{2}{6}$ B. $\frac{3}{6}$ C. $\frac{5}{6}$ D. $\frac{6}{6}$
4	Bandung menggunakan 2 dari 4 bagian batu. Jika batu dibagi menjadi 8 bagian yang sama besar, maka pecahan setaranya adalah .... A. $\frac{2}{8}$ B. $\frac{3}{8}$ C. $\frac{4}{8}$ D. $\frac{6}{8}$	9	Langkah pertama untuk menjumlahkan pecahan yang penyebutnya berbeda adalah .... A. Menyamakan penyebut B. Mengurangi penyebut C. Menjumlahkan pembilang D. Mengalikan pembilang
5	Hitung hasil penjumlahan berikut: $\frac{2}{9} + \frac{5}{9}$ Berapa hasil dari penjumlahan diatas.... A. $\frac{7}{9}$	10	Hitung hasil pengurangan berikut: $\frac{5}{8} - \frac{1}{4}$ Berapa hasil dari pengurangan diatas....

No	Pertanyaan	No	Pertanyaan
	B. $\frac{7}{18}$ C. $\frac{3}{9}$ D. $\frac{5}{18}$		A. $\frac{1}{8}$ B. $\frac{2}{8}$ C. $\frac{4}{8}$ D. $\frac{3}{8}$

Pelaksanaan pengujian efektivitas dilakukan dengan memberikan soal *pre-test* kepada siswa sebelum mereka menggunakan media pembelajaran, kemudian siswa diberi kesempatan untuk menggunakan media pembelajaran yang telah dikembangkan dalam kurun waktu tertentu. Setelah itu, siswa diberikan soal *post-test* dengan butir soal yang sama atau setara untuk mengukur perubahan pemahaman yang terjadi. Data skor *pre-test* dan *post-test* dari seluruh siswa selanjutnya dihitung nilai N-Gain-nya secara individual maupun rata-rata kelas, kemudian diinterpretasikan berdasarkan tabel kategori di atas untuk menarik kesimpulan mengenai tingkat efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan.

3.5.3 Pengujian Usability Testing

Usability testing merupakan proses untuk mengevaluasi tampilan antarmuka terhadap produk aplikasi agar pengguna dapat dengan mudah menggunakan (Dianta et al, 2023). Pengujian *user usability* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, kemenarikan tampilan, serta kepuasan pengguna terhadap *game* edukasi RojoMath. Pengujian ini melibatkan siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo sebagai responden utama. Instrumen yang digunakan berupa angket respon siswa yang terdiri dari dua aspek penilaian, yaitu aspek desain visual dan kepuasan (*satisfaction*) .

Skala penilaian yang digunakan dalam angket mengacu pada *Skala Likert* dengan rentang skor 1 hingga 5. Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial (Sugiyono, 2019). Penilaian *skala likert* dalam penelitian ini diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori pada Tabel 3.7 berikut ini.

Tabel 3.7 Rentang *Skala Likert*

Kategori	Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Netral	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rentang skor 1 sampai 5. Sebelum dilakukan perhitungan persentase, skor mentah tersebut terlebih dahulu dikonversi ke dalam rentang 0 sampai 4 dengan cara mengurangi setiap skor sebesar 1.

Data yang terkumpul kemudian dihitung persentasenya menggunakan rumus berikut ini (Antawinata et al., 2026).

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{f}}{\mathrm{N}} x100\%$$

Keterangan:

P = Nilai akhir

f = Jumlah skor yang diperoleh (setelah dikonversi ke rentang 0-4)

N = Jumlah skor ideal tertinggi, yaitu jumlah responden dikalikan jumlah butir pernyataan dikalikan skor maksimal.

Hasil perhitungan persentase tersebut selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.8 kriteria kelayakan berikut ini.

Tabel 3.8 Kriteria Persentase Kelayakan Produk

Interval	Kategori
<21%	Sangat Tidak Layak
21%-40%	Tidak Layak
41%-60%	Cukup Layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 3.8 hasil penilaian diinterpretasikan ke dalam lima kategori dengan rentang persentase yang telah ditentukan. Semakin tinggi persentase yang diperoleh, maka semakin positif respon pengguna terhadap *game* edukasi RojoMath. Angket respon siswa selanjutnya disusun berdasarkan dua aspek penilaian sebagaimana diuraikan berikut ini.

A. Aspek Desain Visual

Aspek desain visual mencakup penilaian terhadap tampilan antarmuka *game*, kesesuaian warna, keterbacaan teks, serta kejelasan gambar dan animasi yang digunakan dalam *game* edukasi RojoMath. Aspek ini dinilai untuk mengetahui apakah tampilan *game* sudah menarik dan sesuai dengan karakteristik siswa kelas 4 Sekolah Dasar. Jenis pertanyaan yang dibuat seperti, tampilan visual seperti teks dan tombol apakah mudah dicari atau terbaca oleh pengguna (Dianta et al., 2023). Instrumen penilaian aspek desain visual dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut ini.

Tabel 3.9 Angket Respon Siswa Aspek Desain Visual

No	Pertanyaan	Sangat Setuju	Setuju	Ragu-Ragu	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Tampilan awal game RojoMath terlihat menarik.					
2	Warna yang digunakan dalam game terlihat menarik dan menyenangkan.					
3	Tombol-Tombol pada game mudah dilihat dan ditekan.					
4	Tulisan pada game mudah dibaca.					
5	Tampilan level pada game mudah dipahami.					
6	Tampilan cerita Roro Jonggrang pada game terlihat menarik.					
7	Gambar pada cerita Roro Jonggrang membantu saya memahami jalan/alur cerita.					
8	Gambar batu pecahan dan objek permainan terlihat jelas.					
9	Tampilan soal pecahan terlihat rapi dan mudah dibaca.					
10	Secara keseluruhan tampilan game RojoMath menarik untuk dimainkan.					

Berdasarkan Tabel 3.9, angket aspek desain visual terdiri dari sepuluh butir pernyataan yang mencakup penilaian terhadap kemenarikan tampilan, kesesuaian warna, kejelasan gambar dan animasi, serta keterbacaan tulisan dalam *game*. Hasil pengisian angket oleh siswa selanjutnya akan direkap dan dihitung persentasenya untuk menentukan tingkat kelayakan *game* dari sisi tampilan visual.

B. Aspek Kepuasan (*Satisfaction*)

Aspek kepuasan mencakup penilaian terhadap pengalaman pengguna secara keseluruhan selama memainkan *game* edukasi RojoMath. Aspek ini meliputi kesenangan, motivasi belajar, serta keinginan untuk menggunakan *game* kembali. Aspek Kepuasan (*Satisfaction*) digunakan untuk mengukur seberapa tinggi tingkat kepuasan pengguna setelah memainkan suatu game (Dianta et al., 2023). Aspek ini dinilai untuk mengetahui sejauh mana *game* mampu memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna bagi siswa. Instrumen penilaian aspek kepuasan dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut ini.

Tabel 3.10 Angket Respon Siswa Aspek Kepuasan

No	Pertanyaan	Sangat Setuju	Setuju	Ragu-Ragu	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Aku merasa senang saat bermain game RojoMath.					
2	Aku merasa tertantang untuk menyelesaikan setiap level dalam game.					
3	Cerita Roro Jonggrang membuat permainan menjadi lebih menarik.					
4	Materi yang ada dalam game membantu aku belajar pecahan dengan lebih menyenangkan.					
5	Aku senang permainan mengumpulkan batu sebelum menjawab soal.					
6	Aku merasa senang saat berhasil menjawab soal pecahan dengan benar.					
7	Saya merasa senang ketika memperoleh skor tertinggi dalam permainan.					
8	Aku merasa senang ketika berhasil membuka level berikutnya.					
9	Setelah bermain RojoMath, aku menjadi lebih semangat belajar matematika pecahan.					
10	Secara keseluruhan, aku puas bermain game RojoMath.					

Berdasarkan Tabel 3.10, angket aspek kepuasan terdiri dari sepuluh butir pernyataan yang mencakup penilaian terhadap kesenangan, motivasi belajar, keinginan menggunakan kembali, serta perbandingan pengalaman belajar antara menggunakan *game* dan buku. Hasil

rekapitulasi angket respon siswa dari kedua aspek tersebut kemudian dihitung persentasenya secara keseluruhan dan diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.8 untuk menarik kesimpulan mengenai tingkat *usability game* edukasi RojoMath.

3.5.4 Angket Respon Guru

Penilaian terhadap *game* edukasi RojoMath juga diperoleh dari guru selaku pendidik yang memiliki pemahaman terhadap kurikulum dan kebutuhan pembelajaran siswa. Angket respon guru bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan kepraktisan *game* sebagai media pembelajaran matematika pecahan ditinjau dari sudut pandang pendidik sebagai praktisi di lapangan (Anggarika, dkk., 2024). Instrumen angket respon guru disusun menggunakan *Skala Likert* dengan rentang skor 1 hingga 5. Klasifikasi penilaian *Skala Likert* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Rentang *Skala Likert*

Kategori	Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Netral	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rentang skor 1 sampai 5. Sebelum dilakukan perhitungan persentase, skor mentah tersebut terlebih dahulu dikonversi ke dalam rentang 0 sampai 4 dengan cara mengurangi setiap skor sebesar 1.

Data yang terkumpul dari angket respon guru kemudian dihitung persentasenya menggunakan rumus berikut ini:

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{f}}{\mathrm{N}} x100\%$$

Keterangan:

P = Nilai akhir

f = Jumlah skor yang diperoleh (setelah dikonversi ke rentang 0-4)

N = Jumlah skor ideal tertinggi, yaitu jumlah responden dikalikan jumlah butir pernyataan dikalikan skor maksimal.

Tabel 3.12 Kriteria Persentase Kelayakan Produk

Interval	Kategori
<21%	Sangat Tidak Layak
21%-40%	Tidak Layak
41%-60%	Cukup Layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 3.12, hasil penilaian angket respon guru diinterpretasikan ke dalam lima kategori dengan rentang persentase yang telah ditentukan. Semakin tinggi persentase yang diperoleh, maka semakin positif penilaian guru terhadap kelayakan *game* edukasi RojoMath sebagai media pembelajaran matematika pecahan di sekolah dasar. Angket respon guru disusun berdasarkan dua aspek penilaian sebagaimana diuraikan berikut ini.

A. Aspek Desain Visual

Aspek Desain Visual terdiri dari lima butir pernyataan yang berkaitan dengan tampilan *game* RojoMath ditinjau dari sudut pandang guru. Penilaian pada aspek ini meliputi kemudahan navigasi menu utama dan pemilihan level bagi siswa, kemenarikan desain karakter serta ilustrasi cerita Roro Jonggrang yang dinilai kesesuaiannya dengan usia siswa sekolah dasar, kejelasan penyajian materi pecahan melalui teks dan gambar, serta keterbacaan tampilan soal dan pilihan jawaban. Aspek ini juga menilai keselarasan pemilihan warna, ikon, animasi, dan tata letak secara keseluruhan sebagai media pembelajaran matematika pecahan. Instrumen penilaian aspek desain visual dapat dilihat pada Tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13 Angket Respon Guru Aspek Desain Visual

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
1	Tampilan menu utama, pemilihan level, dan navigasi permainan mudah dipahami oleh siswa.					
2	Desain karakter dan ilustrasi pada cerita Roro Jonggrang menarik serta sesuai dengan usia siswa sekolah dasar.					
3	Penyajian materi pecahan melalui teks, gambar batu pecahan, dan contoh soal terlihat jelas dan mudah dipahami siswa.					
4	Tampilan soal dan pilihan jawaban disajikan dengan jelas sehingga mudah dibaca dan dipahami oleh siswa.					
5	Pemilihan warna, ikon, animasi, dan tata letak game RojoMath terlihat menarik dan sesuai sebagai media pembelajaran matematika pecahan.					

Berdasarkan Tabel 3.13, angket aspek desain visual untuk guru terdiri dari lima butir pernyataan yang mencakup penilaian terhadap kemudahan navigasi, kesesuaian ilustrasi cerita, kejelasan penyajian materi dan soal, serta keselarasan elemen visual secara keseluruhan. Hasil penilaian guru pada aspek ini digunakan untuk mengevaluasi apakah tampilan *game* RojoMath telah memenuhi standar visual yang layak digunakan sebagai media pembelajaran di kelas.

B. Aspek Kepuasan (*Satisfaction*)

Aspek Kepuasan terdiri dari lima butir pernyataan yang berfokus pada penilaian guru terhadap pengalaman belajar siswa selama menggunakan *game* RojoMath. Penilaian mencakup kemampuan alur permainan dalam menarik minat belajar siswa, efektivitas kombinasi cerita, materi, dan latihan soal dalam menciptakan pembelajaran yang lebih menarik, serta sejauh mana *game* ini dinilai mampu membantu siswa memahami konsep pecahan dengan cara yang menyenangkan. Selain itu, guru juga menilai sistem level bertahap dalam mendorong motivasi siswa menyelesaikan setiap materi, serta kelayakan *game* RojoMath secara keseluruhan sebagai media pembelajaran matematika pecahan di sekolah dasar. Instrumen penilaian aspek kepuasan dapat dilihat pada Tabel 3.14 berikut ini.

Tabel 3.14 Angket Respon Guru Aspek Kepuasan

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
1	Alur permainan pada game RojoMath mampu menarik minat siswa untuk belajar materi pecahan.					
2	Kombinasi antara cerita, materi, permainan, dan latihan soal membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik.					
3	Game RojoMath membantu siswa memahami konsep pecahan dengan cara yang lebih menyenangkan.					
4	Sistem level yang terbuka secara bertahap dapat meningkatkan motivasi siswa untuk menyelesaikan setiap materi pembelajaran.					
5	Game RojoMath layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika pada materi pecahan di sekolah dasar.					

Berdasarkan Tabel 3.14, angket aspek kepuasan untuk guru terdiri dari lima butir pernyataan yang mencakup penilaian terhadap peningkatan minat belajar siswa, efektivitas

kombinasi konten *game*, kemampuan *game* dalam membangun pemahaman konsep pecahan, dorongan motivasi melalui sistem level, serta kelayakan *game* secara keseluruhan. Hasil rekapitulasi angket respon guru dari kedua aspek tersebut kemudian dihitung persentasenya dan diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.12 untuk menarik kesimpulan mengenai kelayakan *game* edukasi RojoMath sebagai media pembelajaran matematika pecahan di kelas 4 Sekolah Dasar.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan hasil implementasi dari tahap desain yang telah dirancang sebelumnya. Tahap ini dilakukan menggunakan bantuan *software* Unity dengan bahasa pemrograman C#. Hasil dari proses pengembangan tersebut diuraikan dalam bentuk aset visual, tampilan setiap *scene game*, serta implementasi sistem permainan.

4.1.1 Hasil Aset Visual

Aset visual merupakan kumpulan elemen grafis yang digunakan dalam pembangunan *game*, meliputi karakter, tombol, objek pendukung permainan, batu pecahan, serta latar (*background*) pada setiap *scene*. Aset-aset tersebut dirancang dan disesuaikan dengan tema cerita rakyat Roro Jonggrang serta karakteristik siswa Sekolah Dasar (SD) agar tampilan *game* terlihat menarik dan mudah dipahami. Rincian aset visual yang digunakan dalam *game* disajikan dalam bentuk tabel dan gambar pada uraian berikut.

Tabel 4.1 *Asset* Karakter

Gambar	Keterangan
	Karakter Bandung Bondowoso merupakan tokoh utama dalam permainan. Karakter ini memiliki peran untuk menyelesaikan misi pembangunan 1.000 candi sebagai syarat yang diberikan oleh Roro Jonggrang.
	Karakter Roro Jonggrang merupakan tokoh yang berperan dalam penyampaian alur cerita dengan memberikan syarat kepada Bandung Bondowoso untuk membangun 1.000 candi dalam satu malam.

