

**IMPLEMENTASI GAMIFIKASI DALAM *DIGITAL STORYTELLING*
ASAL MULA TERBENTUKNYA DANAU TOBA SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

SKRIPSI

PRETTY OHARA HUTASOIT

201402084



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**IMPLEMENTASI GAMIFIKASI DALAM *DIGITAL STORYTELLING*
ASAL MULA TERBENTUKNYA DANAU TOBA SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah
Sarjana Teknologi Informasi

**PRETTY OHARA HUTASOIT
201402084**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

PERSETUJUAN

Judul : IMPLEMENTASI GAMIFIKASI DALAM *DIGITAL STORYTELLING* ASAL MULA TERBENTUKNYA DANAU TOBA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Kategori : SKRIPSI

Nama : PRETTY OHARA HUTASOIT

Nomor Induk Mahasiswa : 201402084

Program Studi : SARJANA (S-1) TEKNOLOGI INFORMASI

Fakultas : ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Medan, 10 Januari 2025

Komisi Pembimbing:

Pembimbing 2

Umaya Ramadhani Putri Nasution S.TI., M.Kom.

NIP. 199104112024062001

Pembimbing 1

Dedy Arisandi S.T., M.Kom.

NIP. 197908312009121002

Diketahui/disetujui oleh

Program Studi S1 Teknologi Informasi

Ketua



Dedy Arisandi S.T., M.Kom.

NIP. 197908312009121002

PERNYATAAN**IMPLEMENTASI GAMIFIKASI DALAM *DIGITAL STORYTELLING*
ASAL MULA TERBENTUKNYA DANAU TOBA SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM****SKRIPSI**

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 10 Januari 2025

Pretty Ohara Hutasoit

201402084



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kasih, dan rahmat-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Gamifikasi dalam *Digital Storytelling* Asal Mula Terbentuknya Danau Toba sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi S-1 Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak mungkin diraih tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi berarti sepanjang proses ini. Untuk itu, dalam kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis, R. Hutasoit dan M. Sianturi, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada keluarga, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kekuatan tanpa henti selama perjalanan perkuliahan hingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua adik laki-laki penulis, Yopi Rapael Hutasoit dan Sian Horas Anderson Hutasoit, penulis mengucapkan terima kasih atas semangat dan hiburan yang berarti sepanjang proses ini.
3. Bapak Dedy Arisandi S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I, dan Ibu Umaya Ramadhani Putri Nasution, S.TI., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu, bimbingan, dukungan, serta kritik dan saran yang sangat membantu penulis.
4. Bapak Dedy Arsandi S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara.
6. Bapak dan Ibu Dosen di Program Studi S-1 Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus atas ilmu dan

pengetahuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan, yang menjadi dasar penting bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Bapak dan Ibu *Staff* serta Pegawai Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara.
8. Guru, *Staff*, dan peserta didik SMP Budi Murni 1 Medan, penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan dan waktu yang diberikan sehingga bisa melakukan pengujian. Terima kasih atas sambutan yang ramah selama penulis melakukan kunjungan penelitian.
9. Teman-teman penulis semenjak SMA, Audrey Malika Sitepu dan Marsella Angelina Hutagalung, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama ini.
10. Teman-teman penulis semenjak awal perkuliahan, Stephani Uli Basa Silitonga, Kelvin Nathanael Lumbanraja, Kevin Tulus Ricardo Silitonga, dan Frans Mayandro Beta Marbun, penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam atas dukungan, kesediaan bertukar pikiran dan mendengarkan keluh kesah, serta bantuan yang diberikan selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman penulis Yeftha El Imani Pardede, Felix Rumahorbo, Kevin Bangun, Rifqi Alnahwandi, Zhafran Alvinsyah, Febri Naomi, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan semangat yang diberikan.
12. Teman-teman penulis Syavira Nur Khairani, Retno Wulan Sari, Fildzah Zata Amani Nasution, Monica Juliana Eirene Tampubolon, Jane Anabel, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan semangat yang telah memotivasi penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.
13. Kakak/Abang Senior di Program Studi S-1 Teknologi Informasi, penulis mengucapkan terima kasih yang telah dengan ikhlas berbagi ilmu, pengalaman, dan wawasan selama masa perkuliahan. Dukungan dan bimbingan yang diberikan sangat berarti bagi penulis dalam menjalani setiap tahap perjalanan akademik.
14. Terkhusus kepada diri saya sendiri, atas keteguhan hati dan usaha yang tak kenal lelah untuk menyelesaikan penelitian ini. Meskipun banyak hal yang harus dikorbankan, tetap berusaha dengan penuh dedikasi untuk mencapai tujuan ini. Terima kasih telah mampu melewati setiap tantangan dan menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.

Penulis menyadari bahwa hasil karya ini masih jauh dari kesempurnaan, namun diharapkan dapat memberikan manfaat serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi. Walaupun masih banyak kekurangan, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan dampak positif. Dengan demikian, kiranya skripsi ini menjadi awal yang kokoh dalam perjalanan menuju kesuksesan dan kemajuan yang lebih besar di masa depan.

Medan, 31 Desember 2024

Penulis,



Pretty Ohara Hutasoit

201402084



ABSTRAK

Cerita tentang Danau Toba lebih dikenal sebagai legenda dibandingkan penjelasan ilmiah mengenai proses terbentuknya. Kondisi ini menyebabkan rendahnya pemahaman siswa terhadap aspek ilmiah di balik fenomena alam tersebut. Pendekatan pembelajaran konvensional, seperti penggunaan buku dan PowerPoint, belum sepenuhnya mampu menjembatani kebutuhan dalam menyampaikan fakta ilmiah secara menarik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam berbasis *digital storytelling* dengan topik asal mula terbentuknya Danau Toba, menggunakan gamifikasi sebagai pendekatan yang interaktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa narasi tentang Danau Toba dalam berbagai sumber lebih banyak mengangkat nilai budaya dan mitos dibandingkan fakta ilmiah terkait proses geologis pembentukannya. Media pembelajaran berbasis *digital storytelling* yang dikembangkan berhasil dinilai sangat layak, dengan hasil penilaian kelayakan aspek isi sebesar 94,4%, penyajian 91,6%, bahasa 93,75%, dan kontekstual 97,2%. Analisis *pre-test* dan *post-test* menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa sebesar 21,83%, dengan rata-rata nilai *pre-test* 74,21 dan *post-test* 90,41. Nilai minimal meningkat dari 38 menjadi 78, sedangkan nilai maksimal meningkat dari 89 menjadi 100. Selain itu, analisis kuesioner menunjukkan media ini memiliki daya tarik 90,8%, kejelasan 88,6%, efisiensi 86,49%, ketepatan 87,93%, stimulasi 86,42%, dan kebaruan 85,86%.

Kata kunci: Danau Toba, *Digital Storytelling*, Gamifikasi, Media Pembelajaran, Ilmu Pengetahuan Alam, Pendidikan Interaktif

IMPLEMENTATION OF GAMIFICATION IN DIGITAL STORYTELLING OF THE ORIGIN OF THE FORMATION OF LAKE TOBA AS A NATURAL SCIENCE LEARNING MEDIA

ABSTRACT

Story about Lake Toba is better known as a legend than a scientific explanation of its formation process. This condition causes students' low understanding of the scientific aspects behind the natural phenomenon. Conventional learning approaches, such as the use of books and PowerPoint, have not been able to fully bridge the need to convey scientific facts in an interesting way. Therefore, this research aims to implement digital storytelling-based science learning on the topic of the origin of Lake Toba, using gamification as an interactive approach. The results showed that the narratives about Lake Toba in various sources highlighted more cultural values and myths than scientific facts related to the geological process of its formation. The digital storytelling-based learning media developed was successfully assessed as very feasible, with the results of the feasibility assessment of the content aspect of 94.4%, presentation 91.6%, language 93.75%, and contextual 97.2%. Analysis of the pre-test and post-test showed an increase in student understanding by 21.83%, with an average pre-test score of 74.21 and post-test of 90.41. The minimum score increased from 38 to 78, while the maximum score increased from 89 to 100. In addition, questionnaire analysis showed that this media has attractiveness 90.8%, clarity 88.6%, efficiency 86.49%, accuracy 87.93%, stimulation 86.42%, and novelty 85.86%.