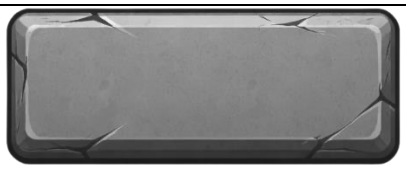
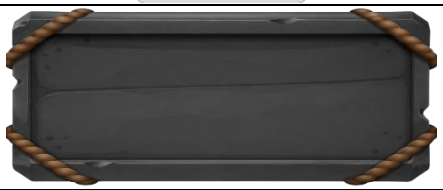
Gambar	Keterangan
	Karakter Jin merupakan tokoh pendukung yang membantu Bandung Bondowoso dalam proses pembangunan candi sesuai dengan alur cerita legenda Roro Jonggrang.
	Animasi Bandung Bondowoso digunakan untuk menampilkan gerakan berlari pada karakter utama selama *gameplay* sehingga pergerakan karakter terlihat lebih realistis dan sesuai dengan mekanisme permainan.

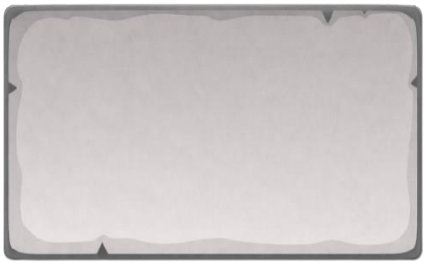
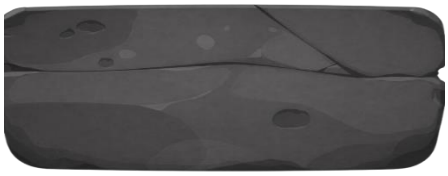
Tabel 4.2 *Asset* Tombol

Gambar	Keterangan
	Tombol setting berfungsi untuk mengatur tingkat volume suara permainan dan informasi mengenai *game*.
	Tombol *back* (keluar) berfungsi untuk kembali ke halaman sebelumnya.
	Tombol *next* (lanjut) berfungsi untuk melanjutkan permainan ke level berikutnya.
	Tombol *play* (mulai) berfungsi untuk melanjutkan permainan
	Tombol *home* berfungsi untuk mengarahkan pemain ke halaman level

Gambar	Keterangan
	Tombol coba lagi berfungsi untuk mengulang kembali pengerjaan soal.
	Tombol *pause* berfungsi untuk menghentikan sementara pengerjaan soal.

Tabel 4.3 *Asset* Objek

Gambar	Keterangan
	*Asset* Burung berfungsi sebagai elemen animasi bergerak pada halaman menu utama untuk memberikan kesan tampilan yang lebih menarik.
	*Asset* Awan berfungsi sebagai elemen animasi bergerak pada halaman menu utama untuk memberikan kesan tampilan yang lebih menarik.
	*Asset* Papan Batu Tombol berfungsi sebagaidesain tombol yang digunakan pada halaman menu utama.
	*Asset* Kunci Level pada *game* berfungsi sebagai indikator bahwa level tersebut masih terkunci dan belum dapat diakses oleh pemain.
	*Asset* Papan Batu berfungsi sebagai media untuk menampilkan judul materi, *timer*, skor, dan indikator nyawa pada halaman kuis.
	*Asset* Papan Putih berfungsi sebagai media untuk menampilkan teks narasi cerita.
	*Asset* Papan Merah berfungsi sebagai tombol untuk melanjutkan narasi cerita ke halaman berikutnya.

Gambar	Keterangan
	*Asset* Papan Batu Materi berfungsi sebagai media untuk menyajikan materi pembelajaran pecahan kepada pemain.
	*Asset* Papan Batu berfungsi sebagai tombol navigasi kembali dan lanjut pada halaman materi, serta sebagai tempat untuk pilihan jawaban dan area penempatan jawaban (*drop area*) pada halaman kuis.
	*Asset* Papan Batu *Pop-up* berfungsi sebagai tampilan *pop-up* yang memberikan informasi mengenai jawaban benar atau salah.
	*Asset* Batu berfungsi sebagai objek yang harus dikumpulkan oleh pemain selama *gameplay* berlangsung
	*Asset* Tangkai Pohon berfungsi sebagai rintangan yang harus dihindari oleh pemain selama *gameplay.*
	*Asset* Papan Batu Soal berfungsi sebagai media untuk menampilkan soal-soal pada halaman kuis.
	Asset Papan Batu Score berfungsi sebagai media untuk menampilkan skor pada *pop-up game over* dan *misi selesai.*

Gambar	Keterangan
	*Asset Love* berfungsi sebagai indikator jumlah nyawa yang dimiliki pemain pada halaman kuis.
	*Asset Ground* berfungsi sebagai latar atau permukaan tanah pada area *gameplay*.

Tabel 4.4 *Asset* Batu Pecahan

Gambar	Keterangan
	*Asset* batu pecahan $\frac{1}{1}$, berfungsi sebagai representasi visual dari pecahan $\frac{1}{1}$ yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pecahan pada materi dan kuis dalam permainan.
	*Asset* batu pecahan $\frac{2}{2}$, berfungsi sebagai representasi visual dari pecahan $\frac{2}{2}$ yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pecahan pada materi dan kuis.
	*Asset* batu pecahan $\frac{1}{2}$, berfungsi sebagai representasi visual dari pecahan $\frac{1}{2}$ yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pecahan pada materi dan kuis.
	*Asset* batu pecahan $\frac{2}{4}$, berfungsi sebagai representasi visual dari pecahan $\frac{2}{4}$ yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pecahan pada materi dan kuis.

Gambar	Keterangan
	*Asset* batu pecahan $\frac{3}{5}$, berfungsi sebagai representasi visual dari pecahan $\frac{3}{5}$ yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pecahan pada materi dan kuis.

Tabel 4.5 *Asset Background*

Gambar	Keterangan
	*Background* halaman menu utama.
	*Background* halaman narasi cerita.
	*Background* halaman Level 1.

Gambar	Keterangan
	*Background* halaman Level 2.
	*Background* halaman Level 3.
	*Background* halaman Level 4.
	*Background* halaman penutup narasi cerita.

4.1.2 Hasil Tampilan *Game*

Hasil tampilan *game* merupakan gambaran visual dari setiap *scene* yang telah dibangun pada *game* sesuai dengan rancangan yang dibuat pada tahap desain. Setiap *scene* memiliki fungsi dan tampilan yang berbeda sesuai dengan alur permainan, mulai dari menu utama,

pengaturan, narasi cerita, materi pembelajaran, permainan, hingga kuis. Berikut merupakan hasil tampilan dari masing-masing *scene* yang terdapat pada *game* RojoMath.

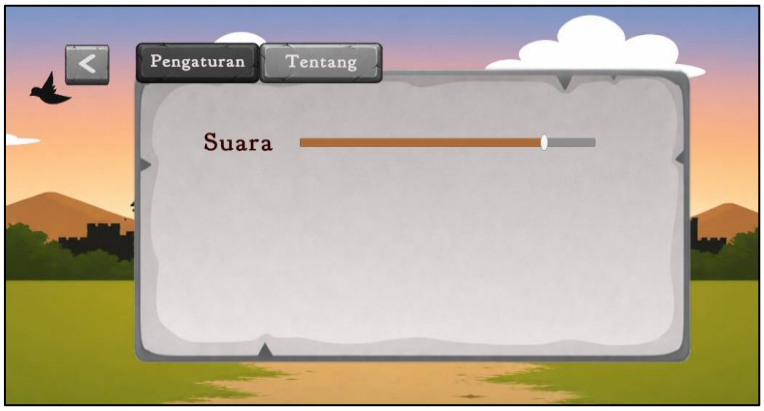
A. *Scene* Menu Utama



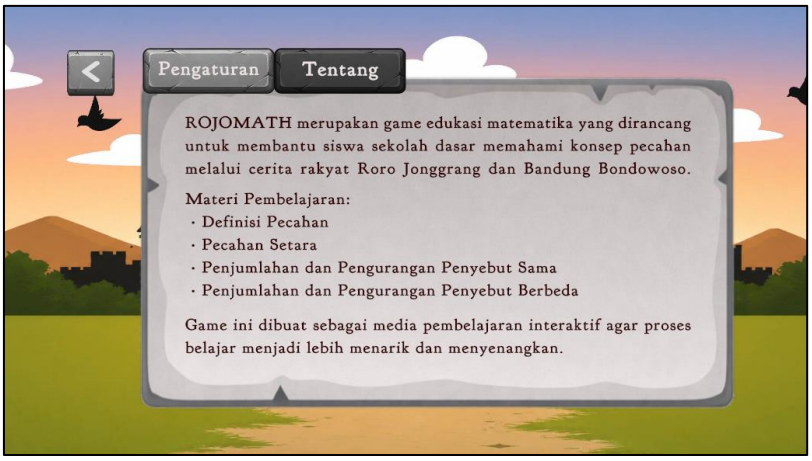
Gambar 4.1 Tampilan Scene Menu Utama

Scene ini menampilkan halaman menu utama yang ditampilkan pertama kali ketika membuka *game* RojoMath. Pada halaman menu utama ini terdapat beberapa tombol yaitu tombol Mulai, tombol Pengaturan, tombol Keluar Permainan, serta tombol Soal Pecahan yang mencakup empat materi, meliputi Definisi Pecahan, Pecahan Setara, Pecahan Penyebut Sama, Pecahan Penyebut Berbeda. Melalui halaman ini, pemain dapat langsung memulai permainan dengan menjawab soal tanpa membuka *scene* cerita, scene materi, dan *scene* permainan. Hasil akhir dari tampilan halaman menu utama ditunjukkan pada Gambar 4.1.

B. *Scene* Pengaturan



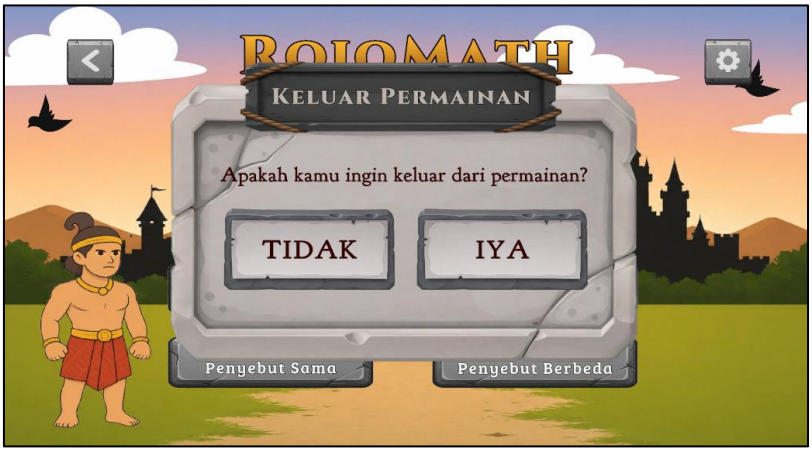
Gambar 4.2 Tampilan *Scene* Pengaturan



Gambar 4.3 Tampilan *Scene* Tentang *Game*

Scene ini menampilkan panel pengaturan yang muncul ketika pemain menekan tombol Pengaturan pada halaman menu utama. Pada *panel* pengaturan terdapat dua halaman yang berbeda. Ketika pemain memilih tombol Pengaturan, maka tampilan yang muncul adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, sedangkan ketika pemain memilih tombol Tentang, maka tampilan yang muncul adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

C. *Scene* Keluar Permainan



Gambar 4.4 Tampilan *Scene* Keluar Permainan

Scene ini menampilkan panel keluar permainan yang muncul ketika pemain menekan tombol Keluar pada halaman menu utama. Pada *panel* keluar permainan terdapat dua pilihan tombol sebagai konfirmasi. Apabila pemain memilih tombol "TIDAK", maka pemain akan tetap berada pada halaman menu utama dan permainan dapat dilanjutkan, dan apabila pemain

memilih tombol "IYA", maka pemain akan keluar dari *game* RojoMath. Hasil akhir dari tampilan *panel* keluar permainan ditunjukkan pada Gambar 4.4.

D. *Scene* Soal



Gambar 4.5 Tampilan *Scene* Soal Menu Utama

Scene ini menampilkan halaman soal pecahan yang muncul ketika pemain menekan salah satu tombol soal pada halaman menu utama, yaitu tombol Definisi Pecahan, Pecahan Setara, Pecahan Penyebut Sama, dan Pecahan Penyebut Berbeda. Pada halaman soal ini ditampilkan soal pecahan, tiga pilihan jawaban, tempat jawaban, informasi waktu, *score*, jumlah nyawa, dan tombol *pause*. Hasil akhir dari tampilan halaman soal ditunjukkan pada Gambar 4.5.

E. *Scene* Level



Gambar 4.6 Tampilan *Scene* Level

Scene ini menampilkan halaman level yang muncul ketika pemain menekan tombol Mulai pada halaman menu utama. Pada halaman level terdapat tombol Keluar serta empat pilihan level yang masing-masing memuat materi yang berbeda, yaitu Level 1 tentang Definisi Pecahan, Level 2 tentang Pecahan Setara, Level 3 tentang Pecahan Penyebut Sama, dan Level 4 tentang Pecahan Penyebut Berbeda. Hasil akhir dari tampilan halaman level ditunjukkan pada Gambar 4.6.

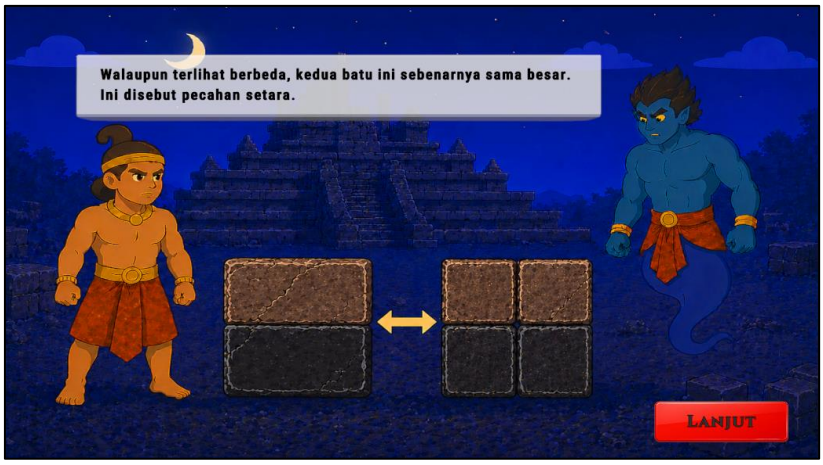
F. *Scene* Narasi Cerita



Gambar 4.7 Tampilan *Scene* Narasi Cerita Pembuka



Gambar 4.8 Tampilan *Scene* Narasi Materi Definisi Pecahan



Gambar 4.9 Tampilan *Scene* Narasi Materi Pecahan Setara



Gambar 4.10 Tampilan *Scene* Narasi Materi Penyebut Sama

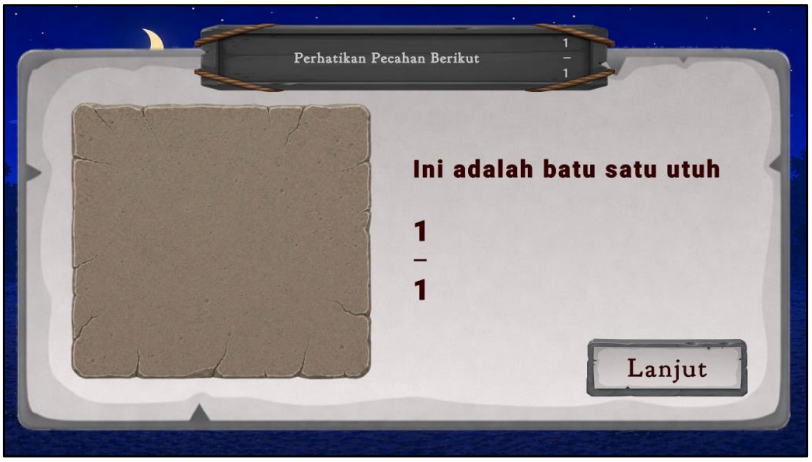


Gambar 4.11 Tampilan *Scene* Narasi Materi Penyebut Berbeda

Scene ini menampilkan halaman narasi cerita yang muncul ketika pemain menekan tombol Level 1, Level 2, Level 3, dan Level 4 pada halaman level. Pada halaman narasi cerita terdapat teks narasi cerita dan tombol Lanjut. Pada Gambar 4.7 menampilkan cerita pembuka yang

merupakan bagian awal dari kisah Roro Jonggrang. Pada Gambar 4.8 menampilkan teks narasi cerita yang terdapat pada Level 1. Pada Gambar 4.9 menampilkan teks narasi cerita yang terdapat pada Level 2. Pada Gambar 4.10 menampilkan teks narasi cerita yang terdapat pada Level 3. Pada Gambar 4.11 menampilkan teks narasi cerita yang terdapat pada Level 4.