Keywords: Lake Toba, Digital Storytelling, Gamification, Learning Media, Natural Science, Interactive Education

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1. Gamifikasi	7
2.2. Digital Storytelling	7
2.3. Asal Mula Terbentuknya Danau Toba	8
2.4. Media Pembelajaran	8
2.5. Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Kurikulum Merdeka	9
2.6. Unity 2D	11
2.7. Unified Modeling Language	11
2.8. Storyboard	11
2.9. Algoritma Fisher-Yates Shuffle	12
2.10. User Experience	13
2.11. Penelitian Terdahulu	13
2.12. Perbedaan Penelitian Terdahulu	20

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Analisis Masalah	21
3.2. Analisis Kebutuhan Sistem	21
3.2.1. Kebutuhan Fungsional	22
3.2.2. Kebutuhan Non-fungsional	23
3.3. Pemodelan Sistem	24
3.3.1. Use case diagram	24
3.3.2. Activity diagram	25
3.4. Arsitektur Umum	26
3.4.1. Concept	27
3.4.2. System design	32
3.4.3. Design and material collecting	37
3.4.4. Assembly	47
3.4.5. Testing	64
3.4.6. Distribution	65
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	66
4.1. Implementasi	66
4.1.1. Spesifikasi perangkat	66
4.1.2. Technological requirements	67
4.1.3. Proses Development	68
4.1.4. Trial and error	72
4.2. Tampilan Aplikasi	76
4.2.1. Splash Screen	76
4.2.2. Tile Screen	77
4.2.3. Tampilan Pencapaian	78
4.2.4. Tampilan Info Kredit	80
4.2.5. Tampilan Peta	81
4.2.6. Tampilan Pilihan Mode	81
4.2.7. Tampilan Informasi	82
4.2.8. Tampilan Dialog	83
4.2.9. Tampilan Video Storytelling	83
4.2.10. Tampilan Misi Petualangan Cerdas	85
4.2.11. Tampilan Mini Game Puzzle	87

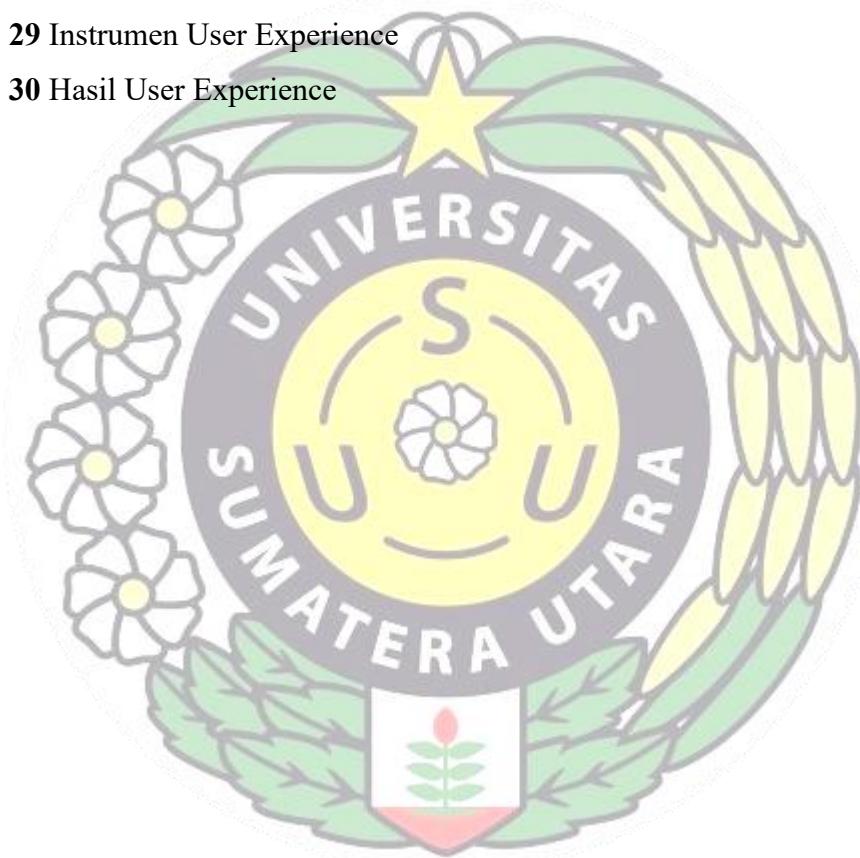
4.2.12. Tampilan Misi Kuis Kata Acak	87
4.2.13. Tampilan Mini Game Simulasi Gempa	88
4.2.14. Tampilan Misi Pilihan Berganda	93
4.2.15. Tampilan Mini Game Pencocokan Label	93
4.2.16. Tampilan Misi Selamatkan Warga	94
4.2.17. Tampilan Soal	95
4.2.18. Tampilan Hasil Petualangan Cerdas	95
4.2.19. Tampilan Hasil Kuis Kata Acak	96
4.2.20. Tampilan Hasil Kuis Pilihan Berganda	96
4.2.21. Tampilan Hasil Selamatkan Warga	96
4.2.22. Tampilan Badge Pencapaian	97
4.2.23. Tampilan Jeda	97
4.2.24. Tampilan Pop Up Keluar	98
4.3. Pengujian	98
4.3.1. Pengujian Sistem	98
4.3.2. Pengujian User	106
4.4. Analisis Hasil	115
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	116
5.1. Kesimpulan	116
5.2. Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	122



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3. 1 Kebutuhan Fungsional	22
Tabel 3. 2 Kebutuhan Non-fungsional	23
Tabel 3. 3 Konsep Storytelling	27
Tabel 3. 4 Konsep Games	28
Tabel 3. 5 Storyboard	33
Tabel 3. 6 Navigasi User Interface	48
Tabel 3. 7 Desain Elemen User Interface	51
Tabel 3. 8 Actions Properties GameInputActions	55
Tabel 4. 1 Spesifikasi Perangkat Keras	66
Tabel 4. 2 Spesifikasi Handphone	66
Tabel 4. 3 Spesifikasi Software	67
Tabel 4. 4 Komponen Uji	98
Tabel 4. 5 Pengujian Tile Screen	100
Tabel 4. 6 Pengujian Pencapaian	100
Tabel 4. 7 Pengujian Peta	100
Tabel 4. 8 Pengujian Pilihan Mode	100
Tabel 4. 9 Pengujian Informasi Pengantar	101
Tabel 4. 10 Pengujian Video Storytelling	101
Tabel 4. 11 Pengujian Misi Petualangan Cerdas	101
Tabel 4. 12 Pengujian Puzzle Lempeng Tektonik	102
Tabel 4. 13 Pengujian Misi Kuis Kata Acak	102
Tabel 4. 14 Pengujian Simulasi Gempa	102
Tabel 4. 15 Pengujian Misi Pilihan Berganda	103
Tabel 4. 16 Pengujian Pencocokan Label	103
Tabel 4. 17 Pengujian Misi Selamatkan Warga	104
Tabel 4. 18 Pengujian Mini Games dan Misi	104
Tabel 4. 19 Tampilan Jeda	104

Tabel 4. 20 Pengujian Algoritma Fisher Yates Shuffle	105
Tabel 4. 21 Pengujian Artificial Intelligence	105
Tabel 4. 22 Instrumen Penilaian Kelayakan Media	107
Tabel 4. 23 Bobot Skor Penilaian	108
Tabel 4. 24 Kriteria Kelayakan Media	108
Tabel 4. 25 Hasil Penilaian Kelayakan Media	109
Tabel 4. 26 Hasil Pre-Test	110
Tabel 4. 27 Hasil Post-Test	111
Tabel 4. 28 Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test	112
Tabel 4. 29 Instrumen User Experience	114
Tabel 4. 30 Hasil User Experience	114



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sampul Buku Panduan (Sumber : buku.kemdikbud.go.id)	10
Gambar 2. 2 Topik Bahasan (Sumber : buku.kemdikbud.go.id)	10
Gambar 2. 3 Flowchart Algoritma Fisher-Yates Shuffle (Sumber: Yulyanto & Permana Dewi, 2020)	12
Gambar 3. 1 Use Case Diagram Keseluruhan	24
Gambar 3. 2 Activity Diagram Misi Struktur Bumi	25
Gambar 3. 3 Arsitektur Umum	26
Gambar 3. 4 Karakter Utama	38
Gambar 3. 5 Karakter Musuh	38
Gambar 3. 6 NPC (Non-Playable Character)	38
Gambar 3. 7 Design Background Tile Screen	39
Gambar 3. 8 Design Background Peta	39
Gambar 3. 9 Design Background Pencapaian	40
Gambar 3. 10 Design Background Info Kredit	40
Gambar 3. 11 Design Background Video, Mini Game, dan Misi	41
Gambar 3. 12 Design Background Kata Pengantar	41
Gambar 3. 13 Design Background Permukaan Bumi	41
Gambar 3. 14 Design Background Mantel Bumi	42
Gambar 3. 15 Design Background Inti Bumi	42
Gambar 3. 16 Design Background Quiz	43
Gambar 3. 17 Design Background Mini Game Puzzle	43
Gambar 3. 18 Design Background Simulasi Gempa Dalam Ruangan	43
Gambar 3. 19 Design Background Simulasi Gempa Luar Ruangan	44
Gambar 3. 20 Design Background Mini Game Pencocokan Label	44
Gambar 3. 21 Design Background Misi Selamatkan Warga	45
Gambar 3. 22 Design Background Hasil	45
Gambar 3. 23 Design Background Video Storytelling	46
Gambar 3. 24 Tileset	46
Gambar 3. 25 Environment	47

Gambar 3. 26 Kontrol Games PlayerControls	54
Gambar 3. 27 Kontrol Games Game Input Actions	57
Gambar 3. 28 Distribution	65
Gambar 4. 1 Membuat Proyek	68
Gambar 4. 2 Menambahkan Aset	69
Gambar 4. 3 Menyusun Tampilan UI	69
Gambar 4. 4 Membuat Script	70
Gambar 4. 5 Menginput Script	70
Gambar 4. 6 Menambahkan Scene	71
Gambar 4. 7 Melakukan Pengujian Black Box Testing	71
Gambar 4. 8 Proses Build Aplikasi	72
Gambar 4. 9 Handbrake	73
Gambar 4. 10 Rigidbody 2D	73
Gambar 4. 11 Physics Material 2D	74
Gambar 4. 12 Rigidbody2D Peluru	75
Gambar 4. 13 Splash Screen Logo Unity	76
Gambar 4. 14 Splash Screen Logo Aplikasi	76
Gambar 4. 15 Tile Screen Menu Off	77
Gambar 4. 16 Tile Screen Menu On	77
Gambar 4. 17 Tampilan Pencapaian Struktur Bumi	78
Gambar 4. 18 Tampilan Pencapaian Lempeng Tektonik	78
Gambar 4. 19 Tampilan Pencapaian Gempa Bumi	79
Gambar 4. 20 Tampilan Pencapaian Gunung Berapi	79
Gambar 4. 21 Tampilan Pencapaian Nilai Tertinggi	80
Gambar 4. 22 Tampilan Info Kredit Button	80
Gambar 4. 23 Tampilan Info Kredit Pengembang	80
Gambar 4. 24 Tampilan Peta	81
Gambar 4. 25 Tampilan Dua Pilihan Mode	81
Gambar 4. 26 Tampilan Tiga Pilihan Mode	82
Gambar 4. 27 Tampilan Informasi Video Struktur Bumi	82
Gambar 4. 28 Tampilan Informasi Misi Petualangan Cerdas	82
Gambar 4. 29 Tampilan Dialog	83
Gambar 4. 30 Tampilan Video Storytelling Struktur Bumi	83