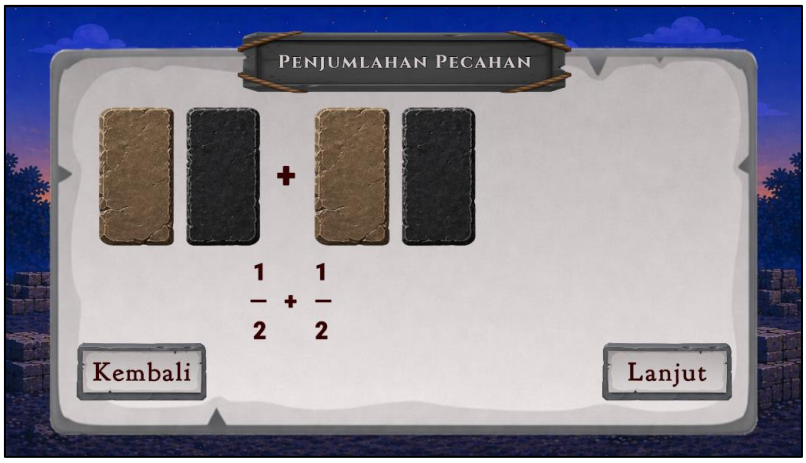
G. *Scene* Materi



Gambar 4.12 Tampilan *Scene* Materi Definisi Pecahan



Gambar 4.13 Tampilan *Scene* Materi Pecahan Setara



Gambar 4.14 Tampilan *Scene* Materi Penyebut Sama



Gambar 4.15 Tampilan *Scene* Narasi Materi Penyebut Berbeda

Scene ini menampilkan halaman materi yang muncul ketika pemain telah menyelesaikan narasi cerita pada halaman narasi cerita. Pada halaman materi terdapat teks dan gambar batu pecahan yang menjelaskan materi pecahan sesuai dengan materi pada masing-masing level , tombol Kembali, serta tombol Lanjut. Pada Gambar 4.12 menampilkan materi Definisi Pecahan yang terdapat pada Level 1. Pada Gambar 4.13 menampilkan materi Pecahan Setara yang terdapat pada Level 2. Pada Gambar 4.14 menampilkan materi Pecahan Penyebut Sama yang terdapat pada Level 3. Pada Gambar 4.15 menampilkan materi Pecahan Penyebut Berbeda yang terdapat pada Level 4.

H. *Scene* Permainan



Gambar 4.16 Tampilan *Scene* Permainan

Scene ini menampilkan halaman permainan yang muncul ketika pemain telah menyelesaikan materi pecahan pada halaman materi. Pada halaman permainan terdapat *panel* jumlah batu yang menunjukkan batu yang harus dikumpulkan, karakter Bandung Bondowoso sebagai tokoh utama yang dikendalikan oleh pemain, batu sebagai objek yang harus dikumpulkan, serta tangkai pohon sebagai rintangan yang harus dilewati oleh pemain. Hasil akhir dari tampilan halaman permainan ditunjukkan pada Gambar 4.16.

I. *Scene Game Over* Permainan

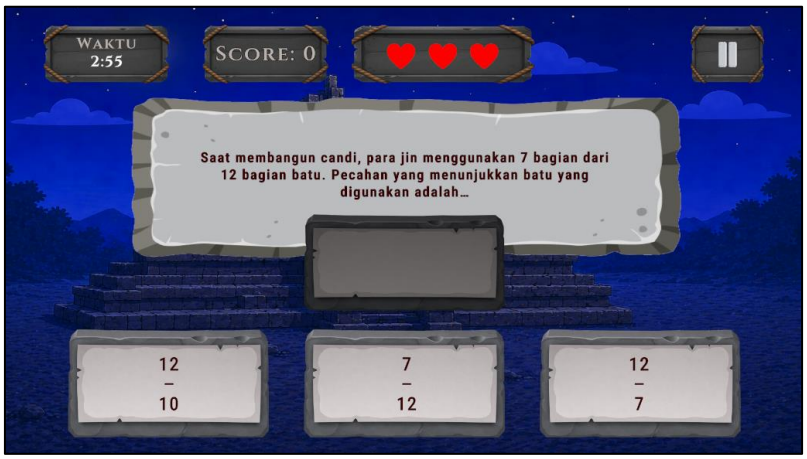


Gambar 4.17 Tampilan *Scene Game Over* Permainan

Scene ini menampilkan *pop-up game over* yang muncul ketika pemain gagal menyelesaikan permainan, baik karena tidak berhasil mengumpulkan batu maupun karena terkena tangkai pohon pada halaman permainan. Pada pop-up *game* over terdapat teks "*GAME*

OVER" dan tombol Ulangi untuk mengulang kembali permainan. Hasil akhir dari tampilan halaman *pop-up game over* ditunjukkan pada Gambar 4.17.

J. *Scene* Kuis



Gambar 4.18 Tampilan *Scene* Kuis

Scene ini menampilkan halaman kuis yang muncul ketika pemain telah menyelesaikan permainan pada halaman permainan. Pada halaman kuis ditampilkan soal pecahan yang disesuaikan dengan materi masing-masing level, tiga pilihan jawaban, tempat jawaban, informasi waktu, *score*, jumlah nyawa, dan tombol *pause*. Hasil akhir dari tampilan halaman kuis ditunjukkan pada Gambar 4.18.

K. *Scene Pop-up* Benar atau Salah



Gambar 4.19 Tampilan *Scene Pop-up* Benar



Gambar 4.20 Tampilan *Scene Pop-up* Salah

Scene ini menampilkan *pop-up* benar atau salah yang muncul ketika pemain menjawab soal pada halaman kuis. Pada pop-up benar atau salah memberikan informasi kepada pemain mengenai kebenaran jawaban yang telah dipilih. Gambar 4.19 menampilkan pop-up dengan teks "Benar" yang muncul ketika pemain berhasil menjawab soal dengan tepat, sedangkan Gambar 4.20 menampilkan pop-up dengan teks "Salah" yang muncul ketika pemain memberikan jawaban yang tidak tepat.

L. *Scene Pause*



Gambar 4.21 Tampilan *Scene Pause*

Scene ini menampilkan *panel pause* yang muncul ketika pemain menekan tombol *pause* untuk menjeda permainan pada saat sesi kuis berlangsung pada halaman kuis. Pada *panel pause* terdapat tombol *Play* yang digunakan untuk melanjutkan permainan yang telah di jeda, serta

tombol *Home* yang digunakan untuk kembali ke halaman level. Hasil akhir dari tampilan halaman *panel pause* ditunjukkan pada Gambar 4.21.

M. *Scene Game Over* Kuis



Gambar 4.22 Tampilan *Scene Game Over* Kuis

Scene ini menampilkan *panel game over* yang muncul ketika pemain menjawab soal dengan salah lebih dari tiga kali atau ketika indikator waktu pengerjaan kuis telah habis pada halaman kuis. Pada *panel game over* terdapat teks "*SCORE* KAMU" yang menampilkan skor yang berhasil diperoleh pemain selama sesi kuis berlangsung, serta teks "*HIGH SCORE*" yang menampilkan skor tertinggi yang pernah dicapai oleh pemain dari seluruh sesi kuis sebelumnya pada level tersebut. Selain itu, terdapat tombol *Home* yang digunakan untuk kembali ke halaman level, serta tombol Coba Lagi yang digunakan untuk mengulang kembali sesi kuis dari awal. Hasil akhir dari tampilan halaman *panel game over* ditunjukkan pada Gambar 4.22.

N. *Scene* Misi Selesai



Gambar 4.23 Tampilan *Scene* Misi Selesai

Scene ini menampilkan *panel* misi selesai yang muncul ketika pemain berhasil menjawab soal dengan benar sebanyak lima kali pada halaman kuis. Pada *panel* misi selesai terdapat teks "*SCORE* KAMU" yang menampilkan skor yang berhasil diperoleh pemain selama sesi kuis berlangsung, serta teks "*HIGH SCORE*" yang menampilkan skor tertinggi yang pernah dicapai oleh pemain dari seluruh sesi kuis sebelumnya pada level tersebut. Selain itu, terdapat tombol *Home* yang digunakan untuk kembali ke halaman level, tombol *Next* yang digunakan untuk melanjutkan ke level berikutnya, serta tombol Coba Lagi yang digunakan untuk mengulang kembali sesi kuis dari awal. Hasil akhir dari tampilan halaman *panel* misi selesai ditunjukkan pada Gambar 4.23.

O. *Scene* Halaman Cerita Penutup



Gambar 4.24 Tampilan *Scene* Cerita Penutup

Scene ini menampilkan halaman narasi cerita penutup yang muncul setelah pemain menyelesaikan seluruh soal di Level 4 pada halaman kuis. Pada halaman narasi cerita penutup terdapat teks narasi cerita penutup sebagai bagian akhir dari alur cerita permainan, serta tombol Selesai yang digunakan untuk mengakhiri sesi permainan dan kembali ke halaman level dengan seluruh level yang telah berhasil diselesaikan. Hasil akhir dari tampilan halaman narasi cerita penutup ditunjukkan pada Gambar 4.24.

4.1.3 Hasil Pengembangan Sistem Permainan

Implementasi Sistem Permainan merupakan hasil perancangan sistem ke dalam bentuk kode program menggunakan bahasa C# pada platform Unity. Implementasi ini mencakup

seluruh mekanisme utama yang membangun jalannya aplikasi pembelajaran interaktif, mulai dari penyajian narasi cerita, penyampaian materi pecahan, sistem soal dan jawaban, pengacakan soal, sistem skor, hingga sistem *game over*.

A. Sistem Narasi Cerita

Sistem narasi cerita berfungsi menampilkan alur cerita rakyat kepada pemain melalui rangkaian *panel* yang ditampilkan secara berurutan. Sistem ini dilengkapi dengan mekanisme perpindahan *panel* secara otomatis maupun manual, sehingga pemain dapat mengikuti alur cerita tanpa harus selalu menekan tombol lanjut.

```
void Start()
{
    for (int i = 0; i < panels.Length; i++)
    {
          panels[i].SetActive(false);
    }

    if (panelPopup != null)
        panelPopup.SetActive(false);

    if (tampilOtomatisSaatStart)
    {
        TampilkanPanel();
    }
}

public void MulaiNarasi()
{
    index = 0;

    for (int i = 0; i < panels.Length; i++)
    {
        panels[i].SetActive(false);
    }

    if (panelPopup != null)
        panelPopup.SetActive(false);

    TampilkanPanel();
}
```

Gambar 4.25 Kode Fungsi *Start* dan *MulaiNarasi*

Pada Gambar 4.25, fungsi *Start* dijalankan secara otomatis oleh Unity ketika scene pertama kali dimuat. Pada fungsi ini, seluruh panel narasi dinonaktifkan terlebih dahulu agar tidak ada panel yang tampil secara bersamaan saat scene dibuka. *PanelPopup* juga dinonaktifkan pada tahap ini. Apabila variabel *tampilOtomatisSaatStart* bernilai true, fungsi *TampilkanPanel* akan langsung dipanggil untuk menampilkan panel narasi pertama secara otomatis tanpa perlu

interaksi dari pemain. Fungsi *MulaiNarasi* digunakan untuk mereset seluruh kondisi panel narasi ke posisi awal dan memulai kembali narasi dari panel pertama. Nilai indeks dikembalikan ke 0, seluruh panel narasi dinonaktifkan, dan *panelPopup* disembunyikan sebelum sistem memanggil kembali fungsi *TampilkanPanel* untuk menampilkan panel narasi pertama. Fungsi ini dipanggil setiap kali pemain memasuki level baru agar narasi cerita selalu ditampilkan dari awal sesuai dengan alur cerita pada level tersebut.

```
void TampilkanPanel()
{
    panels[index].SetActive(true);

    if (index < panels.Length - 1)
    {
        autoNextCoroutine = StartCoroutine(AutoNext());
    }
}

IEnumerator AutoNext()
{
    yield return new WaitForSeconds(delayAutoNext);
    NextPanel();
}
```

Gambar 4.26 Kode Fungsi *TampilkanPanel* dan *AutoNext*

Pada Gambar 4.26, fungsi *TampilkanPanel* digunakan untuk menampilkan panel narasi cerita sesuai dengan indeks yang sedang berjalan. Apabila panel yang ditampilkan bukan merupakan panel terakhir, sistem akan menjalankan coroutine *AutoNext* yang berfungsi untuk melanjutkan narasi secara otomatis ke panel berikutnya setelah jeda waktu tertentu yang ditentukan melalui variabel *delayAutoNext*, yaitu selama 20 detik. Dengan adanya fitur ini, pemain tetap dapat mengikuti alur cerita meskipun tidak menekan tombol lanjut secara manual.

Selanjutnya penjelasan pada Gambar 4.27, fungsi *NextPanel* dijalankan ketika pemain menekan tombol next untuk berpindah ke panel narasi selanjutnya. Pada fungsi ini, coroutine *AutoNext* yang sedang berjalan akan dihentikan terlebih dahulu agar tidak terjadi perpindahan panel secara ganda antara aksi manual pemain dan sistem otomatis. Selanjutnya, panel yang sedang aktif akan disembunyikan dan nilai indeks akan ditambahkan satu untuk menampilkan panel berikutnya. Apabila seluruh panel narasi telah ditampilkan, sistem akan memunculkan *panelPopup* sebagai penanda bahwa narasi cerita telah selesai.

```
public void NextPanel()
{
    if (autoNextCoroutine != null)
    {
        StopCoroutine(autoNextCoroutine);
    }

    panels[index].SetActive(false);
    index++;

    if (index < panels.Length)
    {
        TampilkanPanel();
    }
    else
    {
        if (panelPopup != null)
            panelPopup.SetActive(true);
    }
}
```

Gambar 4.27 Kode Fungsi *NextPanel*

B. Sistem Materi Pecahan

Sistem materi pecahan berfungsi menyampaikan konsep pecahan kepada pemain secara bertahap, mulai dari pengenalan definisi pecahan, pecahan setara, penjumlahan dan pengurangan pecahan berpenyebut sama, hingga pecahan berpenyebut berbeda. Setiap tahap materi disertai visualisasi gambar dan teks penjelasan yang diperbarui sesuai dengan urutan pembelajaran.

```
void Start()
{
    index = 0;
    batuImage.sprite = spritePecahan[index];
    infoText.text      =      "Ini      adalah      batu      satu      utuh
\n\n<size=120%>1</size>\n<size=80%>—</size>\n<size=120%>1</size>";
}

public void KlikBatu()
{
    index = (index + 1) % spritePecahan.Length;

    batuImage.sprite = spritePecahan[index];

    int penyebut = index + 1;

    infoText.text = "Batu ini dibagi menjadi " + penyebut + " bagian sama
besar.\nPecahan ini adalah\n1\n—\n" + penyebut;

    manager.SetModeDrag();
}
```

Gambar 4.28 Kode Fungsi *Start* dan *KlikBatu* pada Materi Definisi Pecahan

Pada Gambar 4.28, fungsi *Start* digunakan untuk menampilkan kondisi awal materi ketika scene pertama kali dijalankan, yaitu menampilkan gambar batu utuh beserta keterangan pecahan satu per satu (1/1). Fungsi *KlikBatu* dijalankan setiap kali pemain menekan tombol lanjut, yang akan menggeser indeks sprite secara berurutan menggunakan operator modulo agar kembali ke indeks awal setelah mencapai sprite terakhir. Setiap perubahan indeks akan memperbarui gambar batu yang ditampilkan serta teks penjelasan mengenai jumlah bagian pecahan sesuai dengan nilai penyebut yang dihitung dari indeks tersebut. Pada akhir fungsi, dipanggil method *SetModeDrag* dari kelas *PecahanManager* yang berfungsi untuk mengakhiri sesi materi definisi pecahan dan mengalihkan tampilan ke mode latihan berupa drag pecahan.

```
public void KlikBatu()
{
    indexDalamKelompok++;

    if (indexDalamKelompok >= kelompokIndex[kelompokSekarang].Length)
    {
        kelompokSekarang++;
        indexDalamKelompok = 0;

        if (kelompokSekarang >= kelompokIndex.Length)
        {
            penjelasanText.text = "Kamu sudah memahami pecahan setara!";
            return;
        }
    }

    Tampil();
}

void Tampil()
{
    int spriteIndex = kelompokIndex[kelompokSekarang][indexDalamKelompok];
    batuImage.sprite = semuaSprite[spriteIndex];

    soalText.text = "Pecahan setara dari";

    pecahanAtas.text = GetPecahanAwal();

    penjelasanText.text     =     "Pecahan     ini     adalah\n\n"     +
GetText(indexDalamKelompok);
}
```

Gambar 4.29 Kode Fungsi *KlikBatu* dan *Tampil* pada Materi Pecahan Setara

Pada Gambar 4.29, fungsi *KlikBatu* digunakan untuk menampilkan urutan pecahan setara secara bertahap setiap kali pemain menekan tombol lanjut. Materi ini dikelompokkan berdasarkan nilai pecahan awal seperti kelompok 1/1, 1/2, 1/3, dan seterusnya, yang masing-masing memiliki beberapa pecahan setara di dalamnya. Setiap kali tombol lanjut ditekan, nilai *indexDalamKelompok* bertambah satu untuk menampilkan pecahan setara berikutnya dalam

kelompok yang sama. Apabila seluruh pecahan dalam satu kelompok telah ditampilkan, sistem akan berpindah ke kelompok pecahan berikutnya secara otomatis. Apabila seluruh kelompok telah selesai ditampilkan, teks penjelasan akan diperbarui sebagai penanda bahwa materi pecahan setara telah selesai dipelajari. Fungsi Tampil bertanggung jawab merender tampilan materi ke layar setiap kali materi diperbarui, yaitu memperbarui gambar batu sesuai indeks sprite yang diambil dari array kelompokIndex, menampilkan teks pecahan acuan melalui fungsi *GetPecahanAwal*, serta menampilkan teks penjelasan pecahan setara yang sedang aktif melalui fungsi *GetText* sesuai urutan pecahan dalam kelompok tersebut.

Selanjutnya penjelasan dari Gambar 4.30 pada materi penyebut sama, fungsi *KlikBatu* merupakan fungsi utama yang menggerakkan seluruh alur materi penjumlahan dan pengurangan pecahan berpenyebut sama setiap kali pemain menekan tombol lanjut. Fungsi ini menentukan mode materi yang sedang berjalan, kemudian memanggil fungsi *ProsesTambah* apabila materi sedang berada pada mode penjumlahan, atau fungsi *ProsesKurang* apabila materi sedang berada pada mode pengurangan. Fungsi *ProsesTambah* bertugas menambah nilai pembilang secara bertahap hingga mencapai nilai penyebut, kemudian berpindah ke tahap berikutnya, sedangkan fungsi *ProsesKurang* bekerja dengan pola sebaliknya. Setelah kedua fungsi tersebut selesai memperbarui nilai variabel, fungsi *Tampil* dipanggil untuk merender seluruh elemen tampilan materi ke layar. Fungsi *Tampil* bertanggung jawab memperbarui judul materi, operator, gambar batu kiri dan kanan melalui fungsi *CariSprite*, serta teks soal pecahan dalam format notasi vertikal. Apabila pemain belum menekan tombol lanjut, teks penjelasan tidak ditampilkan. Setelah tombol lanjut ditekan, teks penjelasan hasil perhitungan beserta keterangan angka akan ditampilkan melalui fungsi *GetPenjelasanAngka* yang menjelaskan proses penjumlahan atau pengurangan pada pembilang serta informasi bahwa nilai penyebut tidak berubah.

```
public void KlikBatu()
{
    sudahKlik = true;
    if (modeTambah)
    {
        ProsesTambah();
    }
    else
    {
        ProsesKurang();
    }

    if (tahapSekarang >= semuaTahap.Length)
        return;

    Tampil();
}

void Tampil()
{
    Tahap t = semuaTahap[tahapSekarang];
    int penyebut = t.penyebut;

    textJudul.text = modeTambah
        ? "Penjumlahan Pecahan"
        : "Pengurangan Pecahan";

    operatorBatu.text = modeTambah ? "+" : "-";

    batuKiri.sprite = CariSprite(t, kiri);
    batuKanan.sprite = CariSprite(t, 1);

    textSoal.text =
        "<align=center>" +
        kiri + "      1\n" +
        "—  " + (modeTambah ? "+" : "-") + "  —\n" +
        penyebut + "      " + penyebut +
        "</align>";

    if (!sudahKlik)
    {
        textPenjelasan.text = "";
        textPenjelasanAngka.text = "";
    }
    else
    {
        textPenjelasan.text =
            (modeTambah ? "Pecahan Penjumlahan =\n\n" : "Pecahan
Pengurangan =\n\n") +
            "<align=center>" +
            kiri + "      1         " + hasil + "\n" +
            "—  " + (modeTambah ? "+" : "-") + "  —   =   —\n" +
            penyebut + "      " + penyebut + "         " + penyebut +
            "</align>";

        textPenjelasanAngka.text = GetPenjelasanAngka(kiri, hasil,
penyebut);
    }
}
```

Gambar 4.30 Kode Fungsi *KlikBatu* dan *Tampil* pada Materi Penyebut Sama

```
void TampilStep()
{
    UpdateJudul();
    UpdateOperator();

    if (step == 0)
    {
        TampilAwal();
    }
    else if (step == 1)
    {
        SamakanPenyebut();
    }
    else if (step == 2)
    {
        SamakanPenyebut();
        TampilSudahSama();
    }
    else if (step == 3)
    {
        SamakanPenyebut();
        Hitung();
    }
}

void SamakanPenyebut()
{
    kpk = KPK(soalAktif.a_penyebut, soalAktif.b_penyebut);

    int kaliA = kpk / soalAktif.a_penyebut;
    int kaliB = kpk / soalAktif.b_penyebut;

    aBaru = soalAktif.a_pembilang * kaliA;
    bBaru = soalAktif.b_pembilang * kaliB;

    textSoal.text = FormatSoal(aBaru, kpk, bBaru, kpk);
}

int KPK(int a, int b)
{
    for (int i = Mathf.Max(a, b); i <= a * b; i++)
    {
        if (i % a == 0 && i % b == 0)
            return i;
    }
    return a * b;
}
```

Gambar 4.31 Kode Fungsi TampilStep, SamakanPenyebut, dan KPK pada Materi Penyebut Berbeda

Pada Gambar 4.31, fungsi *TampilStep* merupakan fungsi pengatur alur tampilan materi penjumlahan dan pengurangan pecahan berpenyebut beda yang membagi proses penjelasan materi menjadi empat tahap berurutan. Pada tahap pertama, fungsi *TampilAwal* dipanggil untuk

menampilkan soal pecahan dalam kondisi awal sebelum penyebut disamakan, disertai teks penjelasan bahwa penyebut kedua pecahan masih berbeda dan perlu disamakan terlebih dahulu. Pada tahap kedua, fungsi *SamakanPenyebut* dipanggil untuk memproses penyamaan penyebut dan menampilkan hasil konversi pecahan. Pada tahap ketiga, fungsi *TampilSudahSama* dipanggil setelah *SamakanPenyebut* untuk menampilkan konfirmasi bahwa penyebut kedua pecahan telah berhasil disamakan. Pada tahap keempat, fungsi *Hitung* dipanggil untuk menampilkan proses dan hasil akhir penjumlahan atau pengurangan pecahan. Fungsi *SamakanPenyebut* merupakan inti dari materi ini, yaitu menghitung Kelipatan Persekutuan Terkecil (KPK) dari kedua penyebut pecahan melalui fungsi *KPK*, kemudian mengalikan masing-masing pembilang dengan faktor pengali yang sesuai agar kedua pecahan memiliki penyebut yang sama sebelum operasi hitung dilakukan. Fungsi *KPK* bekerja dengan cara menelusuri kelipatan dari nilai penyebut terbesar secara berurutan hingga ditemukan nilai yang habis dibagi oleh kedua penyebut tersebut, sehingga menghasilkan nilai KPK yang digunakan sebagai penyebut baru pada kedua pecahan.

C. Sistem Soal dan Jawaban

Sistem soal dan jawaban berfungsi menampilkan soal kuis beserta pilihan jawabannya secara dinamis. Soal dan jawaban dapat disajikan dalam beberapa bentuk, yaitu teks, pecahan, maupun gambar, sehingga variasi tipe soal dapat disesuaikan tanpa mengubah struktur kode program.

Penjelasan pada Gambar 4.32, fungsi *Start* dijalankan secara otomatis oleh Unity ketika scene kuis pertama kali dimuat. Pada fungsi ini dilakukan inisialisasi awal permainan, yaitu menyalin seluruh daftar soal ke dalam variabel *soalTersisa*, mereset nilai skor dan jumlah jawaban benar ke angka nol, kemudian memanggil fungsi *TampilkanSoal* untuk menampilkan soal pertama kepada pemain. Fungsi *TampilkanSoal* bertanggung jawab terhadap proses penampilan soal ke layar secara dinamis. Sebelum soal baru ditampilkan, seluruh elemen soal lama dihapus terlebih dahulu dari *contentSoal* agar tidak terjadi penumpukan tampilan antar soal. Soal kemudian di-*generate* berdasarkan tipe konten yang dimiliki setiap bagian soal, yaitu tipe *Text* untuk menampilkan teks pertanyaan menggunakan komponen *TextMeshPro*, tipe *Fraction* untuk menampilkan soal dalam format pecahan vertikal menggunakan komponen *FractionUI*, dan tipe *Image* untuk menampilkan soal berupa gambar menggunakan komponen *Image* dari Unity. Dengan struktur tipe konten ini, setiap soal dapat dibuat secara fleksibel di Unity tanpa harus mengubah kode program.

```
void Start()
{
    soalTersisa = new List<Soal>(daftarSoal);
    score = 0;
    jumlahBenar = 0;
    UpdateScoreUI();
    TampilkanSoal();
    gameMulai = true;
}

void TampilkanSoal()
{
    foreach (Transform child in contentSoal)
    {
        Destroy(child.gameObject);
    }

    // Generate isi soal berdasarkan tipe konten
    foreach (BarisSoal baris in soalSekarang.isiSoal)
    {
        foreach (SoalPart part in baris.parts)
          {
              if (part.tipe == TipeKonten.Text)
              {
                  GameObject      obj      =      Instantiate(textPrefab,
barisObj.transform);
                  TextMeshProUGUI                    tmp                    =
obj.GetComponentInChildren<TextMeshProUGUI>();
                  tmp.text = part.text;
              }
            else if (part.tipe == TipeKonten.Fraction)
            {
                GameObject      obj      =      Instantiate(fractionPrefab,
barisObj.transform);
                FractionUI frac = obj.GetComponent<FractionUI>();
                frac.pembilang.text = part.pembilang;
                frac.penyebut.text = part.penyebut;
            }
            else if (part.tipe == TipeKonten.Image)
            {
                GameObject      obj      =      Instantiate(imagePrefab,
barisObj.transform);
                Image img = obj.GetComponentInChildren<Image>();
                img.sprite = part.gambar;
            }
        }
    }
}
```

Gambar 4.32 Kode Fungsi Start dan *TampilkanSoal*

```
for (int i = 0; i < jawabanUI.Length; i++)
{
    JawabanData data = soalSekarang.jawaban[i];

    jawabanUI[i].textJawaban.gameObject.SetActive(false);
    jawabanUI[i].fractionParent.SetActive(false);
    jawabanUI[i].gambarJawaban.gameObject.SetActive(false);

    if (data.tipe == TipeJawaban.Text)
    {
       jawabanUI[i].textJawaban.gameObject.SetActive(true);
        jawabanUI[i].textJawaban.text = data.text;
    }
    else if (data.tipe == TipeJawaban.Fraction)
    {
        jawabanUI[i].fractionParent.SetActive(true);
        jawabanUI[i].pembilang.text = data.pembilang;
        jawabanUI[i].penyebut.text = data.penyebut;
    }
    else if (data.tipe == TipeJawaban.Image)
    {
         jawabanUI[i].gambarJawaban.gameObject.SetActive(true);
        jawabanUI[i].gambarJawaban.sprite = data.gambar;
    }
    objJawaban[i].name = "Jawaban_" + i;
}

DropUI drop = FindObjectOfType<DropUI>();
drop.jawabanBenar = "Jawaban_" + soalSekarang.indexBenar;
```

Gambar 4.33 Kode Penampilan Pilihan Jawaban

Pada Gambar 4.33, merupakan kelanjutan dari fungsi *TampilkanSoal* yang khusus menangani proses penampilan pilihan jawaban kepada pemain setelah soal berhasil di-*generate*. Setiap pilihan jawaban direset terlebih dahulu dengan menonaktifkan seluruh tipe tampilan yang tersedia agar tidak terjadi tumpang tindih tampilan antara soal sebelumnya dengan soal yang baru ditampilkan. Pilihan jawaban kemudian ditampilkan sesuai tipe datanya masing-masing, yaitu tipe *Text* untuk jawaban berupa teks biasa, tipe *Fraction* untuk jawaban berupa pecahan vertikal, dan tipe *Image* untuk jawaban berupa gambar. Setiap objek jawaban diberi nama unik berformat *Jawaban_0*, *Jawaban_1*, dan seterusnya agar dapat diidentifikasi oleh sistem saat pemain memberikan jawaban. Pada bagian akhir, nama jawaban yang benar disimpan ke dalam variabel *jawabanBenar* pada komponen *DropUI* sebagai acuan pengecekan ketika pemain menyeret pilihan jawaban ke area jawaban yang telah disediakan.

D. Sistem Acak Soal

Sistem acak soal berfungsi mengatur urutan kemunculan soal kuis secara acak dan memastikan setiap soal hanya muncul satu kali dalam satu sesi permainan. Sistem ini juga

menentukan kapan permainan berpindah ke soal berikutnya maupun kapan level dinyatakan selesai.

```
void TampilkanSoal()
{
    if (soalTersisa.Count == 0)
    {
        SelesaiLevel();
        return;
    }

    int indexRandom = Random.Range(0, soalTersisa.Count);
    soalSekarang = soalTersisa[indexRandom];
    soalTersisa.RemoveAt(indexRandom);
}

public void NextSoal()
{
    if (jumlahBenar >= targetBenar) return;

    for (int i = 0; i < objJawaban.Length; i++)
    {
        objJawaban[i].transform.SetParent(parentJawaban, false);
    }

    TampilkanSoal();
}
```

Gambar 4.34 Kode Fungsi Acak Soal dan *NextSoal*

Pada Gambar 4.34, merupakan bagian dari fungsi *TampilkanSoal* yang bertanggung jawab terhadap proses pengacakan soal kuis. Sebelum soal diambil, sistem memeriksa terlebih dahulu apakah masih terdapat soal yang tersisa dalam variabel *soalTersisa*. Apabila daftar soal telah habis, fungsi *SelesaiLevel* akan dipanggil sebagai penanda bahwa seluruh soal telah selesai dikerjakan. Pengacakan soal dilakukan menggunakan *Random.Range* untuk menghasilkan indeks acak dari daftar soal yang tersisa, kemudian soal pada indeks tersebut diambil sebagai soal yang akan ditampilkan. Soal yang telah diambil langsung dihapus dari variabel *soalTersisa* menggunakan *RemoveAt* agar soal yang sama tidak muncul kembali selama sesi kuis berlangsung. Fungsi *NextSoal* digunakan untuk melanjutkan permainan ke soal berikutnya setelah pemain menjawab soal yang sedang aktif. Apabila jumlah jawaban benar telah mencapai nilai *targetBenar*, fungsi ini tidak akan melanjutkan proses lebih jauh. Sebelum soal berikutnya ditampilkan, seluruh objek jawaban dikembalikan ke posisi awal pada *parentJawaban*, kemudian fungsi *TampilkanSoal* dipanggil kembali untuk menampilkan soal berikutnya secara acak.