Gambar 4. 31 Tampilan Video Storytelling Lempeng Tektonik	84
Gambar 4. 32 Tampilan Video Storytelling Gempa Bumi	84
Gambar 4. 33 Tampilan Storytelling Gunung Berapi	85
Gambar 4. 34 Tampilan Level Satu Misi Permukaan Bumi	85
Gambar 4. 35 Tampilan Level Dua Mantel Bumi	86
Gambar 4. 36 Tampilan Level Tiga Inti Bumi	86
Gambar 4. 37 Tampilan Monster Area	87
Gambar 4. 38 Tampilan Puzzle	87
Gambar 4. 39 Tampilan Kuis Kata Acak	88
Gambar 4. 40 Tampilan Simulasi Gempa Stage I	89
Gambar 4. 41 Tampilan Simulasi Gempa Stage II	90
Gambar 4. 42 Tampilan Simulasi Gempa Stage III	91
Gambar 4. 43 Tampilan Simulasi Gempa Stage IV	92
Gambar 4. 44 Tampilan Simulasi Gempa Stage V	93
Gambar 4. 45 Tampilan Pilihan Berganda	93
Gambar 4. 46 Tampilan Mini Game Pencocokan Label	94
Gambar 4. 47 Tampilan Misi Selamatkan Warga	95
Gambar 4. 48 Tampilan Soal	95
Gambar 4. 49 Tampilan Hasil Petualangan Cerdas	95
Gambar 4. 50 Tampilan Hasil Kuis Kata Acak	96
Gambar 4. 51 Tampilan Hasil Pilihan Berganda	96
Gambar 4. 52 Tampilan Hasil Selamatkan Warga	97
Gambar 4. 53 Tampilan Badge Pencapaian	97
Gambar 4. 54 Tampilan Jeda	97
Gambar 4. 55 Tampilan Pop Up Keluar	98
Gambar 4. 56 Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test	113

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan pada dasarnya bukan hanya tentang memperoleh fakta-fakta tetapi juga tentang mengembangkan cara pandang yang lebih luas dan kritis. Pendidikan bertujuan untuk mengembangkan berbagai keterampilan dan kemampuan, seperti keterampilan komunikasi, pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan lain-lain. Hal ini penting untuk menghadapi tantangan-tantangan dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam era digital saat ini, teknologi memainkan peran kunci dalam pendidikan. Penggunaan media dan teknologi informasi dapat meningkatkan aksesibilitas dalam penyampaian materi pembelajaran. Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) memiliki peran vital dalam kemajuan masyarakat dan peradaban. Pendidikan harus mendorong siswa untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang IPTEK serta keterampilan untuk mengaplikasikannya dalam berbagai konteks. Kemampuan untuk memilah, menganalisis, dan mengevaluasi informasi dengan kritis sangat penting. Selain itu, kemampuan untuk berpikir kreatif dan menghasilkan solusi inovatif juga merupakan bagian integral dari pendidikan yang holistic (Darung *et al.*, 2020).

Penyampaian materi yang diterapkan dalam pembelajaran masih tergolong sederhana dengan menggunakan buku yang menyediakan teks dan beberapa gambar sebagai bahan dari materi. Dikarenakan pengajaran yang masih bersifat monoton mengakibatkan kejemuhan, penurunan fokus, dan kurangnya minat siswa dalam belajar. Hal ini berdampak pada antusiasme siswa dalam belajar sehingga kurang termotivasi dalam mengikuti pembelajaran (Marzuki & Prayunisa, 2022). Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut dengan meningkatkan kualitas pengajaran melalui penyajian metode pembelajaran yang kreatif dan menarik, sehingga siswa tertarik dan aktif dalam mengikuti proses pembelajaran.

Tren media pembelajaran semakin memainkan peran penting dalam proses pembelajaran. Teknologi yang dirancang dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa untuk mencapai potensi tertinggi mereka selama pengalaman pembelajaran di kelas. Salah satu inovasi metode pengajaran adalah media pembelajaran gamifikasi berbasis Android.

Yan (2023) menyatakan bahwa gamifikasi merupakan pendekatan yang mengintegrasikan elemen-elemen permainan ke dalam proses pembelajaran. Penggabungan permainan dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi sehingga dapat menumbuhkan minat siswa terhadap proses belajar yang dapat menciptakan suasana hati menyenangkan dan memberikan dampak emosional positif pada pembelajaran. Selama proses permainan, siswa menjadi lebih aktif dalam berpartisipasi dan berusaha untuk mencapai skor yang tinggi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan. Para peneliti telah menemukan bahwa penerapan gamifikasi memiliki dampak positif dalam metode pengajaran berlandaskan kurikulum yang relevan, serta dapat diterapkan dalam berbagai bidang.

Terdapat beberapa penelitian yang telah memanfaatkan gamifikasi dalam bidang pendidikan. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi *et al.*, (2021) berjudul “Pengembangan *Game* Edukasi *Fractal Adventure* untuk Pembelajaran Bilangan Pecahan”. Penelitian ini dilakukan untuk menciptakan *game* edukasi bilangan pecahan menggunakan teknologi komputer. Dengan banyaknya anak yang gemar bermain *game*, penting untuk mengembangkan media pembelajaran menarik bagi mereka. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Gerlach and Ely* dengan hasil validasi ahli materi 86%, ahli media pembelajaran 82%, dan praktisi lapangan 93%. Respons positif peserta didik terhadap *game* edukasi “*Fractal Adventure*” dinilai sangat baik.

Nirwana & Purwanto (2022) melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Teknologi *Game* Indonesia “Pramuka Asik” Menggunakan Unity 2d Engine Berbasis Android”. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah *Multimedia Development Life Cycle* dengan Unity Engine 2D untuk membuat aplikasi. Pengujian dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 15 anggota pramuka penggalang atau peserta didik. Hasil pengujian menggunakan skala Likert untuk menilai efektivitas penggunaan aplikasi. Hasil menunjukkan bahwa 77,4% responden puas dengan aplikasi *Game* Pramuka ini.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nitiasih *et al.*, (2022) yang berjudul "*Enhancing Students' Reading Comprehension with Gamification of Local Wisdom Stories during Emergency Online Learning*". Penelitian ini menemukan bahwa dari hasil analisis deskriptif dan inferensial, rata-rata skor pemahaman membaca siswa pada posttest (80,27) lebih tinggi dari pada pretest (72,91). Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan gamifikasi cerita kearifan lokal mampu meningkatkan pemahaman membaca siswa.

Poonsawad *et al.*, (2022) melakukan penelitian dengan judul "*Synthesis of Problem-Based Interactive Digital Storytelling Learning Model Under Gamification Environment Promotes Students' Problem-Solving Skills*". Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model pembelajaran bercerita *digital* interaktif berbasis masalah dengan pendekatan gamifikasi guna meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Secara keseluruhan, penilaian atas kesesuaian model pembelajaran yang dikembangkan berada pada tingkat yang sangat sesuai (rerata = 4,56 dengan deviasi standar = 0,60). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model tersebut dinyatakan sesuai oleh ahli dan secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Xu (2023) yang berjudul "*The Application of Gamification on Reading Ability in Primary and Middle School English Learning*". Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan gamifikasi dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi. Terutama dalam keterampilan membaca bahasa Inggris, gamifikasi membawa peningkatan yang signifikan dalam kemampuan komprehensif siswa, termasuk kemampuan dalam menerapkan dan memecahkan masalah.

Menurut Phanphai *et al.*, (2019) *digital storytelling* merupakan teknologi maju yang dapat melatih kemampuan mendengar, berpikir, memahami, dan interaksi tentang pembelajarannya untuk berbagi pengalaman, meneruskan pengetahuan kepada orang lain, menjadi perangkat kecerdasan untuk membangun, dan bertukar cerita untuk membuat orang lain mengerti secara mendalam.

Pada penelitian yang diajukan, cerita asal mula Danau Toba diusung karena memiliki nilai sejarah dan budaya yang kaya. Terdapat dua versi cerita asal mula Danau Toba secara legenda dan ilmiah. Penelitian ini akan memfokuskan pada versi ilmiah

guna untuk memperkaya pengetahuan pelajar mengenai asal mula Danau Toba melalui kronologi cerita ilmiah dengan menggunakan gamifikasi dan *digital storytelling*.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan gamifikasi dalam *digital storytelling* asal mula Danau Toba sebagai media pembelajaran. Penelitian ini akan memfokuskan pada pengembangan dan evaluasi sebuah platform digital yang menggabungkan elemen-elemen gamifikasi dan *digital storytelling* untuk memperkenalkan cerita asal mula Danau Toba kepada siswa sekolah menengah pertama.

Dengan mempertimbangkan latar belakang, penulis mengusulkan penelitian dengan judul “Implementasi Gamifikasi dalam *Digital Storytelling* Asal Mula Terbentuknya Danau Toba sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam”.