E. Sistem Skor

Sistem skor berfungsi mengelola perolehan nilai pemain selama sesi kuis berlangsung, mulai dari penambahan dan pengurangan skor, pembaruan tampilan skor, hingga penyimpanan skor tertinggi sebagai catatan pencapaian pemain pada setiap level.

```
public int score = 0;
public int targetBenar = 10;
private int jumlahBenar = 0;

public void TambahScore(int nilai)
{
    score += nilai;
    UpdateScoreUI();
}

public void KurangiScore()
{
    score -= 5;

    if (score < 0)
        score = 0;

    UpdateScoreUI();
}

void UpdateScoreUI()
{
    textScore.text = "Score: " + score;
}
```

Gambar 4.35 Kode Fungsi Penambahan dan Pengurangan Skor

Pada Gambar 4.35, menjelaskan sistem skor pada *game* ini dikelola melalui beberapa fungsi yang saling berhubungan. Variabel *score* digunakan untuk menyimpan nilai skor pemain yang berjalan selama sesi kuis, variabel *jumlahBenar* digunakan untuk mencatat jumlah jawaban benar yang telah diberikan pemain, dan variabel *targetBenar* digunakan sebagai batas jumlah jawaban benar yang harus dicapai untuk menyelesaikan level.

Fungsi *TambahScore* dan KurangiScore masing-masing bertugas menambah dan mengurangi nilai skor pemain. Kedua fungsi ini dipanggil ketika pemain menjawab benar atau salah melalui komponen *DropUI*. Pada *KurangiScore*, pengurangan sebesar 5 poin diikuti pengecekan agar nilai skor tidak menjadi negatif; apabila hasil pengurangan kurang dari nol, skor akan dipertahankan pada angka nol. Setiap perubahan nilai skor, baik penambahan maupun pengurangan, langsung diperbarui pada tampilan layar melalui fungsi *UpdateScoreUI* yang memperbarui teks komponen *TextMeshPro*.

```
public void TambahBenar()
{
    jumlahBenar++;

    if (jumlahBenar >= targetBenar)
    {
        SelesaiLevel();
    }
}

void SelesaiLevel()
{
    int bonusWaktu = Mathf.CeilToInt(waktuSekarang);
    score += bonusWaktu;

    PlayerPrefs.SetInt("LastScore", score);

    SimpanHighScore();
}

void SimpanHighScore()
{
    string levelName = SceneManager.GetActiveScene().name;
    string highScoreKey = "HighScore_" + levelName;

    int highScore = PlayerPrefs.GetInt(highScoreKey, 0);

    if (score > highScore)
    {
        highScore = score;
        PlayerPrefs.SetInt(highScoreKey, highScore);
        PlayerPrefs.Save();
    }

    textHighScore.text = "Score Tertinggi: " + highScore;
}
```

Gambar 4.36 Kode Fungsi Penyelesaian Level dan Penyimpanan Skor Tertinggi

Penjelasan pada Gambar 4.36, fungsi *TambahBenar* dipanggil setiap kali pemain berhasil menjawab soal dengan benar untuk menambah nilai *jumlahBenar*. Apabila nilai *jumlahBenar* telah mencapai atau melebihi nilai *targetBenar*, fungsi SelesaiLevel akan dipanggil secara otomatis sebagai penanda bahwa seluruh soal telah berhasil diselesaikan. Pada fungsi *SelesaiLevel*, sisa waktu yang masih tersedia dikonversi menjadi poin bonus menggunakan *Mathf.CeilToInt* dan langsung ditambahkan ke nilai skor akhir pemain sebagai penghargaan atas kecepatan dalam menyelesaikan soal. Nilai skor akhir kemudian disimpan ke *PlayerPrefs* menggunakan kunci *LastScore* agar dapat diakses oleh scene lain, dan fungsi *SimpanHighScore* dipanggil untuk memperbarui skor tertinggi.

Fungsi *SimpanHighScore* dibuat sebagai fungsi tersendiri yang bertugas khusus mengelola penyimpanan skor tertinggi, sehingga logikanya dapat digunakan kembali oleh sistem lain

tanpa perlu menulis ulang kode yang sama. Di dalam fungsi ini, sistem mengambil nama level yang sedang aktif melalui *SceneManager.GetActiveScene().name* untuk membentuk kunci penyimpanan *highScore* yang unik bagi setiap level. Nilai *highScore* yang tersimpan sebelumnya pada *PlayerPrefs* kemudian dibandingkan dengan skor pemain saat ini. Apabila skor pemain lebih besar, nilai *highScore* akan diperbarui dan disimpan kembali ke *PlayerPrefs* agar rekam skor tertinggi selalu tercatat secara persisten meskipun *game* ditutup.

F. Sistem *Pop-up* Benar/Salah

Sistem *pop-up* benar/salah berfungsi memberikan umpan balik kepada pemain atas jawaban yang dipilih. Sistem ini mendeteksi kesesuaian jawaban yang dijatuhkan pemain dengan jawaban yang benar, kemudian menampilkan notifikasi hasil sebelum permainan melanjutkan ke soal berikutnya.

Penjelasan pada Gambar 4.37, menjelaskan sistem *pop-up* benar/salah dikelola melalui script *DropUI* yang mendeteksi interaksi drop dari pemain menggunakan antarmuka *IDropHandler* dari Unity. Fungsi *OnDrop* dijalankan secara otomatis setiap kali pemain melepaskan pilihan jawaban ke area drop yang telah disediakan pada layar. Sistem kemudian mengambil komponen *DragUI* dari objek yang dijatuhkan untuk mengidentifikasi nama jawaban yang dipilih oleh pemain.

Apabila nama objek jawaban yang dijatuhkan sesuai dengan nilai variabel *jawabanBenar*, sistem akan menampilkan teks "BENAR" pada komponen *textHasil* dan mengaktifkan panelPopup sebagai umpan balik visual kepada pemain bahwa jawaban yang diberikan benar. Objek jawaban kemudian ditempatkan secara permanen pada posisi slot yang telah ditentukan dengan mengatur nilai *isDropped* menjadi true agar objek tidak kembali ke posisi semula. Pada kondisi ini, sistem skor yang telah dijelaskan pada sistem skor sebelumnya juga dipanggil untuk menambahkan poin dan mencatat jumlah jawaban benar.

Apabila nama objek jawaban yang dijatuhkan tidak sesuai dengan nilai *jawabanBenar*, sistem akan menampilkan teks "SALAH" pada komponen *textHasil* dan mengaktifkan *panelPopup* sebagai umpan balik bahwa jawaban yang diberikan salah. Nilai *isDropped* tetap bernilai false agar objek jawaban kembali ke posisi semula setelah pop-up ditutup. Pada kondisi ini pula, sistem skor dipanggil untuk mengurangi poin, dan fungsi *KurangiNyawa* dipanggil untuk mengurangi jumlah nyawa pemain sebesar satu.

Pada kedua kondisi tersebut, baik benar maupun salah, fungsi *NextSoalDelay* dipanggil menggunakan *Invoke* dengan jeda waktu 1,5 detik agar pop-up sempat terbaca oleh pemain

sebelum soal berikutnya ditampilkan. Fungsi *NextSoalDelay* bertugas menyembunyikan *panelPopup* dan memanggil fungsi *NextSoal* pada *GameManager* untuk melanjutkan permainan ke soal berikutnya.

```
public void OnDrop(PointerEventData eventData)
{
    DragUI item = eventData.pointerDrag.GetComponent<DragUI>();
    if (item != null)
    {
        if (item.name == jawabanBenar)
        {
            textHasil.text = "BENAR";
            panelPopup.SetActive(true);

            item.isDropped = true;
            item.transform.SetParent(slot);
            item.transform.localPosition = Vector3.zero;

            gameManager.TambahScore(10);
            gameManager.TambahBenar();

            Invoke("NextSoalDelay", 1.5f);
        }
        else
        {
            textHasil.text = "SALAH";
            panelPopup.SetActive(true);

            item.isDropped = false;
            gameManager.KurangiScore();
            gameManager.KurangiNyawa();

            Invoke("NextSoalDelay", 1.5f);
        }
    }
}

void NextSoalDelay()
{
    panelPopup.SetActive(false);
    gameManager.NextSoal();
}
```

Gambar 4.37 Kode Pemograman *Pop-up* Benar/Salah

G. Sistem *Game Over*

Sistem *game over* berfungsi mengakhiri sesi permainan apabila pemain kehabisan nyawa atau waktu pengerjaan telah habis. Sistem ini menampilkan hasil akhir permainan berupa skor dan skor tertinggi pemain pada layar sebagai penutup sesi kuis.

```
public int nyawa = 3;
public Image[] nyawaImages; // Love1, Love2, Love3

public void KurangiNyawa()
{
    nyawa--;

    if (nyawa >= 0 && nyawa < nyawaImages.Length)
    {
        nyawaImages[nyawa].color = Color.black;
    }

    if (nyawa <= 0)
    {
        GameOver();
    }
}
```

Gambar 4.38 Kode Pemrograman Nyawa

Pada Gambar 4.38, menjelaskan sistem nyawa yang berfungsi sebagai salah satu pemicu kondisi *game over* yang berasal dari jawaban salah yang diberikan pemain. Variabel *nyawa* digunakan untuk menyimpan jumlah kesempatan yang dimiliki pemain, dengan nilai awal sebanyak tiga, sedangkan array *nyawaImages* digunakan untuk menampilkan representasi visual nyawa pada layar dalam bentuk ikon hati.

Fungsi *KurangiNyawa* dipanggil setiap kali pemain memberikan jawaban yang salah melalui komponen *DropUI*. Setiap kali fungsi ini dipanggil, nilai *nyawa* akan dikurangi satu, kemudian sistem akan mengubah warna salah satu elemen pada array *nyawaImages* menjadi hitam sebagai indikator visual bahwa satu nyawa telah hilang. Pengecekan *nyawa >= 0 && nyawa < nyawaImages.Length* dilakukan untuk memastikan indeks *array* yang diakses tidak melebihi batas, sehingga mencegah terjadinya *error* saat program berjalan. Apabila nilai *nyawa* telah mencapai nol atau kurang, fungsi *GameOver* akan dipanggil secara langsung sebagai tanda bahwa pemain telah kehabisan kesempatan untuk melanjutkan permainan.

Selanjutnya pada Gambar 4.39, menjelaskan sistem waktu yang habis berfungsi sebagai pemicu kondisi *game over* yang kedua, yaitu ketika pemain tidak dapat menyelesaikan soal dalam batas waktu yang telah ditentukan. Variabel *waktuPerSoal* digunakan sebagai nilai awal batas waktu, sedangkan variabel *waktuSekarang* digunakan untuk mencatat sisa waktu yang terus berkurang seiring berjalannya permainan.

Fungsi *TimerBerjalan* dipanggil setiap frame untuk mengurangi nilai *waktuSekarang* berdasarkan *Time.deltaTime*, kemudian mengkonversi nilai tersebut ke dalam format menit dan detik yang ditampilkan pada komponen *textTimer*. Untuk memberikan peringatan visual kepada pemain, warna teks *timer* akan berubah menjadi merah apabila sisa waktu tinggal tiga

detik atau kurang. Ketika nilai *waktuSekarang* mencapai nol, fungsi *WaktuHabis* akan dipanggil untuk menangani proses selanjutnya.

Fungsi *WaktuHabis* terlebih dahulu menghentikan jalannya waktu permainan dengan mengatur *Time.timeScale* menjadi nol, kemudian menampilkan *panelWaktuHabis* sebagai notifikasi kepada pemain bahwa waktu pengerjaan telah habis. Setelah itu, coroutine *DelayGameOver* dijalankan untuk memberikan jeda selama 1,5 detik sebelum sistem berpindah ke fungsi *GameOver*. Jeda ini menggunakan *WaitForSecondsRealtime*, bukan *WaitForSeconds*, karena proses jeda tetap harus berjalan meskipun *Time.timeScale* telah bernilai nol akibat waktu permainan yang dihentikan.

```
public float waktuPerSoal = 300f;
private float waktuSekarang;
public TextMeshProUGUI textTimer;
public GameObject panelWaktuHabis;

void TimerBerjalan()
{
    waktuSekarang -= Time.deltaTime;
    int menit = Mathf.FloorToInt(waktuSekarang / 60);
    int detik = Mathf.FloorToInt(waktuSekarang % 60);
    textTimer.text = menit + ":" + detik.ToString("00");

    if (waktuSekarang <= 3)
    {
        textTimer.color = Color.red;
    }
    else
    {
        textTimer.color = Color.white;
    }

    if (waktuSekarang <= 0)
    {
        waktuSekarang = 0;
        WaktuHabis();
    }
}

void WaktuHabis()
{
    if (Time.timeScale == 0f) return;
    Time.timeScale = 0f;
    panelWaktuHabis.SetActive(true);
    StartCoroutine(DelayGameOver());
}
IEnumerator DelayGameOver()
{
    yield return new WaitForSecondsRealtime(1.5f);
    GameOver();
}
```

Gambar 4.39 Kode Pemrograman Waktu Habis

Pada Gambar 4.40, fungsi *GameOver* merupakan fungsi pusat yang dipanggil baik dari sistem nyawa maupun sistem waktu habis, sehingga kedua pemicu tersebut bermuara pada satu proses akhir yang sama. Ketika fungsi ini dijalankan, sistem akan menyembunyikan *panelWaktuHabis* apabila sebelumnya masih aktif, kemudian menampilkan *panelGameOver* sebagai tampilan akhir permainan, serta menghentikan jalannya waktu permainan melalui *Time.timeScal*e.

Selanjutnya, fungsi ini menampilkan skor akhir dan highScore pemain pada layar melalui komponen *textScoreGameOver* dan *textHighScore*. Adapun proses pengambilan, perbandingan, dan penyimpanan nilai skor beserta *highScore* ke *PlayerPrefs* tidak dijelaskan kembali secara rinci pada bagian ini, karena mekanismenya telah dibahas pada Sistem Skor sebelumnya.

```
public GameObject panelGameOver;
public TextMeshProUGUI textScoreGameOver;
public TextMeshProUGUI textHighScore;

void GameOver()
{
    panelWaktuHabis.SetActive(false);
    panelGameOver.SetActive(true);
    Time.timeScale = 0f;

    textScoreGameOver.text = "Score Kamu: " + score;

    string levelName = SceneManager.GetActiveScene().name;
    string highScoreKey = "HighScore_" + levelName;
    int highScore = PlayerPrefs.GetInt(highScoreKey, 0);

    if (score > highScore)
    {
        highScore = score;
        PlayerPrefs.SetInt(highScoreKey, highScore);
        PlayerPrefs.Save();
    }
    textHighScore.text = "High Score: " + highScore;
}
```

Gambar 4.40 Kode Pemrograman Fungsi Utama *Game Over*

4.2 Implementasi

Pada tahap ini, *game* edukasi RojoMath yang telah dirancang dan dikembangkan sebagai media pembelajaran matematika pecahan dengan mengangkat cerita rakyat Roro Jonggrang diimplementasikan langsung kepada peserta didik sekolah dasar. Sebelum diimplementasikan, *game* edukasi RojoMath terlebih dahulu *diekspor* dan dipublikasikan melalui *platform* itch.io agar dapat diakses secara daring melalui browser tanpa memerlukan proses instalasi pada

perangkat pengguna. Tampilan halaman rilis *game* edukasi RojoMath pada *platform* itch.io dapat dilihat pada Gambar 4.41 berikut.



Gambar 4.41 Halaman Rilis *Game* Edukasi RojoMath di itch.io

Game edukasi RojoMath dapat diakses melalui tautan berikut:

https://muhammad-imada-farza.itch.io/rojomathw

Pemilihan *platform* itch.io didasarkan pada pertimbangan kemudahan distribusi serta aksesibilitas *game* secara daring yang dapat dijalankan langsung melalui browser tanpa memerlukan proses instalasi pada perangkat pengguna.

Setelah *game* edukasi RojoMath berhasil dipublikasikan, tahap selanjutnya adalah pelaksanaan implementasi secara langsung kepada siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo. Implementasi ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menghadirkan *game* edukasi RojoMath secara langsung sebagai media pembelajaran matematika pecahan di dalam kelas. Kegiatan implementasi dilaksanakan pada hari Kamis, 18 Juni 2026, bertempat di ruang kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo, dengan jumlah siswa yang hadir sebanyak 24 dari 30 siswa.