1.2. Rumusan Masalah

Pada era saat ini, cerita tentang Danau Toba lebih dikenal sebagai legenda rakyat dibandingkan dengan penjelasan ilmiah mengenai proses terbentuknya. Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman siswa terhadap aspek ilmiah di balik fenomena alam tersebut. Pendekatan pembelajaran yang konvensional, seperti mengandalkan buku dan media sederhana seperti PowerPoint, belum sepenuhnya mampu menjembatani kebutuhan dalam menyampaikan pengetahuan ilmiah secara menarik. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang lebih interaktif agar mengasah pengalaman pengguna.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian merupakan peserta didik yang sedang duduk di bangku kelas IX Sekolah Menengah Pertama.
2. Memfokuskan pada materi pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII Kurikulum Merdeka, dengan memperhatikan topik-topik seperti struktur bumi, lempeng tektonik, gempa bumi, dan gunung berapi.
3. Aplikasi akan menggunakan objek visual dalam bentuk 2D.
4. Aplikasi yang akan dibangun berbasis Android.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode gamifikasi pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam berbasis *digital storytelling* dengan topik asal mula terbentuknya Danau Toba bagi peserta didik menengah pertama.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai media untuk mempermudah pemahaman siswa tentang asal mula terbentuknya Danau Toba dalam konsep pembelajaran seperti struktur bumi, lempeng tektonik, gempa bumi, dan gunung berapi dengan lebih baik.
2. Dengan menggunakan visualisasi yang jelas, siswa dapat mengenali dan memahami hubungan yang kompleks antara berbagai proses geologis, seperti pergerakan lempeng tektonik yang berhubungan dengan terjadinya gempa bumi dan pembentukan gunung berapi.

1.6. Metodologi Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Lapangan
Penulis melakukan pengumpulan informasi terkait metode dan sistem pembelajaran, serta materi pembelajaran dari lokasi penelitian yang relevan dengan topik penelitian.
2. Studi Pustaka
Penulis melakukan tinjauan literatur dan studi yang relevan dengan topik penelitian untuk mendapatkan wawasan dan pengetahuan latar belakang yang diperlukan.
3. Analisis
Data yang terkumpul dari studi lapangan dan tinjauan literatur dianalisis untuk mengidentifikasi mengenai kebutuhan pengembangan sebagai acuan dari penelitian.
4. Perancangan
Berdasarkan analisis yang dilakukan, penulis merancang aplikasi pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian sesuai dengan temuan dari studi lapangan dan studi pustaka.

5. Implementasi

Penulis melakukan pengembangan aplikasi yang telah dirancang untuk dieksekusi berdasarkan analisis dan perancangan data yang telah dibuat.

6. Pengujian

Penulis melakukan pengujian aplikasi untuk memastikan bahwa hasil perancangan aplikasi dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Kemudian, akan melakukan pengumpulan data berupa kuesioner untuk dianalisis kelayakannya

7. Penyusunan Laporan

Penulis menyelesaikan tahap akhir dengan menyusun laporan yang mencakup hasil dari setiap langkah yang telah dilakukan dalam penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan yang menjelaskan kerangka penelitian:

Bab 1: Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini mengulas konsep-konsep yang mendasari penelitian dan penelitian terdahulu yang relevan.

Bab 3: Analisis dan Perancangan

Bab ini membahas analisis masalah, identifikasi kebutuhan, serta perancangan model sistem yang dikemas dalam arsitektur umum.

Bab 4: Implementasi dan Pengujian

Bab ini menjelaskan implementasi hasil aplikasi yang dikembangkan dan pengujian yang dilakukan.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyajikan kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk pengembangan atau perbaikan lebih lanjut.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Gamifikasi

Gamifikasi merupakan pendekatan yang mengintegrasikan elemen-elemen permainan ke dalam proses pembelajaran, dengan tujuan untuk meningkatkan keterlibatan dan perilaku target. Penggabungan permainan dalam pembelajaran dapat menciptakan suasana hati menyenangkan dan memberikan dampak emosional positif pada pembelajaran (Yan, 2023).

Dalam konteks pembelajaran, gamifikasi menjadi strategi yang menggunakan aspek-aspek permainan untuk memotivasi siswa dalam proses belajar, menghadirkan pengalaman menyenangkan, dan menjaga keterlibatan mereka. Selain itu, pendekatan ini dapat digunakan untuk menarik minat siswa terhadap materi pembelajaran serta mendorong mereka untuk terus mengembangkan pengetahuan mereka (Fitria, 2023).

Game edukasi dengan menggunakan gamifikasi memanfaatkan elemen-elemen seperti poin, waktu, *level*, dan pencapaian, sebagai konsep utama yang diterapkan dalam *game* edukasi. *Game* edukasi juga berkontribusi dalam pengembangan gamifikasi di bidang pendidikan. Pada dasarnya, elemen-elemen *game* ini dikembangkan dalam konteks gamifikasi untuk menciptakan sistem yang lebih menarik, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan pengguna di berbagai bidang (Fitri Marisa *et al.*, 2022).

2.2. Digital Storytelling

Digital storytelling merupakan teknologi maju yang dapat melatih kemampuan mendengar, berpikir, memahami, dan interaksi tentang pembelajaran, meneruskan pengetahuan kepada orang lain, menjadi perangkat kecerdasan untuk membangun, dan bertukar cerita untuk membuat orang lain mengerti secara mendalam (Phanphai *et al.*, 2019).

Penggunaan *digital storytelling* dalam pembelajaran *game* dapat meningkatkan pemahaman dan minat belajar siswa. *Digital storytelling* menggabungkan gambar dengan narasi suara, musik, dan video untuk menyampaikan pembelajaran (Tanjung, 2011). Dibandingkan dengan pembelajaran tanpa *digital storytelling*, terdapat perbedaan signifikan dalam motivasi belajar siswa. Sebelum menggunakan media tersebut, tingkat motivasi belajar hanya sebesar 28,44%, namun setelah menggunakan *digital storytelling*, tingkat motivasi belajar meningkat menjadi 47,48%. Hal ini menunjukkan bahwa *digital storytelling* efektif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional (Krisnawati & Julianingsih, 2019).

2.3. Asal Mula Terbentuknya Danau Toba

Danau Toba merupakan salah satu fenomena geologi paling unik di dunia, terbentuk akibat letusan dahsyat Gunung Toba sekitar 74.000 tahun yang lalu. Letusan ini tercatat sebagai salah satu supervolcano terbesar dalam sejarah bumi, dengan kekuatan yang luar biasa hingga memberikan dampak dramatis pada ekosistem global. Kehancuran yang ditimbulkan hampir memusnahkan populasi manusia, hewan, dan tumbuhan, meninggalkan jejak bencana yang sangat besar. Setelah letusan berakhir, alam mulai memulihkan diri secara perlahan. Kawah besar yang terbentuk akibat letusan perlahan terisi oleh air hujan dan aliran sungai, membentuk Danau Toba seperti yang kita kenal sekarang. Pulau Samosir juga terbentuk dari endapan magma yang mendorong ke atas, menciptakan pulau di tengah Danau Toba (Toba Caldera *et al.*, 2021).

2.4. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sarana yang dapat dimanfaatkan untuk menyampaikan informasi kepada peserta didik, sehingga materi pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami. Penggunaan media pembelajaran tidak hanya meningkatkan minat dan motivasi peserta didik, tetapi juga memberikan dampak psikologis positif yang mendukung terciptanya suasana belajar yang menyenangkan dan interaktif. Selain itu, media pembelajaran berperan penting dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi penyampaian materi. Setiap media pembelajaran memiliki karakteristik yang berbeda, penting untuk memilih dan memanfaatkan media sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik peserta didik, agar hasil pembelajaran dapat dioptimalkan (Wulandari *et al.*, 2023).

Ada berbagai jenis media pembelajaran yang dapat digunakan dalam proses belajar mengajar. Menurut Yusufhadi Miarso, pengelompokan media berdasarkan cirinya, terdiri dari (Wulandari *et al.*, 2023):

1. Metode Penyaji:
 - a) Kelompok 1: Grafis, bahan cetak, gambar diam.
 - b) Kelompok 2: Media proyeksi diam.
 - c) Kelompok 3: Media audio.
 - d) Kelompok 4: Audio dengan visual diam.
 - e) Kelompok 5: Film (gambar bergerak).
 - f) Kelompok 6: Televisi.
 - g) Kelompok 7: Multimedia.
2. Media Objek: Suatu objek yang menyampaikan informasi, bukan dalam bentuk penyajian namun melalui ciri fisiknya seperti ukuran, berat, bentuk, susunan, warna, dan fungsi.
3. Media Interaktif: Media yang melibatkan siswa dalam proses pembelajaran melalui interaksi, bukan hanya perhatian pasif.

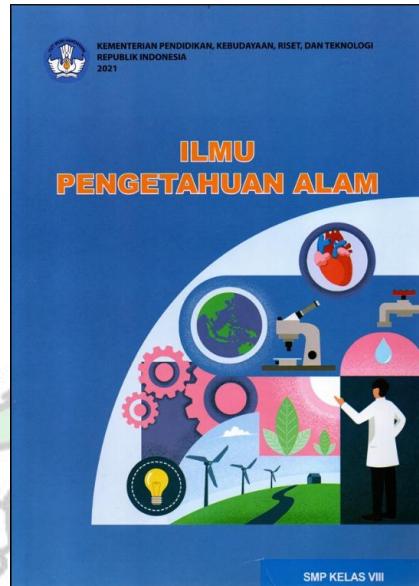
Menurut Asosiasi Pendidikan Nasional (National Education Association/NEA), media mencakup berbagai bentuk komunikasi, baik cetak maupun audio-visual, beserta perangkatnya. Media sebaiknya bersifat fleksibel, dapat dilihat, didengar, dan dibaca. Secara umum, media adalah segala sesuatu yang berfungsi sebagai perantara informasi yang mampu merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat siswa, serta mendukung terjadinya proses pembelajaran (Junaidi, 2019).

2.5. Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Kurikulum Merdeka

Pembelajaran IPA dalam Kurikulum Merdeka untuk SMP bertujuan membantu siswa memahami konsep dasar IPA dan meningkatkan sikap ilmiah mereka. Tujuan pembelajaran ini juga mencakup pemahaman *sains*, keterampilan proses, serta pengembangan sikap dan perilaku yang mendukung kelestarian lingkungan. Standar kompetensi lulusan menjadi pedoman dalam mengukur capaian pembelajaran IPA, yang mencakup sikap, keterampilan, dan pengetahuan (Kemendikbudristek, 2022).

Pada kegiatan belajar mengajar terdapat buku paket sebagai panduan dalam pembelajaran. Sebagai media pembelajaran, buku paket memiliki indikator keberhasilan pembelajaran. Salah satu buku paket yang digunakan dalam pembelajaran

Ilmu Pengetahuan Kelas VIII sekolah menengah pertama adalah Ilmu Pengetahuan Alam yang terlampir pada Gambar 2.1 dan salah satu indikator pembelajaran terlampir pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Sampul Buku Panduan (Sumber : buku.kemdikbud.go.id)

Buku paket pada Gambar 2.1 merupakan buku pegangan dalam pembelajaran IPA di SMP BUDI MURNI 1 MEDAN untuk kelas VIII. Salah satu topik pembahasan yang berkaitan dengan asal mula terbentuknya Danau Toba terdapat pada Bab 6 tentang Struktur Bumi dan Perkembangannya yang membahas mengenai struktur bumi, lempeng tektonik, gempa bumi, dan gunung berapi sesuai dengan Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Topik Bahasan (Sumber : buku.kemdikbud.go.id)

2.6. Unity 2D

Unity, yang dikembangkan oleh Unity Technologies Inc., adalah sebuah *game engine* yang menyediakan alat terintegrasi untuk pembuatan *game*. Unity adalah teknologi yang digunakan untuk mengembangkan game 3D, namun juga dapat mendukung pengembangan game 2D (Dwiansyah & Thamrin, 2022). Keunggulan lainnya dari Unity adalah kemampuannya dalam membuat *game multiplatform* yang dapat dipublikasikan ke berbagai sistem seperti Android, iOS, XBOX, Playstation, dan computer (Saefudin *et al.*, 2021).

2.7. Unified Modeling Language

Unified Modeling Language (UML) merupakan bahasa standar yang digunakan untuk memodelkan, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. UML berfungsi untuk memvisualisasikan struktur, perilaku, serta interaksi dalam berbagai jenis sistem. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua jenis diagram UML, yaitu, (Rumbaugh *et al.*, 2005):

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara dengan fungsi-fungsi yang ada dalam sistem. Diagram ini menunjukkan hubungan antara aktor dan *use case*, memberikan perspektif perilaku sistem dari sudut pandang pengguna. *Use case diagram* membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan keseluruhan sistem.

2. Activity Diagram

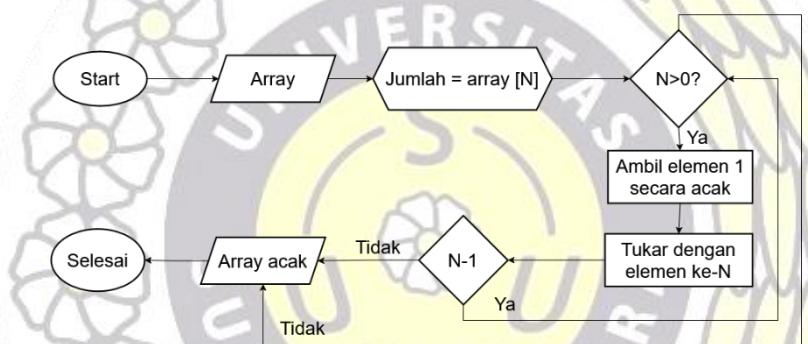
Activity Diagram menunjukkan alur aktivitas dalam sebuah sistem, termasuk urutan, percabangan, serta alur kontrol antar aktivitas. Diagram ini sangat berguna untuk menggambarkan proses atau fungsi dinamis sistem, menyoroti bagaimana objek dalam sistem berinteraksi dalam suatu alur kerja.

2.8. Storyboard

Storyboard adalah serangkaian gambar berurutan yang digunakan untuk merangkai sebuah cerita dengan tujuan mempermudah penyampaian ide sehingga cerita menjadi lebih terstruktur dan terarah. Dalam pembuatan *game*, *storyboard* dapat digunakan untuk menggambarkan alur sesuai dengan genre *game* yang akan dibuat untuk mengilustrasikan sketsa permainan dari awal hingga akhir permainan (Kunto *et al.*, 2021).

2.9. Algoritma Fisher-Yates Shuffle

Algoritma Fisher-Yates Shuffle dikenal sebagai Knuth shuffle dari Donald Knuth. Dipilih karena efisiensi dalam mengacak angka dengan waktu eksekusi yang cepat. Ada dua metode dalam algoritma ini yaitu orisinal dan modern. Metode modern lebih cocok untuk pengacakan dalam konteks komputerisasi karena menghasilkan pengacakan yang lebih bervariasi (Yulyanto & Permana Dewi, 2020). Kelebihan dari algoritma Fisher-Yates Shuffle adalah efektivitasnya dalam pengacakan dan kompleksitas algoritmanya yang optimal. Penggunaan algoritma ini dapat mengacak potongan *puzzle* pada game menyusun *puzzle* dan mengacak soal *quiz*. Fisher-Yates Shuffle merupakan algoritma yang menghasilkan permutasi acak dari suatu himpunan, sehingga mencegah *player* untuk menghafal posisi atau urutan objek (Virginia & Amanda Ginting, 2023; Yulyanto & Permana Dewi, 2020).



Gambar 2.3 Flowchart Algoritma Fisher-Yates Shuffle (Sumber: Yulyanto & Permana Dewi, 2020)

Berikut adalah proses algoritma Fisher-Yates Shuffle sesuai dengan Gambar 2.3:

1. Tentukan nilai n, yang merupakan jumlah elemen dalam himpunan yang akan diacak.
2. Pilih angka acak (x), yang merupakan angka acak antara 1 dan n dari array berdasarkan jumlah elemen yang telah ditentukan dan range yang diperbolehkan.
3. Tukar posisi (x) dengan elemen terakhir dalam *range* 1-n.
4. Tukar posisi (x) dengan angka terakhir pada range 1 - n.
5. Atur ulang nilai n, di mana ($n = n - 1$).
6. Jika n masih memenuhi syarat $n > 0$, maka kembali lakukan proses pilih angka acak (x) di mana $1 \leq x \leq n$. Proses pengacakan dilakukan selama masih terdapat elemen yang belum diacak.

2.10. User Experience

Pengukuran *user experience* bisa dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Salah satu cara pengukuran yang populer adalah menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ). UEQ dianggap menguntungkan karena dapat memberikan hasil pengukuran yang komprehensif terhadap pengalaman pengguna. Hal ini karena UEQ mencakup berbagai aspek penting dari pengalaman pengguna (Santoso *et al.*, 2016).

UEQ memiliki tiga komponen utama yaitu daya tarik, aspek pragmatis, dan aspek hedonik. Aspek pragmatis menggambarkan bagaimana pengguna melihat aspek-aspek teknis suatu objek berkaitan dengan kejelasan, efisiensi dan ketepatan, sedangkan aspek hedonik mencerminkan persepsi mereka terhadap aspek non-teknis yang berkaitan dengan stimulasi dan kebaharuan. Enam skala pengukuran dari UEQ mencakup daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketepatan, stimulasi, dan kebaruan (Henim & Sari, 2020; Schrepp, 2023).

2.11. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang telah memanfaatkan gamifikasi dalam bidang pendidikan. Penelitian yang dilakukan oleh S & Hermita (2020) berjudul "Perancangan Game Novel Visual Cerita Rakyat Nusantara 'Asal Mula Danau Toba' Menggunakan Renpy Visual Novel Engine". Penelitian ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran berbasis cerita rakyat nusantara melalui *game* novel visual dengan cerita Asal Mula Danau Toba sebagai objeknya. Aplikasi ini dirancang dalam bentuk animasi interaktif menggunakan Ren'Py Visual Novel Engine dan pengembangan dilakukan dengan metode *Extreme Programming*.

Wahyudi *et al.*, (2021) melakukan penelitian yang berjudul "Pengembangan *Game* Edukasi *Fractal Adventure* untuk Pembelajaran Bilangan Pecahan". Penelitian ini dilakukan untuk menciptakan *game* edukasi bilangan pecahan menggunakan teknologi komputer. Dengan banyaknya anak yang gemar bermain *game*, penting untuk mengembangkan media pembelajaran menarik bagi mereka. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran Gerlach and Ely dengan hasil validasi ahli materi 86%, ahli media pembelajaran 82%, dan praktisi lapangan 93%. Respons positif peserta didik terhadap *game* edukasi "*Fractal Adventure*" dinilai sangat baik.

Nurtanto *et al.*, (2021) melakukan penelitian yang berjudul "*A Review of Gamification Impact on Student Behavioral and Learning Outcomes*". Pada penelitian

ini gamifikasi dalam pembelajaran abad ke-21 terbukti mendukung perilaku dan hasil belajar siswa, termasuk aspek kognitif, afektif, dan kinerja. Analisis terhadap 40 artikel (2016–2021) menunjukkan dampak positifnya, dengan rekomendasi untuk keberlanjutan penerapan melalui desain antarmuka yang baik dan peningkatan kemampuan kognitif.