Pelaksanaan implementasi diawali dengan mempersiapkan Papan Interaktif Digital (PID) yang tersedia di sekolah serta satu buah laptop sebagai perangkat pendukung uji coba di dalam ruang kelas. Setelah perangkat siap digunakan, penulis memperkenalkan diri dan menjelaskan tujuan penelitian mengenai *game* edukasi RojoMath yang telah dikembangkan kepada seluruh siswa. Selanjutnya, penulis membagikan soal *pre-test* kepada siswa untuk dikerjakan sebelum menggunakan *game* edukasi sebagai tolok ukur awal pemahaman siswa terhadap materi pecahan. Setelah *pre-test* selesai dikerjakan, penulis menjelaskan fitur-fitur yang terdapat dalam *game* edukasi RojoMath, meliputi level permainan, materi pecahan, serta soal kuis yang tersedia pada setiap level. Siswa kemudian diarahkan untuk mencoba langsung *game* edukasi

RojoMath melalui PID dan laptop yang telah disediakan. Para siswa yang terlibat dalam kegiatan implementasi ini dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Siswa Implementasi SDN 1 Sardonoharjo

Responden (R)	**Nama**	**Jenis Kelamin**
Responden 1	Abid	Laki-Laki
Responden 2	Keyla	Perempuan
Responden 3	Yusra	Laki-Laki
Responden 4	Keysha	Perempuan
Responden 5	Marcello	Laki-Laki
Responden 6	Kayla	Perempuan
Responden 7	Hamzah	Laki-Laki
Responden 8	Afif	Laki-Laki
Responden 9	Lean	Laki-Laki
Responden 10	Affan	Laki-Laki
Responden 11	Ibnu	Laki-Laki
Responden 12	Meisy	Perempuan
Responden 13	Azzam	Laki-Laki
Responden 14	Bella	Perempuan
Responden 15	Nizam	Laki-Laki
Responden 16	Andra	Laki-Laki
Responden 17	Nanda	Perempuan
Responden 18	Zizi	Perempuan
Responden 19	Rozib	Laki-Laki
Responden 20	Zahra	Perempuan
Responden 21	Salman	Laki-Laki
Responden 22	Althaaf	Laki-Laki
Responden 23	Seva	Laki-Laki
Responden 24	Dinar	Perempuan

Pada proses implementasi, seluruh siswa yang terlibat terlihat antusias dan aktif dalam memainkan *game* edukasi RojoMath. Siswa secara bergantian maju ke depan kelas untuk mencoba *game* edukasi secara langsung melalui Papan Interaktif Digital (PID) dan laptop yang telah disediakan. Pada sesi permainan, sebagian besar siswa merasa tertarik dan terkesan dengan tampilan serta alur cerita yang disajikan dalam *game*. Siswa juga terlihat bersemangat dalam menghadapi rintangan dan menjawab soal kuis yang diberikan pada setiap level. Setelah sesi bermain selesai, kemudian penulis membagikan soal *post-test* dan kuesioner *usability* kepada siswa sebagai bagian dari rangkaian kegiatan implementasi, yang hasilnya akan dibahas lebih lanjut pada tahap evaluasi.

4.3 Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan *game* edukasi RojoMath, baik dari segi fungsionalitas, efektivitas, maupun kelayakan penggunaannya sebagai media pembelajaran. Evaluasi pada tahap ini terdiri dari empat pengujian, yaitu pengujian *black box testing* untuk memastikan seluruh fitur *game* berjalan sesuai fungsinya, pengujian efektivitas untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa terhadap materi pecahan, pengujian *usability* untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan *game* oleh siswa, serta angket respon guru untuk mengetahui penilaian guru terhadap kelayakan *game* sebagai media pembelajaran. Hasil dari masing-masing pengujian tersebut diuraikan sebagai berikut.

4.3.1 Pengujian Black Box Testing

Pada tahap ini dilakukan pengujian fungsionalitas *game* edukasi RojoMath menggunakan metode pengujian *black box testing*. Pengujian dilakukan oleh peneliti untuk memastikan seluruh fitur dan fungsi yang terdapat dalam *game* edukasi telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Berikut hasil pengujian *black box testing* yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengujian *Black Box Testing*

No	Skenario	Hasil yang DIharapkan	Kesimpulan
1	User membuka aplikasi game	Halaman menu utama berhasil ditampilkan	Berhasil
2	User menekan tombol Pengaturan	Halaman pengaturan berhasil ditampilkan	Berhasil
3	User menekan tombol Keluar Game	Game berhasil ditutup	Berhasil
4	User menekan tombol Pilihan Soal pada menu utama	Daftar soal (Definisi Pecahan, Pecahan Setara, Pecahan Penyebut Sama, Pecahan Penyebut Berbeda) berhasil ditampilkan	Berhasil
5	User menekan tombol Mulai pada menu utama	Halaman level ditampilkan	Berhasil
6	User mencoba mengakses Level 2 sebelum menyelesaikan Level 1	Level 2 masih terkunci dan tidak dapat diakses	Berhasil
7	User memilih Level 1 (Definisi Pecahan)	Halaman narasi Level 1 ditampilkan	Berhasil
8	User menekan tombol lanjut pada narasi Level 1	Halaman materi Definisi Pecahan ditampilkan	Berhasil
9	User menyelesaikan materi Definisi Pecahan	Gameplay Level 1 ditampilkan	Berhasil

No	Skenario	Hasil yang DIharapkan	Kesimpulan
10	User memainkan gameplay Level 1 hingga selesai	Halaman kuis Level 1 ditampilkan	Berhasil
11	Karakter menabrak/terkena pohon saat gameplay berlangsung	Permainan diulang dari awal permainan gameplay ditampilkan	Berhasil
12	User menjawab soal kuis dengan benar	Skor bertambah dan lanjut ke soal berikutnya	Berhasil
13	User menjawab soal kuis salah sebanyak 3 kali	Panel Game Over ditampilkan	Berhasil
14	User menjawab seluruh soal kuis dengan benar	Panel Lanjut Level ditampilkan	Berhasil
15	User menekan tombol Coba Lagi pada panel Game Over	Permainan diulang dari awal kuis	Berhasil
16	User menekan tombol Menu pada panel Game Over	User kembali ke halaman menu utama	Berhasil
17	User menekan tombol Pause saat sesi kuis berlangsung	Panel Pause ditampilkan dan permainan berhenti sementara	Berhasil
18	User menekan tombol Lanjut pada panel Pause	Panel Pause tertutup dan permainan kuis dilanjutkan kembali	Berhasil
19	User menekan tombol Menu pada panel Pause	User kembali ke halaman menu utama	Berhasil
20	User menyelesaikan kuis Level 1	Halaman level ditampilkan	Berhasil
21	User memilih Level 2 (Pecahan Setara)	Halaman narasi Level 2 ditampilkan	Berhasil
22	User menyelesaikan materi, gameplay, dan kuis Level 2	Halaman level ditampilkan	Berhasil
23	User memilih Level 3 (Penyebut Sama)	Halaman narasi Level 3 ditampilkan	Berhasil
24	User menyelesaikan materi, gameplay, dan kuis Level 3	Halaman level ditampilkan	Berhasil
25	User memilih Level 4 (Penyebut Berbeda)	Halaman narasi Level 4 ditampilkan	Berhasil
26	User menyelesaikan materi dan gameplay Level 4	Kuis Level 4 ditampilkan	Berhasil
27	User menyelesaikan kuis Level 4	Narasi penutup berhasil ditampilkan	Berhasil
28	User menekan tombol Selesai pada narasi penutup	Halaman level ditampilkan	Berhasil
29	User menekan tombol Kembali pada halaman level	User berhasil kembali ke menu utama	Berhasil

4.3.2 Pengujian Efektivitas

Pengujian efektivitas dilakukan melalui perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* dikerjakan oleh siswa guna mengetahui sejauh mana *game* edukasi RojoMath dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi matematika pecahan. *Pre-test* dilakukan dengan memberikan 10 soal pilihan ganda mengenai materi matematika pecahan kepada siswa

sebelum melakukan pengujian *game*. Setelah menyelesaikan *pre-test*, siswa diberikan kesempatan untuk mencoba memainkan *game* edukasi RojoMath. Setelah sesi percobaan *game* selesai, siswa kemudian mengerjakan *post-test* dengan soal yang sama dengan *pre-test*, yaitu sebanyak 10 soal pilihan ganda. Perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* yang telah dilakukan oleh siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

Responden (R)	**Hasil**	
	Niali Pre-test	**Nilai Post-test**
R1	50	80
R2	50	90
R3	40	90
R4	40	80
R5	50	90
R6	40	80
R7	40	80
R8	30	80
R9	30	90
R10	40	80
R11	40	80
R12	40	90
R13	40	80
R14	40	90
R15	50	90
R16	30	80
R17	20	80
R18	20	80
R19	50	80
R20	50	80
R21	30	80
R22	50	80
R23	30	90
R24	40	80

Berdasarkan data hasil nilai *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh dari 24 siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo, diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai pada seluruh siswa setelah menggunakan media pembelajaran berupa *game* edukasi RojoMath. Hal ini mengindikasikan bahwa *game* edukasi RojoMath memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman siswa pada materi matematika pecahan.

Selanjutnya, berdasarkan hasil nilai *pre-test* dan *post-test* yang telah diperoleh, dilakukan analisis menggunakan uji *Normalized Gain* (N-Gain) untuk mengukur seberapa

besar peningkatan pemahaman siswa sebelum dan sesudah menggunakan *game* edukasi RojoMath. Hasil perhitungan uji N-Gain kemudian dikategorikan guna mengetahui tingkat efektivitas *game* edukasi RojoMath sebagai media pembelajaran. Hasil uji N-Gain berdasarkan nilai *pre-test* dan *post-test* tersebut disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Uji N-Gain

Responden (R)	**Hasil**		**Skor N-Gain**	**Kemampuan**
	Nilai Pre-Test	**Nilai Post-Test**		
R1	50	80	0,60	Sedang
R2	50	90	0,80	Tinggi
R3	40	90	0,83	Tinggi
R4	40	80	0,67	Sedang
R5	50	90	0,80	Tinggi
R6	40	80	0,67	Sedang
R7	40	80	0,67	Sedang
R8	30	80	0,71	Tinggi
R9	30	90	0,86	Tinggi
R10	40	80	0,67	Sedang
R11	40	80	0,67	Sedang
R12	40	90	0,83	Tinggi
R13	40	80	0,67	Sedang
R14	40	90	0,83	Tinggi
R15	50	90	0,80	Tinggi
R16	30	80	0,71	Tinggi
R17	20	80	0,75	Tinggi
R18	20	80	0,75	Tinggi
R19	50	80	0,60	Sedang
R20	50	80	0,60	Sedang
R21	30	80	0,71	Tinggi
R22	50	80	0,60	Sedang
R23	30	90	0,86	Tinggi
R24	40	80	0,67	Sedang
Rata - Rata			**0,73**	**Tinggi**

Berdasarkan hasil uji Normalized Gain (N-Gain) yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan pemahaman dengan kategori “Tinggi”. Dari 24 siswa yang menjadi responden pengujian, sebanyak 13 siswa mengalami peningkatan dengan kategori tinggi, sedangkan 11 siswa lainnya berada pada kategori sedang. Berdasarkan perhitungan nilai rata-rata skor N-Gain, diperoleh nilai sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *game* edukasi RojoMath telah memenuhi kriteria efektif sebagai media pembelajaran.

Dengan demikian, berdasarkan hasil uji N-Gain secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman yang signifikan pada siswa setelah menggunakan

game edukasi RojoMath sebagai media pembelajaran. Hal ini membuktikan bahwa *game* edukasi RojoMath berperan penting dalam mendukung proses pembelajaran siswa, khususnya pada materi matematika pecahan di kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo.

4.3.3 Pengujian Usability Testing

Pengujian *usability testing* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, kemenarikan tampilan, serta kepuasan pengguna terhadap *game* edukasi RojoMath. Pengujian ini melibatkan siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo sebagai responden, dengan jumlah responden sebanyak 24 siswa. Pengujian dilakukan menggunakan dua aspek penilaian, yaitu aspek Desain Visual dan aspek Kepuasan (*satisfaction*), yang diuraikan sebagai berikut.

A. Desain Visual

Aspek Desain Visual terdiri dari sepuluh butir pernyataan yang berkaitan dengan tampilan antarmuka *game* edukasi RojoMath. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan angket kepada 24 siswa menggunakan *skala likert* dengan rentang skor 1 sampai 5. Hasil pengisian angket oleh seluruh siswa pada aspek Desain Visual ditunjukkan pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Data Hasil Kuesioner Desain Visual

Responden (R)	**Hasil**									
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
R1	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
R2	5	5	3	4	5	5	5	4	4	5
R3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
R4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5
R5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
R6	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4
R7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R8	4	4	3	5	5	5	4	5	5	4
R9	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4
R10	5	4	3	4	3	4	4	4	5	5
R11	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4
R12	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3
R13	4	4	2	5	3	4	4	4	4	5
R14	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4
R15	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5
R16	4	3	2	5	5	5	4	4	4	4
R17	4	4	3	5	4	4	5	4	4	5
R18	4	3	4	3	4	3	4	4	5	5
R19	4	3	5	4	4	4	5	3	4	4
R20	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4

R21	4	3	5	4	5	5	4	4	5	5
R22	5	5	3	5	5	4	3	4	4	4
R23	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
R24	5	4	4	4	5	3	4	3	3	4

Berdasarkan data hasil kuesioner pada Tabel 4.10, selanjutnya dilakukan perhitungan skor total, persentase, dan kategori kelayakan pada setiap butir pernyataan untuk mengetahui tingkat kelayakan aspek Desain Visual secara rinci. Hasil uji kelayakan aspek Desain Visual ditunjukkan pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Hasil Uji Kelayakan Desain Visual

Responden (R)	**Hasil**									
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
R1	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
R2	4	4	2	3	4	4	4	3	3	4
R3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
R4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4
R5	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
R6	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3
R7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
R8	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3
R9	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3
R10	4	3	2	3	2	3	3	3	4	4
R11	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3
R12	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2
R13	3	3	1	4	2	3	3	3	3	4
R14	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3
R15	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4
R16	3	2	1	4	4	4	3	3	3	3
R17	3	3	2	4	3	3	4	3	3	4
R18	3	2	3	2	3	2	3	3	4	4
R19	3	2	4	3	3	3	4	2	3	3
R20	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
R21	3	2	4	3	4	4	3	3	4	4
R22	4	4	2	4	4	3	2	3	3	3
R23	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
R24	4	3	3	3	4	2	3	2	2	3
Total	77	74	63	80	77	75	74	74	79	79
Persentase	80,2%	77,1%	65,6%	83,3%	80,2%	78,1%	77,1%	77,1%	82,3%	82,3%
Kategori	Layak	Layak	Layak	Sangat Layak	Layak	Layak	Layak	Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.11, diketahui bahwa seluruh soal sepuluh butir pernyataan pada aspek Desain Visual memperoleh persentase yang berada pada rentang 65,6% hingga 83,3%, dengan tiga butir soal (P4, P9, dan P10) berada pada kategori "Sangat Layak", sedangkan tujuh butir

soal lainnya berada pada kategori "Layak". Persentase tertinggi diperoleh pada soal keempat "P4" sebesar 83,3%, yang menunjukkan bahwa siswa menilai tampilan soal dan pilihan jawaban pada *game* edukasi RojoMath disajikan dengan jelas. Sementara itu, persentase terendah diperoleh pada soal ketiga "P3" sebesar 65,6%, yaitu pernyataan mengenai kemudahan tombol-tombol pada *game* untuk dilihat dan ditekan.