Nirwana & Purwanto (2022) melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Teknologi *Game* Indonesia “Pramuka Asik” Menggunakan Unity 2d Engine Berbasis Android”. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah *Multimedia Development Life Cycle* dengan *Unity Engine 2D* untuk membuat aplikasi. Pengujian dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 15 anggota pramuka penggalang atau peserta didik. Hasil pengujian menggunakan skala Likert untuk menilai efektivitas penggunaan aplikasi. Hasil menunjukkan bahwa 77,4% responden puas dengan aplikasi *Game* Pramuka ini.

Nitiasih *et al.*, (2022) melakukan penelitian yang berjudul “*Enhancing Students' Reading Comprehension with Gamification of Local Wisdom Stories during Emergency Online Learning*”. Penelitian ini menemukan bahwa dari hasil analisis deskriptif dan inferensial, rata-rata skor pemahaman membaca siswa pada *post-test* (80,27) lebih tinggi dari pada *pre-test* (72,91). Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan gamifikasi cerita kearifan lokal mampu meningkatkan pemahaman membaca siswa.

Poonsawad *et al.*, (2022) melakukan penelitian dengan judul "*Synthesis of Problem-Based Interactive Digital Storytelling Learning Model Under Gamification Environment Promotes Students' Problem-Solving Skills*". Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model pembelajaran bercerita *digital* interaktif berbasis masalah dengan pendekatan gamifikasi guna meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Secara keseluruhan, penilaian atas kesesuaian model pembelajaran yang dikembangkan berada pada tingkat yang sangat sesuai (rerata= 4,56 dengan deviasi standar= 0,60). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model tersebut dinyatakan sesuai oleh ahli dan secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa.

Karapakdee & Wannapiroon (2023) melakukan penelitian yang berjudul “*Immersive Digital storytelling Learning Experience with a Metaverse Gamification Game Platform to Enhance Game Developer Competency*”. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penggunaan pembelajaran *digital storytelling* melalui *game* gamifikasi

metaverse untuk meningkatkan kompetensi pengembang *game*. Tujuannya adalah mengembangkan pengalaman belajar *digital storytelling* yang imersif, mengevaluasi manajemen *game* dan pengalaman belajar, menciptakan model pembelajaran imersif, dan menilai kompetensi pengembang *game* siswa. Hipotesisnya adalah siswa yang menggunakan pembelajaran ini akan memiliki keterampilan pengembangan *game* tinggi. Studi melibatkan 15 siswa SMP, hasilnya mendukung hipotesis dengan menunjukkan keterampilan yang tinggi (rata-rata= 4.97, S.D. 0.18).

Cinde & Pinandita, (2023) melakukan penelitian yang berjudul “*The Development of Android-Based Plane Figure Educational Game Using Unity 2D With Fisher Yates Shuffle Algorithm (A Case Study at Sekolah Dasar Negeri 1 Brobot)*”. Penelitian ini mengembangkan permainan edukatif berbasis Android menggunakan Unity 2D dengan algoritma Fisher Yates Shuffle untuk meningkatkan minat dan motivasi siswa kelas IV SD Negeri 1 Brobot dalam mempelajari materi bangun datar. Dengan metode R&D dan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), permainan ini divalidasi oleh ahli media (82,8%) dan ahli materi (87,5%), serta diuji praktikalitasnya dengan siswa berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah (82,5%). Uji coba *pre-test* dan *post-test* terhadap 12 siswa menunjukkan peningkatan hasil belajar dari 27,5% menjadi 40,8%, dengan peningkatan sebesar 48,4%, membuktikan efektivitas permainan dalam mendukung pembelajaran.

Deokar *et al.*, (2024) melakukan penelitian yang berjudul ”*Flames of Redemption Narrative-Driven 2D Platformer Game in Unity Game Engine*”. Penelitian ini merupakan *game* platformer 2D berbasis narasi yang dikembangkan dengan Unity, membahas aspek teknis dan desain naratif *game*, termasuk penggunaan Universal Render Pipeline (URP). *Gameplay* mencakup pengumpulan objek, navigasi jebakan, dan pertarungan bos, dengan fokus pada fisika pemain dan musuh, algoritma projektil, serta manajemen UI. Makalah ini menyoroti perpaduan desain naratif, pengembangan karakter, dan keputusan pemain sebagai elemen kunci dalam menciptakan pengalaman bermain yang imersif.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Maraza-quispe *et al.*, (2024) yang berjudul ”*Impact of Gamification on Collaborative Learning Development : A Quantitative Experimental Approach*”. Penelitian ini mengevaluasi dampak platform gamifikasi Classcraft dalam meningkatkan kerja kolaboratif siswa pada pendidikan dasar reguler.

Studi dilakukan pada 30 siswa kelas III SMA yang dipilih secara non-probabilistik berdasarkan keterampilan teknologi. Dengan menggunakan kuesioner yang mencakup lima dimensi kolaborasi (saling ketergantungan, tanggung jawab individu dan kelompok, keterampilan interpersonal, dan manajemen tim), hasil *pre-test* menunjukkan tingkat kolaborasi siswa yang biasa saja, sementara *post-test* menunjukkan peningkatan signifikan ke tingkat "Baik". Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan Classcraft secara efektif meningkatkan keterampilan kolaborasi, manajemen tim, dan tanggung jawab siswa, mendukung gamifikasi sebagai strategi pendidikan untuk mempromosikan kerja sama yang lebih baik.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Keterangan
1	S & Hermita	2020	Penelitian ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran berbasis cerita rakyat nusantara melalui <i>game</i> novel visual dengan cerita Asal Mula Danau Toba sebagai objeknya. Aplikasi ini dirancang dalam bentuk animasi interaktif menggunakan Ren'Py Visual Novel Engine dan pengembangan dilakukan dengan metode <i>Extreme Programming</i> .
2	Wahyudi <i>et al.</i>	2021	Penelitian ini dilakukan untuk menciptakan <i>game</i> edukasi bilangan pecahan menggunakan teknologi komputer. Dengan banyaknya anak yang gemar bermain <i>game</i> , penting untuk mengembangkan media pembelajaran menarik bagi mereka. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran Gerlach and Ely dengan hasil validasi ahli materi 86%, ahli media pembelajaran 82%, dan praktisi lapangan 93%. Respons positif peserta didik terhadap <i>game</i> edukasi " <i>Fractal Adventure</i> " dinilai sangat baik.
3	Nurtanto <i>et al.</i>	2021	Pada penelitian ini gamifikasi dalam pembelajaran abad ke-21 terbukti mendukung perilaku dan hasil belajar siswa, termasuk aspek kognitif, afektif, dan

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Penulis	Tahun	Keterangan
			kinerja. Analisis terhadap 40 artikel (2016–2021) menunjukkan dampak positifnya, dengan rekomendasi untuk keberlanjutan penerapan melalui desain antarmuka yang baik dan peningkatan kemampuan kognitif.
4	Nirwana & Purwanto	2022	Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah <i>Multimedia Development Life Cycle</i> dengan <i>Unity Engine 2D</i> untuk membuat aplikasi. Pengujian dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 15 anggota pramuka penggalang atau peserta didik. Hasil pengujian menggunakan skala Likert untuk menilai efektivitas penggunaan aplikasi. Hasil menunjukkan bahwa 77,4% responden puas dengan aplikasi <i>Game Pramuka</i> ini.
5	Nitiasih <i>et al.</i>	2022	Penelitian ini menemukan bahwa dari hasil analisis deskriptif dan inferensial, rata-rata skor pemahaman membaca siswa pada <i>post-test</i> (80,27) lebih tinggi dari pada <i>pre-test</i> (72,91). Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan gamifikasi cerita kearifan lokal mampu meningkatkan pemahaman membaca siswa.
6	Poonsawad <i>et al.</i>	2022	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model pembelajaran bercerita <i>digital</i> interaktif berbasis masalah dengan pendekatan gamifikasi guna meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Secara keseluruhan, penilaian atas kesesuaian model pembelajaran yang dikembangkan berada pada tingkat yang sangat sesuai (rerata = 4,56 dengan deviasi standar = 0,60).

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Keterangan
7	Karapakdee & Wannapiroon	2023	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model tersebut dinyatakan sesuai oleh ahli dan secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa.
8	Cinde & Pinandita	2023	Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penggunaan pembelajaran <i>digital storytelling</i> melalui <i>game</i> gamifikasi <i>metaverse</i> untuk meningkatkan kompetensi pengembang <i>game</i> . Tujuannya adalah mengembangkan pengalaman belajar <i>digital storytelling</i> yang imersif, mengevaluasi manajemen <i>game</i> dan pengalaman belajar, menciptakan model pembelajaran imersif, dan menilai kompetensi pengembang <i>game</i> siswa. Studi melibatkan 15 siswa SMP, hasilnya menunjukkan keterampilan yang tinggi (rata-rata= 4.97, S.D. 0.18).

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Keterangan
9	Deokar <i>et al.</i>	2024	Penelitian ini merupakan <i>game</i> platformer 2D berbasis narasi yang dikembangkan dengan Unity, membahas aspek teknis dan desain naratif <i>game</i> , termasuk penggunaan Universal Render Pipeline (URP). <i>Gameplay</i> mencakup pengumpulan objek, navigasi jebakan, dan pertarungan bos, dengan fokus pada fisika pemain dan musuh, algoritma proyektil, serta manajemen UI. Makalah ini menyoroti perpaduan desain naratif, pengembangan karakter, dan keputusan pemain sebagai elemen kunci dalam menciptakan pengalaman bermain yang imersif.
10	Maraza-quispe <i>et al.</i>	2024	Penelitian ini mengevaluasi dampak platform gamifikasi Classcraft dalam meningkatkan kerja kolaboratif siswa pada pendidikan dasar reguler. Studi dilakukan pada 30 siswa kelas III SMA yang dipilih secara non-probabilistik berdasarkan keterampilan teknologi. Dengan menggunakan kuesioner yang mencakup lima dimensi kolaborasi (saling ketergantungan, tanggung jawab individu dan kelompok, keterampilan interpersonal, dan manajemen tim), hasil <i>pre-test</i> menunjukkan tingkat kolaborasi siswa yang biasa saja, sementara <i>post-test</i> menunjukkan peningkatan signifikan ke tingkat "Baik". Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan Classcraft secara efektif meningkatkan keterampilan kolaborasi, manajemen tim, dan tanggung jawab siswa, mendukung gamifikasi sebagai strategi pendidikan untuk mempromosikan kerja sama yang lebih baik.

2.12. Perbedaan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memiliki beberapa perbedaan dengan penelitian terdahulu. Wahyudi *et al.*, (2021), mengembangkan *game* edukasi yang berfokus pada pembelajaran bilangan pecahan dengan menggunakan model Gerlach and Ely, sedangkan penelitian ini mengambil pendekatan berbeda dengan memanfaatkan fakta ilmiah yang disampaikan melalui gamifikasi dan *digital storytelling*. Penelitian yang dilakukan oleh S & Hermita (2020) serta Karapakdee & Wannapiroon (2023) sama-sama mengusung elemen cerita rakyat atau gamifikasi dalam rancangan pembelajarannya. Namun, penelitian ini menitikberatkan pada penyampaian pengetahuan ilmiah terkait fenomena alam yang bersifat kompleks, yang diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih mendalam kepada peserta didik.

Penelitian seperti Nitiasih *et al.*, (2022) dan Poonsawad *et al.*, (2022) berfokus pada peningkatan keterampilan membaca dan pemecahan masalah, sedangkan penelitian ini menargetkan peningkatan pemahaman ilmiah terkait fenomena geologi, khususnya pembentukan Danau Toba. Penelitian Nirwana & Purwanto (2022) yang menggunakan Unity Engine 2D untuk pengembangan game edukasi “Pramuka Asik” memiliki fokus pembelajaran pramuka, sementara penelitian ini mengintegrasikan pendekatan gamifikasi dengan *digital storytelling* berbasis fakta ilmiah.

Penelitian Cinde & Pinandita (2023) menggunakan model ADDIE dan metode R&D dengan validasi ahli dan uji coba praktikalitas yang melibatkan siswa dan S & Hermita (2020) menggunakan pendekatan ekstrem, sementara penelitian ini menggunakan metode MDLC. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan pendekatan *digital storytelling* sebagai media pembelajaran berbasis Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), yang dirancang untuk memadukan narasi menarik dengan konsep ilmiah, sehingga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif bagi peserta didik.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Analisis Masalah

Setelah melakukan pengamatan melalui berbagai pencarian jurnal, ditemukan bahwa sebagian besar referensi terkait cerita Danau Toba lebih banyak mengangkat aspek legenda dibandingkan pendekatan ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa narasi tentang Danau Toba dalam berbagai sumber lebih sering berfokus pada nilai budaya dan mitos daripada menyajikan fakta-fakta ilmiah tentang proses geologis pembentukannya. Kondisi ini mengindikasikan perlunya upaya untuk mengintegrasikan fakta ilmiah dalam penyampaian cerita Asal Mula Danau Toba, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh dan edukatif kepada siswa.

Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman siswa mengenai asal-usul pembentukan Danau Toba secara ilmiah, yang seringkali hanya disampaikan melalui legenda, menjadi tantangan penting dalam pendidikan ilmu pengetahuan alam. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan kreatif dalam menyampaikan materi, salah satunya dengan memanfaatkan gamifikasi dalam *digital storytelling*. Cerita rakyat tentang Danau Toba, seperti legenda Toba dan Samosir, merupakan bagian penting dari warisan budaya lokal. Namun, cerita ini kerap mengesampingkan fakta-fakta ilmiah yang menjelaskan proses pembentukan danau tersebut.

3.2. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Proses ini mencakup identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Identifikasi ini bertujuan untuk menentukan elemen-elemen utama yang harus ada dalam sistem serta memastikan kinerjanya optimal. Terdapat dua jenis kebutuhan dalam pengembangan sistem ini, yaitu :

3.2.1. Kebutuhan Fungsional

Mengacu pada fitur atau fungsi yang harus tersedia dalam aplikasi untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Kebutuhan ini berfokus pada apa yang harus dilakukan aplikasi secara operasional.

Tabel 3. 1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan Fungsional	Keterangan
<i>Storytelling</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi harus menampilkan cerita terbentuknya Danau Toba dalam bentuk video animasi 2D sesuai alur cerita. • <i>Player</i> harus menonton video <i>storytelling</i> sebelum melanjutkan ke misi berikutnya.
<i>Games</i> dan Gamifikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi harus menyediakan <i>mini games</i> yang relavan dengan materi pembelajaran. • Aplikasi harus memiliki misi berupa <i>quiz</i> untuk menguji pemahaman siswa di setiap akhir bagian. • <i>Player</i> harus mendapatkan bintang dan pencapaian (<i>achievement</i>) berdasarkan nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan misi.
Materi Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi harus membuat topik pembelajaran yang sesuai. • Materi harus diintegrasikan dalam alur cerita dan permainan untuk mendukung pemahaman ilmiah.
Interaksi Pengguna	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi harus memungkinkan peserta didik untuk memilih dan menyelesaikan misi berdasarkan alur cerita. • <i>Player</i> harus dapat melihat pencapaian mereka, termasuk bintang dan nilai akhir.
Antarmuka Visual 2D	Aplikasi harus menampilkan objek visual berbasis 2D, baik dalam <i>storytelling</i> maupun <i>mini games</i> .

3.2.2. Kebutuhan Non-fungsional

Berkaitan dengan kriteria kualitas dan batasan yang mempengaruhi bagaimana sistem harus berfungsi. Kebutuhan ini meliputi aspek-aspek seperti performa, keamanan, keandalan, dan skalabilitas yang memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi, tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang optimal dan stabil.

Tabel 3. 2 Kebutuhan Non-fungsional

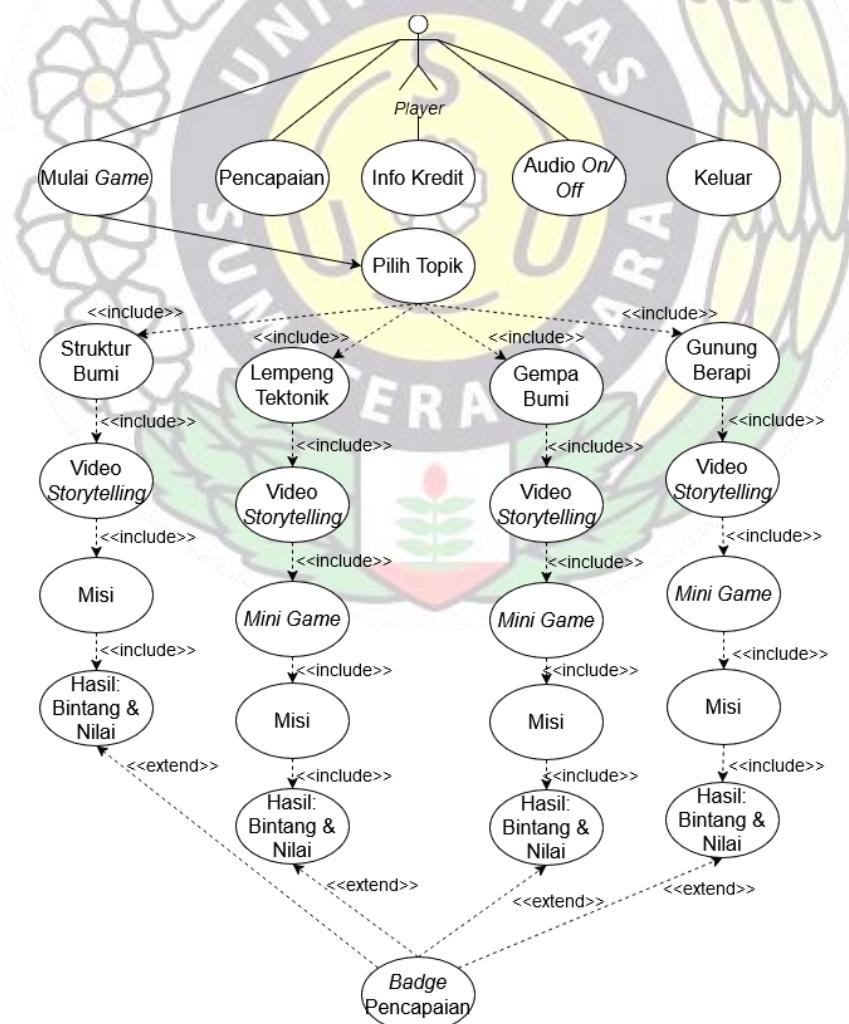
Kebutuhan Non-fungsional	Keterangan
Performa	Aplikasi harus berjalan lancar di perangkat Android kelas menengah ke bawah dengan spesifikasi minimal RAM 2GB
Keamanan	Aplikasi harus melindungi data siswa, seperti pencapaian dan nilai yang didapat, tanpa menyimpannya secara <i>online</i> .
Keandalan	Aplikasi harus tetap stabil saat digunakan selama sesi pembelajaran, termasuk memutar video dan menjalankan game.
Kemudahan Penggunaan	<ul style="list-style-type: none"> • Antarmuka aplikasi harus intuitif dan mudah dipahami oleh siswa. • Navigasi antar bagian (<i>storytelling</i>, <i>mini games</i>, dan misi) harus sederhana. • Aplikasi harus menyajikan animasi dan efek suara yang menarik untuk menjaga keterlibatan siswa. • Sistem penghargaan (bintang dan pencapaian) harus memberikan motivasi tambahan bagi player.
Pengalaman Pengguna	Aplikasi harus kompatibel dengan berbagai versi Android, minimal Android 8.0 (Oreo).
Ukuran Aplikasi	Ukuran aplikasi tidak boleh melebihi 150 MB agar mudah diunduh oleh pengguna dengan koneksi internet terbatas.