Hasil rata-rata keseluruhan dari aspek Desain Visual selanjutnya direkapitulasi dan ditunjukkan pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Hasil Rata-Rata Uji Kelayakan Desain Visual

	Rata - Rata
Total	752
Persentase	78,3%
Kategori	Layak

Berdasarkan Tabel 4.12, diperoleh total skor sebesar 752 dari skor maksimal 960 dengan persentase sebesar 78,3%. Hasil tersebut diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria kelayakan, sehingga aspek Desain Visual *game* edukasi RojoMath termasuk dalam kategori "Layak". Hasil ini menunjukkan bahwa tampilan *game* edukasi RojoMath dinilai menarik, mudah dipahami, dan cukup sesuai dengan karakteristik siswa kelas 4 Sekolah Dasar, meskipun masih terdapat beberapa aspek tampilan seperti kemudahan tombol yang perlu ditingkatkan.

B. Kepuasan (*Satisfaction*)

Aspek Kepuasan (*Satisfaction*) terdiri dari sepuluh butir pernyataan yang berkaitan dengan pengalaman dan kepuasan siswa selama menggunakan *game* edukasi RojoMath. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan angket kepada 24 siswa menggunakan *skala likert* dengan rentang skor 1 sampai 5. Hasil pengisian angket oleh seluruh siswa pada aspek Kepuasan ditunjukkan pada Tabel 4.13 berikut

Tabel 4.13 Data Hasil Kuesioner Kepuasan (*Satisfaction*)

Responden (R)	**Hasil**									
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
R1	4	4	5	4	3	4	4	5	4	3
R2	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
R3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
R4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
R5	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4
R6	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5
R7	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4

R8	4	4	5	3	5	4	4	3	4	3
R9	4	3	5	5	4	4	4	5	5	4
R10	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4
R11	3	3	4	4	4	5	4	3	4	4
R12	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
R13	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4
R14	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3
R15	3	4	4	5	4	4	4	5	4	4
R16	3	5	5	4	5	5	5	5	5	5
R17	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R18	4	4	3	5	4	4	3	4	3	4
R19	5	3	4	3	5	4	3	5	4	5
R20	4	3	5	5	4	4	4	4	4	5
R21	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5
R22	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4
R23	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4
R24	4	4	5	4	2	4	4	5	4	5

Berdasarkan data hasil kuesioner pada Tabel 4.13, selanjutnya dilakukan perhitungan skor total, persentase, dan kategori kelayakan pada setiap soal pernyataan untuk mengetahui tingkat kelayakan aspek Kepuasan secara rinci. Hasil uji kelayakan aspek Kepuasan ditunjukkan pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Hasil Uji Kelayakan Kepuasan (*Satisfaction*)

Responden (R)	**Hasil**									
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
R1	3	3	4	3	2	3	3	4	3	2
R2	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4
R3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
R4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
R5	2	3	2	3	3	3	3	3	4	3
R6	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4
R7	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
R8	3	3	4	2	4	3	3	2	3	2
R9	3	2	4	4	3	3	3	4	4	3
R10	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3
R11	2	2	3	3	3	4	3	2	3	3
R12	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
R13	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3
R14	2	4	3	3	3	3	3	2	2	2
R15	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3
R16	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R17	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
R18	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3
R19	4	2	3	2	4	3	2	4	3	4

R20	3	2	4	3	3	3	3	3	3	4
R21	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
R22	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3
R23	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3
R24	3	3	4	3	1	3	3	4	3	4
Total	73	74	84	80	74	78	79	80	76	78
Persentase	76%	77,1%	87,5%	83,3%	77,1%	81,3%	82,3%	83,3%	79,2%	81,3%
Kategori	Layak	Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Layak	Sangat

Berdasarkan Tabel 4.14, diketahui bahwa sepuluh butir pernyataan pada aspek Kepuasan memperoleh persentase yang berada pada rentang 76% hingga 87,5%, dengan enam butir soal (P3, P4, P6, P7, P8, dan P10) berada pada kategori "Sangat Layak", sedangkan empat butir soal lainnya (P1, P2, P5, dan P9) berada pada kategori "Layak". Persentase tertinggi diperoleh pada soal ketiga "P3" sebesar 87,5%, yaitu pernyataan mengenai cerita Roro Jonggrang yang membuat permainan menjadi lebih menarik. Sementara itu, persentase terendah diperoleh pada soal pertama "P1" sebesar 76%, yaitu pernyataan mengenai perasaan senang siswa saat bermain *game* edukasi RojoMath.

Hasil rata-rata keseluruhan dari aspek Kepuasan selanjutnya direkapitulasi dan ditunjukkan pada Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Hasil Rata-Rata Uji Kelayakan Kepuasan (*Satisfaction*)

	Rata - Rata
Total	776
Persentase	80,8%
Kategori	Layak

Berdasarkan Tabel 4.15, diperoleh total skor sebesar 776 dari skor maksimal 960 dengan persentase sebesar 80,8%. Hasil tersebut diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria kelayakan, sehingga aspek Kepuasan *game* edukasi RojoMath termasuk dalam kategori "Layak". Hasil ini menunjukkan bahwa siswa merasa senang, tertantang, dan termotivasi selama menggunakan *game* edukasi RojoMath sebagai media pembelajaran matematika pecahan.

Berdasarkan hasil pengujian *usability testing* pada kedua aspek, yaitu Desain Visual dengan persentase sebesar 78,3% dan Kepuasan (*Satisfaction*) dengan persentase sebesar 80,8%, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi RojoMath secara keseluruhan termasuk dalam kategori "Layak" digunakan sebagai media pembelajaran matematika pecahan bagi siswa kelas 4 Sekolah Dasar. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa tampilan visual serta pengalaman bermain yang disajikan cukup mampu memberikan respon positif dari siswa terhadap *game*

edukasi yang telah dikembangkan, meskipun masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan untuk mencapai tingkat kelayakan yang lebih tinggi.

4.3.4 Angket Respon Guru

Setelah pelaksanaan pengujian *usability testing* kepada siswa terhadap *game* edukasi RojoMath, selanjutnya dilakukan pengujian yang melibatkan guru untuk menilai desain visual dan kepuasan terhadap *game* edukasi RojoMath. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memperoleh masukan dari sisi pendidik mengenai kelayakan *game* edukasi yang telah dikembangkan. Pengujian ini melibatkan guru wali kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo, yaitu Ibu Ika Ariestavianti, S.Pd., yang telah memantau siswanya selama sesi bermain *game* edukasi RojoMath berlangsung. Pengujian dilakukan menggunakan dua aspek penilaian yang diuraikan sebagai berikut.

A. Aspek Desain Visual

Aspek Desain Visual terdiri dari lima butir pernyataan yang berkaitan dengan tampilan *game* edukasi RojoMath. Pengujian ini dilakukan menggunakan *skala likert*. Hasil pengujian penilaian aspek desain visual dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Aspek Desain Visual

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
1	Tampilan menu utama, pemilihan level, dan navigasi permainan mudah dipahami oleh siswa.	✓				
2	Desain karakter dan ilustrasi pada cerita Roro Jonggrang menarik serta sesuai dengan usia siswa sekolah dasar.	✓				
3	Penyajian materi pecahan melalui teks, gambar batu pecahan, dan contoh soal terlihat jelas dan mudah dipahami siswa.	✓				
4	Tampilan soal dan pilihan jawaban disajikan dengan jelas sehingga mudah dibaca dan dipahami oleh siswa.	✓				
5	Pemilihan warna, ikon, animasi, dan tata letak game RojoMath terlihat menarik dan sesuai sebagai media pembelajaran matematika pecahan.		✓			

Berikut hasil pengujian aspek desain visual yang sudah diinterpretasikan dalam total skor, persentase, dan kategori. Hasil konversi dari penilaian aspek desain visual dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Hasil Konversi Penilaian Aspek Desain Visual

No	Pertanyaan	Skor
1	Tampilan menu utama, pemilihan level, dan navigasi permainan mudah dipahami oleh siswa.	4
2	Desain karakter dan ilustrasi pada cerita Roro Jonggrang menarik serta sesuai dengan usia siswa sekolah dasar.	4
3	Penyajian materi pecahan melalui teks, gambar batu pecahan, dan contoh soal terlihat jelas dan mudah dipahami siswa.	4
4	Tampilan soal dan pilihan jawaban disajikan dengan jelas sehingga mudah dibaca dan dipahami oleh siswa.	4
5	Pemilihan warna, ikon, animasi, dan tata letak game RojoMath terlihat menarik dan sesuai sebagai media pembelajaran matematika pecahan.	3
Total		19
Persentase		95%
Kategori		Sangat Layak

Berdasarkan hasil konversi penilaian aspek desain visual, diperoleh total skor sebesar 19 dari skor maksimal 20 dengan persentase sebesar 95% sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.17. Skor tersebut masuk dalam kategori "Sangat Layak", yang menunjukkan bahwa guru menilai *game* edukasi RojoMath sangat layak ditinjau dari aspek desain visual sebagai media pembelajaran matematika materi pecahan.

B. Aspek Kepuasan (*Satisfaction)*

Aspek Kepuasan (*Satisfaction*) terdiri dari lima butir pernyataan yang berkaitan dengan kepuasan penggunaan *game* edukasi RojoMath sebagai media pembelajaran. Pengujian ini dilakukan menggunakan *skala likert*. Hasil pengujian penilaian aspek kepuasan dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kepuasan (*Satisfaction*)

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
1	Alur permainan pada game RojoMath mampu menarik minat siswa untuk belajar materi pecahan.		✓			
2	Kombinasi antara cerita, materi, permainan, dan latihan soal membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik.	✓				
3	Game RojoMath membantu siswa memahami konsep pecahan dengan cara yang lebih menyenangkan.	✓				

4	Sistem level yang terbuka secara bertahap dapat meningkatkan motivasi siswa untuk menyelesaikan setiap materi pembelajaran.	✓				
5	Game RojoMath layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika pada materi pecahan di sekolah dasar.	✓				

Hasil pengujian aspek kepuasan selanjutnya diinterpretasikan ke dalam total skor, persentase, dan kategori penilaian. Hasil konversi penilaian aspek kepuasan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Hasil Konversi Penilaian Aspek Kepuasan (*Satisfaction)*

No	Pertanyaan	Skor
1	Tampilan menu utama, pemilihan level, dan navigasi permainan mudah dipahami oleh siswa.	3
2	Desain karakter dan ilustrasi pada cerita Roro Jonggrang menarik serta sesuai dengan usia siswa sekolah dasar.	4
3	Penyajian materi pecahan melalui teks, gambar batu pecahan, dan contoh soal terlihat jelas dan mudah dipahami siswa.	4
4	Tampilan soal dan pilihan jawaban disajikan dengan jelas sehingga mudah dibaca dan dipahami oleh siswa.	4
5	Pemilihan warna, ikon, animasi, dan tata letak game RojoMath terlihat menarik dan sesuai sebagai media pembelajaran matematika pecahan.	4
Total		19
Persentase		95%
Kategori		Sangat Layak

Berdasarkan hasil konversi penilaian aspek kepuasan, total skor yang diperoleh adalah sebesar 19 dari skor maksimal 20 dengan persentase sebesar 95% sebagaimana tercantum pada Tabel 4.19. Perolehan skor tersebut masuk dalam kategori "Sangat Layak", yang mencerminkan bahwa guru menilai *game* edukasi RojoMath memberikan kepuasan yang tinggi dan layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika materi pecahan di sekolah dasar.

Berdasarkan hasil pengujian angket respon guru pada kedua aspek, yaitu aspek Desain Visual dengan persentase sebesar 95% dan aspek Kepuasan (*Satisfaction*) dengan persentase sebesar 95%, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi RojoMath secara keseluruhan termasuk dalam kategori "Sangat Layak" digunakan sebagai media pembelajaran matematika pecahan bagi siswa kelas 4 Sekolah Dasar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa guru selaku pendidik menilai *game* edukasi RojoMath telah memenuhi standar kelayakan baik dari segi tampilan

visual dan kepuasan dalam mendukung proses pembelajaran. Penilaian positif yang diberikan oleh guru turut memperkuat hasil pengujian sebelumnya yang telah dilakukan oleh siswa, sehingga *game* edukasi RojoMath dapat dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika pecahan di sekolah dasar baik dari sudut pandang pengguna langsung maupun dari sudut pandang praktisi pendidikan.

BAB V
KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah *game* edukasi matematika pecahan bernama RojoMath yang dirancang untuk membantu siswa sekolah dasar dalam memahami materi pecahan dengan mengintegrasikan cerita rakyat Roro Jonggrang sebagai latar narasi permainan. *Game* ini dikembangkan menggunakan metode ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Materi pecahan yang dimuat dalam *game* mencakup empat pembahasan, yaitu definisi pecahan, pecahan setara, pecahan berpenyebut sama, dan pecahan berpenyebut berbeda, yang disusun secara bertahap melalui empat level permainan.

Berdasarkan hasil pengujian *black box testing* yang dilakukan terhadap 29 skenario pengujian, seluruh fitur dan fungsi dalam *game* edukasi RojoMath, mulai dari navigasi menu, alur cerita, sistem *gameplay*, hingga sistem kuis dan skor, berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hal ini menunjukkan bahwa *game* edukasi RojoMath telah berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan. Selanjutnya, berdasarkan hasil pengujian efektivitas kepada 24 siswa kelas 4 SDN 1 Sardonoharjo, *game* edukasi RojoMath terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pecahan. Hal ini dibuktikan melalui uji *Normalized Gain* (N-Gain) dengan nilai rata-rata sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi, dengan rincian 13 siswa mengalami peningkatan pemahaman pada kategori tinggi dan 11 siswa lainnya pada kategori sedang.

Dari sisi kelayakan penggunaan, hasil pengujian *usability testing* kepada siswa menunjukkan bahwa aspek Desain Visual memperoleh persentase sebesar 78,3% dan aspek Kepuasan (*Satisfaction*) memperoleh persentase sebesar 80,8%, yang keduanya berada pada kategori "Layak". Hasil ini menunjukkan bahwa siswa merasa senang, tertantang, dan terbantu dalam memahami materi pecahan melalui *game* yang dikembangkan. Hal serupa juga ditunjukkan oleh hasil angket respon guru yang memberikan penilaian sangat positif, dengan persentase pada aspek Desain Visual sebesar 95% dan aspek Kepuasan sebesar 95%, yang keduanya berada pada kategori "Sangat Layak". Guru menilai bahwa *game* edukasi RojoMath memiliki tampilan, materi, dan alur permainan yang sesuai untuk digunakan sebagai media pembelajaran matematika pecahan di kelas 4 sekolah dasar.

Secara keseluruhan, *game* edukasi RojoMath yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu membantu anak sekolah dasar meningkatkan minat belajar matematika materi pecahan melalui media pembelajaran berbasis cerita rakyat yang menarik dan menyenangkan, sekaligus mengenalkan nilai-nilai budaya lokal kepada siswa.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian terkait pengembangan *game* edukasi RojoMath yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan atau penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Materi pecahan yang dimuat dalam *game* ini masih terbatas pada empat pembahasan, yaitu definisi pecahan, pecahan setara, pecahan berpenyebut sama, dan pecahan berpenyebut berbeda. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan materi lanjutan seperti operasi perkalian dan pembagian pecahan agar cakupan materi menjadi lebih lengkap.
2. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan fitur multiplayer atau papan peringkat (*leaderboard*) antar siswa, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa melalui unsur kompetisi yang sehat.
3. *Game* edukasi RojoMath saat ini hanya dapat diakses secara daring melalui *browser* pada platform itch.io. Oleh karena itu, disarankan agar *game* ini dapat dikembangkan ke platform lain seperti Android, sehingga dapat dimainkan secara *offline* dan lebih mudah diakses oleh siswa tanpa bergantung pada koneksi internet.

.

DAFTAR PUSTAKA

Abidah, D. Y., Wijoyo, S. H., & Rahman, K. (2025). Pengaruh Platform Visual Studio Code Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Pemrograman Dasar Kelas X Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan SMKN 3 Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 9(3),* 1-10. https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/14578/6499

Abdulrahim, N. A., & Orosco, M. J. (2020). Culturally responsive mathematics teaching: A research synthesis. *The Urban Review*, *52*, 1–25. https://doi.org/10.1007/s11256-019-00509-2

Agriyani, D. M., Awalia, P., & Azzahra, M. (2023). Analisis Alur Cerita dalam Pertunjukan Seni Tradisional Roro Jonggrang. *Sabda: Jurnal Sastra dan Bahasa, 2(1),* 69-72. https://jurnal.anfa.co.id/index.php/sabda/article/view/542/529

Andika, A. D., Sitepu, E. L. B., Siagian, N., Manik, R. P. B., Sianturi, S. P., & Sianturi, Y. (2025). Analisis komparatif mitos Roro Jonggrang dan Dayang Sumbi: Tinjauan psikoanalisis Jacques Lacan tentang hasrat dan hukum simbolik. *Jurnal Mudabbir (Journal Research and Education Studies), 5(2),* 4200–4208. https://jurnal.permapendis-sumut.org/index.php/mudabbir/article/view/2211

Anggarika, F. S., Putra, A. P., & Mas'ula, S. (2024). Pengembangan media pembelajaran game edukasi "Joko The Explorer" materi keragaman daerah kelas IV SDN Karangtengah 1 Kota Blitar. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan, 4(11).* https://doi.org/10.17977/um065.v4.i11.2024.1

Antawinata, R., Adelia, Z. S., Giwang, G. P., & Setiawaty, R. (2026). DEMABASA: Media game berbasis budaya lokal untuk membantu memahami arti kata bagi siswa fase A (studi kelayakan dan kepraktisan). *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS), 4(4),* 11552–11568. https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS/article/view/5218

Aprilianto, M. A. J., Wijayanti, E., & Chamid, A. A. (2025). Game Adventure of Cakra versi cerita rakyat Indonesia sebagai media pembelajaran interaktif. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 414–422. https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1537

Ariyana, R. Y., Susanti, E., Ath-Thaariq, M. R., & Apriadi, R. (2023). Penerapan Uji Fungsionalitas Menggunakan Black Box Testing pada Game Motif Batik Khas

Yogyakarta. *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika dan Bisnis Digital, 2(1),* 33-43. https://doi.org/10.55123/jumintal.v2i1.2371

Bukhori, A. H., Trisiana, A., & Hapsari, A. M. S. (2026). Rancang Bangun Game Edukasi Math Fraction Adventure Berbasis Mobile Mata Pelajaran Matematika pada Materi Pecahan Siswa Kelas V di SD Al Islam 2 Jamsaren. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11(1),* 79-93. https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/43077

Darroini, R., & Rahmawati, I. (2022). Pengembangan Media Game Edukasi "MathCha Adventure" Berbasis Android pada Mata Pelajaran Matematika Materi Bangun Datar Kelas II SD. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar (JPGSD), 10(8), 1678–1690.* https://share.google/fZTLTpeljid5as9NO

Dianta, A. F., Nurindiyani, A. K., & Darmawan, Z. M. E. (2023). Analisis pengalaman pengguna game visual novel asal usul Kota Surabaya menggunakan metode usability testing. *Jurnal Saintekom: Sains, Teknologi, Komputer, dan Manajemen, 13(1),* 67–78. https://www.ojs.stmikplk.ac.id/index.php/saintekom/article/view/386

Elisa, A., & Yuliana, K. (2021). Pengembangan Game Edukasi Math Maze Berbasis Multimedia Interaktif Konversi Pecahan Desimal Kelas IV. *Elementa: Jurnal PGSD STKIP PGRI Banjarmasin, 3(3),* 41-57. https://doi.org/10.33654/pgsd

Fahrezi, D., & Khasanah, F. N. (2019). Pengujian Black Box Dan Kuesioner Pada Game Feed The Animal. *Jurnal Mahasiswa Bina Insani, 3(2),* 193-202. https://ejournal-binainsani.ac.id/index.php/JMBI/article/download/1080/927/

Firdausi, I., & Suparni. (2022). Game edukasi android deck card untuk memfasilitasi pemahaman konsep siswa materi pecahan. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 11(3), 447–458.

Hallatu, T. G. R., Rediani, N. N., & Palittin, I. D. (2025). Tutulena: A heritage folk game as the foundation of Malind cultural character formation. *Indonesian Values and Character Education Journal*, *8*(2), 361–370. https://doi.org/10.23887/ivcej.v8i2.98425

Harahap, S. R., Lubis, Y., & Sofiyah, K. (2024). Strategi Pembelajaran Mengatasi Kesulitan Anak SD dalam Mengerjakan Soal Cerita. *TEACHER: Jurnal Inovasi Karya Ilmiah Guru, 4(1)*, 1-8. https://jurnalp4i.com/index.php/teacher/article/view/3079

Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI), 1(1),* 28-37. https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/jipai

Iskandar, R. J., Antonius, & Edwinyo. (2021). Penggunaan Unity Engine Pada Perancangan Game The Cient Dengan Navigation Mesh. *Jurnal InTekSis, 8(2),* 61-72. https://journal.widyadharma.ac.id/index.php/inteksis/article/view/803

Juansyah, R. Z., Safitri, D., Putri, F. A., Yuniarti, G., Ananda, T. A., Cakrayana, I., & Karim, A. (2024). Cerita rakyat Roro Jonggrang salah satu media pembelajaran pada materi bangun datar. *Cendikia: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran, 2(5),* 132–138. https://jurnal.kolibi.org/index.php/cendikia/article/view/1384

Khunaifi, A. Y., & Yuniar, M. (2022). Penggunaan Media Game Anak Edukasi Hijaiyah untuk Keterampilan Minat Baca Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Peserta Didik Kelas I SD Negeri 01 Tugu Harum. *Jurnal Pendidikan Islam Nusantara, 1(2),* 100-114. https://jsr.unuha.ac.id/index.php/JUPIN/article/view/124

Kurniawan, D., Harmini, T., & Fahmi, M. (2025). Pengembangan aplikasi media pembelajaran matematika pecahan berbasis android untuk siswa kelas 5 SD dengan metode gamifikasi. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (SNISTEK) 7,* 248–254. https://doi.org/10.33884/psnistek.v7i1.10745

Kuwayyis, D. H., Listyorini, T., & Supriyati, E. (2023). Game edukasi matematika bilangan pecahan berbasis android untuk siswa kelas 5 SD. *JIEET: Journal Information Engineering and Educational Technology, 7(1),* 16–21. https://journal.unesa.ac.id/index.php/jieet/article/view/22012

Laurencia, J. (2024). Analisis Skema Aktan dalam Proses Visualisasi Cerita Roro Jonggrang. *Jurnal Titik Imaji, 7(1),* 69-78. https://journal.ubm.ac.id/index.php/titik-imaji/article/viewFile/4948/2899

Maharani, I. R., Saputro, B. A., & Purnamasari, V. (2025). Pengembangan game edukasi untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi kalimat matematika dan perhitungan kelas 4 SD. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10(03),* 400–414. https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/31178

Mintarsih, M. (2023). Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis, 5(1),* 33–35. https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.727

Murani, N. A., Wahyuni, S., Pratiwi, R. A., Firdaus, T., & Wardianto. (2025). Analisis Penggunaan Visual Studio Code Sebagai Editor Pemrograman Terbaik Untuk Pemula

Pada Mahasiswa Informatika Universitas Nurul Huda. *Jurnal Rekayasa Informatika (JRIT), 2(2),* 1-10. https://ejournal.pei.ac.id/index.php/JRIT/article/download/291/146

Musyriyah, Maulana, A., & Hidayati, A. (2024). Rancang bangun game edukasi matematika bilangan pecahan sebagai media pembelajaran untuk siswa SDN 14 Sungai Raya. *Jurnal Sains Ekonomi dan Edukasi (AKSIOMA), 1(9),* 656–675. https://doi.org/10.62335

Nabila, N. (2021). Konsep pembelajaran matematika SD berdasarkan teori kognitif Jean Piaget. *Jurnal Kajian Pendidikan Dasar (JKPD), 6(1),* 69–79. https://journal.unismuh.ac.id/index.php/jkpd/article/view/3574/2680

Najuah, Sidiq, R., & Simamora, R. S. (2022). Game edukasi: Strategi dan evaluasi belajar sesuai abad 21. *Yayasan Kita Menulis*. https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/51618/1/Book.pdf

Ningsih, K. S., Aruan, N. J., & Sia, A. T. A. (2022). Aplikasi Buku Tamu Menggunakan Fitur Kamera Dan AJAX Berbasis Website Pada Kantor Dispora Kota Medan. *SITek: Jurnal Sains, Informatika, dan Teknologi, 1(3),* 94-99. https://jurnal.insanciptamedan.or.id/index.php/sitek/article/download/75/49/185

Nirwana, I., & Karnadi, V. (2021). Perancangan Game Edukasi Pengembangan Kemampuan Logika Berbasis Android. *Jurnal Comasie, 4(2),* 1-11. http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal

Permatasari, S., Asikin, M., & Dewi, N. R. (2022). MaTriG: Game edukasi matematika dengan Construct 3. *Indonesian Journal of Computer Science, 1(1),* 233–245. https://ijcs.stmikindonesia.ac.id

Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., & Giansyah, Q. A. (2023). Pengujian Black Box Dan White Box Sistem Informasi Parkir Berbasis Web. *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi, 1(1),* 1-16. https://journal.al-matani.com/index.php/jtisi/article/download/321/281

Ritawati, B., Liliana, S., & Tupulu, N. (2024). Materi pecahan. *Universitas Katolik Santo Agustinus Hippo.* https://www.sanagustin.ac.id/wp-content/uploads/2024/03/MATERI-PECAHAN.pdf

Rofiqoh, I., Puspitasari, D., & Nursaidah, Z. (2020). Pengembangan game Math Space Adventure sebagai media pembelajaran pada materi pecahan di sekolah dasar. *Lentera Sriwijaya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, 2(1),* 41–54.

Rohmatulloh, A. L., & Zuhdi, U. (2020). Pengembangan media game edukasi Math Adventure berbasis Android pada materi perkalian dan pembagian pecahan kelas V sekolah dasar.

JPGSD, 8(2), 230–239. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/33996

Rosita. (2019). Penerapan model pembelajaran ADDIE untuk meningkatkan hasil belajar akuntansi siswa pada SMK PABA Binjai. *Liabilities: Jurnal Pendidikan Akuntansi, 2(1),* 68–87. https://doi.org/10.30596/liabilities.v2i1.3336

Safari, Y., & Herman, A. R. (2025). Konsep bilangan pecahan dan kaitannya dengan kehidupan sehari-hari dalam pembelajaran matematika sekolah dasar. *Jurnal Karimah Tauhid, 4(6),* 3379–3384. https://ojs.unida.info/index.php/karimahtauhid/article/view/19025/7094

Safari, Y., & Rahmalia, S. M. (2024). Pentingnya konsep dasar matematika di sekolah dasar. *Jurnal Karimah Tauhid, 3(9),* 9847–9855. https://ojs.unida.info/index.php/karimahtauhid/article/view/14671/5797

Saputra, R. D., & Arkhiansyah, Y. (2024). Pengembangan Permainan Edukasi Interaktif Untuk Anak Pada Mata Pelajaran Matematika Berbasis Mobile Menggunakan Metode ADDIE. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 8(2),* 2177-2181. https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/9383/5351

Shovia, I. T., Sariban, & Sutardi. (2024). Rekonstruksi naratif legenda Roro Jonggrang dalam novel Roro Jonggrang: Kembalinya pewaris tahta Kraton Boko karya Arie Sudibyo (kajian rekonstruksi naratif). *LISTRA: Jurnal Linguistik Sastra Terapan, 1(1),* 1–12. https://e-jurnal.unisda.ac.id/index.php/LISTRA/article/view/7898

Sinaga, D. C. P., Sianipar, B., Marpaung, E. A. P., Lubis, R. H., & Amallia, D. N. (2024). Edukasi Pembuatan Game 3D Menggunakan Aplikasi Unity Di SMA Methodist Binjai. *Community Development Journal, 5(6),* 11590-11594. https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/cdj/article/download/38065/24503

Siregar, T., & Rhamayanti, Y. (2025). Implementasi pengembangan model ADDIE pada dunia pendidikan. *Jurnal Hasil Penelitian dan Pengembangan (JHPP), 3(2),* 85–100. https://jurnalcendekia.id/index.php/jhpp/article/view/561

Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.

Sujana, G. Z., Febriyani, D. S., Danyati, N. C., & Nahdi, D. S. (2022). Pembelajaran bilangan pecahan di sekolah dasar: Systematic literature review. *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research (PJMSR), 1(1),* 25–37. https://ejournal.papanda.org/index.php/pjmsr/article/view/128/92

Suliswaningsih, Ardawan, P. P., & Wijaya, A. B. (2025). Perancangan game edukasi "Space Mathematics" menggunakan pendekatan design game based learning. *Andharupa:*

Jurnal Desain Komunikasi Visual & Multimedia, 11(1), 656–676. https://publikasi.dinus.ac.id/andharupa/article/view/9210/5183

Sukma, V. P., Habibie, A., & Taufiq, M. (2026). Pengembangan game edukasi berbasis GDevelop untuk meningkatkan pemahaman murid dalam materi sistem komputer. *Computer Journal, 4(1),* 1–9. https://doi.org/10.58477/cj.v4i1.351

Sutrisno, H. (2020). Pengembangan game edukasi Android Mat Croco berorientasi pada penalaran matematika. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar, 4(2),* 409–434. https://doi.org/10.26811/didaktika.v4i2.134

Syahid, I. M., Istiqomah, N. A., & Azwary, K. (2024). Model ADDIE Dan ASSURE Dalam Pengembangan Media Pembelajaran. *Journal of International Multidisciplinary Research, 2(5),* 258-268. https://pdfs.semanticscholar.org/b7ee/e14042bca550e8c49e5a1f855fa76316f77b.pdf

Wahab, A., Junaedi, J., & Azhar, M. (2021). Efektivitas pembelajaran statistika pendidikan menggunakan uji peningkatan *N-Gain* di PGMI. *Jurnal Basicedu, 5*(2), 1039–1045. https://jbasic.org/index.php/basicedu

Widoretno, S., Setyawan, D., & Mukhlison, M. (2021). Efektifitas game edukasi sebagai media pembelajaran anak. *Prosiding Transformasi Pembelajaran Nasional (Pro-Trapenas), 1(1),* 287–295.

Yanti, W. T., & Fauzan, A. (2021). Desain pembelajaran berbasis mathematical cognition topik mengenal bilangan untuk siswa lamban belajar di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu, 5(6),* 6367–6377. https://jbasic.org/index.php/basicedu

Zakyanto, M. D. A., & Wintarti, A. (2022). Pengembangan game edukasi berbasis android sebagai suplemen pembelajaran pada materi perbandingan. *MATHEdunesa: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, 11(1),* 1–11. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathedunesa/article/view/43636

Zamsiswaya, Z., Syawaluddin, S., & Syahrizul, S. (2024). Pengembangan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). *Jurnal Pendidikan Tambusai, 8(3),* 46363–46369. https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/22709

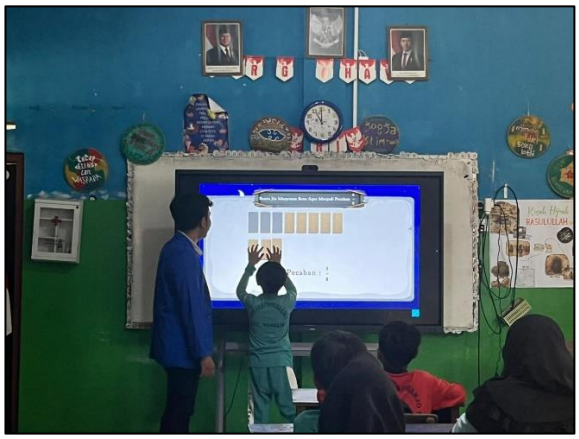
Zulkarnaen, Arni, K. J., Ariana, L., & Rahayu, S. (2025). Penerapan Model Desain Pembelajaran ADDIE Dalam Pembelajaran IPA: Kajian Literatur dan Implementasi. *Prosiding Seminar Nasional Sosial dan Humaniora, 2,* 173-178. https://proceeding.unram.ac.id/index.php/semnassoshum

LAMPIRAN

Foto kegiatan pengujian










ROJOMATH
Kisah Hijrah
RASULULLAH


ROJOMATH
Pengelanaan Pecahan Kera Jenggurang
MULAI
Kisah Hijrah
RASULULLAH