3.3. Pemodelan Sistem

Sebagai langkah awal dalam perancangan aplikasi diperlukan pemodelan sistem untuk mendokumentasikan fitur dan alur kerja yang akan diimplementasikan. Pemodelan sistem ini terdiri dari *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram*, yang berfungsi untuk memberikan gambaran visual tentang interaksi pengguna dengan sistem serta proses yang terjadi di dalamnya.

3.3.1. Use case diagram

Use case diagram digunakan untuk memodelkan hubungan antara pengguna (siswa) dan fungsi-fungsi utama dalam aplikasi. Diagram ini menggambarkan fitur-fitur yang tersedia, seperti menonton video *storytelling*, bermain *mini-games*, dan menyelesaikan misi. Dengan memanfaatkan *use case diagram*, penulis dapat mengidentifikasi kebutuhan fungsional sistem secara keseluruhan.



Gambar 3.1 Use Case Diagram Keseluruhan

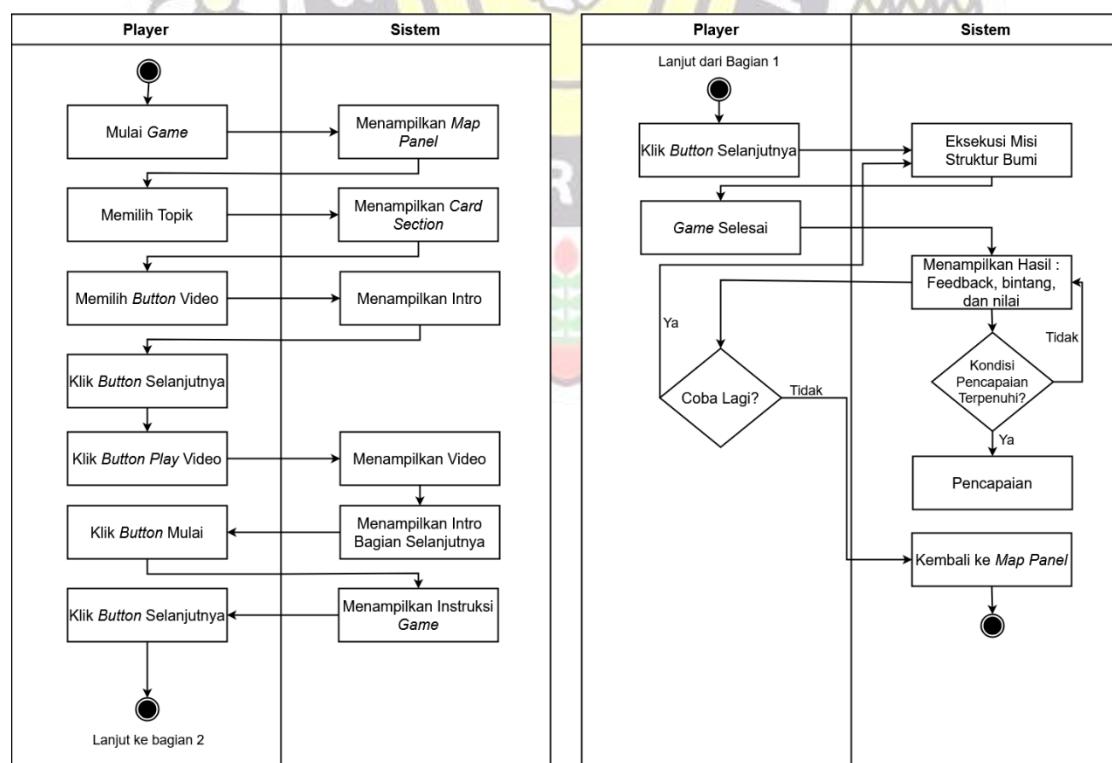
Dalam diagram, terdapat relasi *include* dan *extend* :

- 1) Relasi *include* digunakan untuk menunjukkan bahwa sebuah *use case* selalu melibatkan fungsi tambahan tertentu.
- 2) Relasi *extend* digunakan untuk menunjukkan bahwa suatu fungsi tambahan hanya terjadi dalam kondisi tertentu.

Pada Gambar 3.1 bagian Tile Screen terdapat beberapa *button* yaitu “Mulai Game”, “Pencapaian”, “Info Kredit”, “Audio On/Off”, dan “Keluar”. Pada saat *player* memulai game maka akan beralih ke tampilan Peta untuk memilih topik atau bagian yang akan dimainkan. Setelah memilih topik, misalnya topik Struktur Bumi maka *player* diharuskan memutar video terlebih dahulu kemudian setelah video selesai, *player* akan memainkan misi setelah selesai akan ditampilkan panel hasil yang terdiri dari *feedback*, bintang dan nilai. Pencapaian bisa didapatkan jika kondisi tertentu terpenuhi.

3.3.2. Activity diagram

Activity diagram memvisualisasikan alur kerja dalam aplikasi, mulai dari interaksi pengguna hingga proses yang terjadi di belakang layar.



Gambar 3. 2 Activity Diagram Misi Struktur Bumi

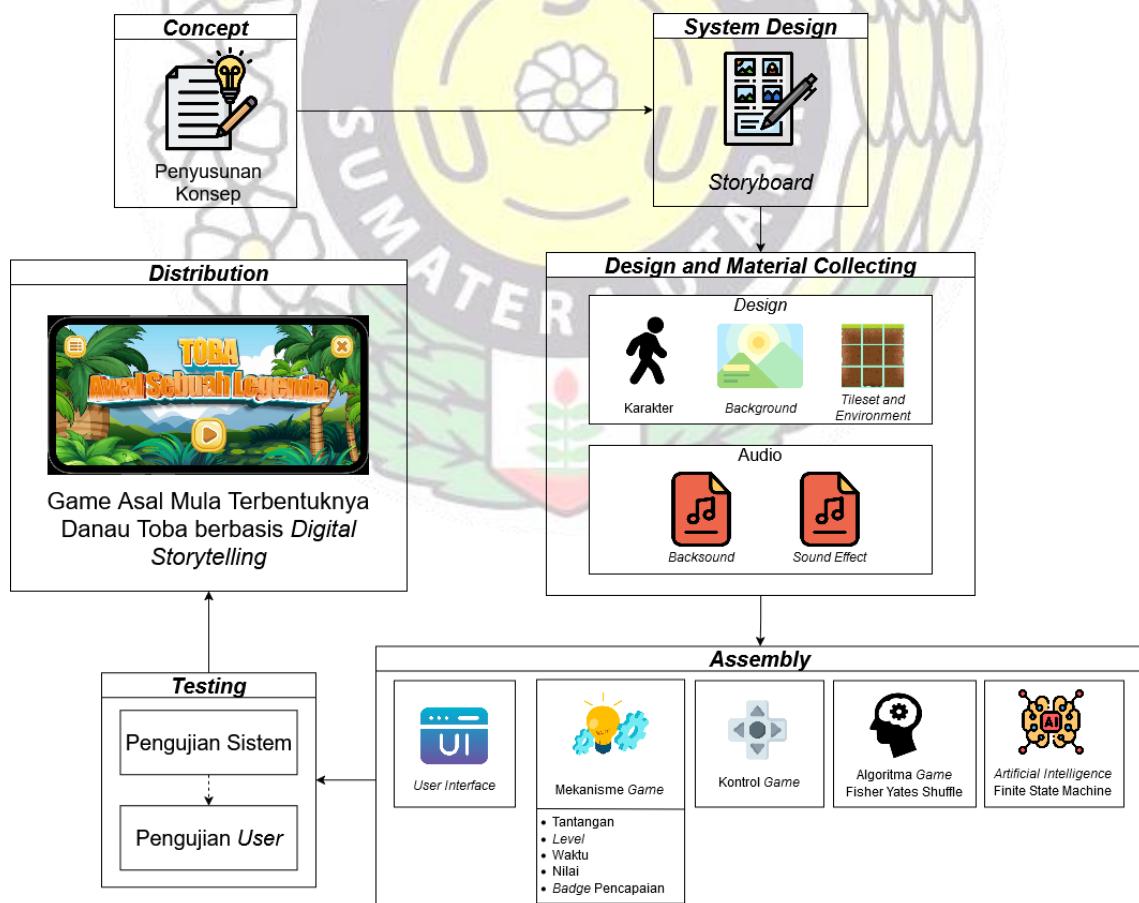
Diagram pada Gambar 3.2 mencakup urutan aktivitas, percabangan, dan pengambilan keputusan yang mendukung fungsi aplikasi, seperti alur dari menonton video hingga menerima pencapaian. Penggunaan *activity diagram* yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 membantu memastikan setiap proses dirancang dengan efisien dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Dengan pemodelan ini, pengembangan aplikasi diharapkan dapat berjalan lebih terarah, sistematis, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.4. Arsitektur Umum

Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) merupakan metode yang digunakan untuk merancang dan membangun aplikasi media pembelajaran. Dalam penerapannya, setiap tahapan dalam metode MDLC harus dilalui dengan baik untuk menjamin bahwa aplikasi yang dihasilkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Pendekatan sistem yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther.



Gambar 3. 3 Arsitektur Umum

Pada Gambar 3.3 menampilkan arsitektur umum pada penelitian ini. Berikut penjelasan arsitektur umum secara rinci :

3.4.1. Concept

Pada tahap ini konsep akan disusun dengan mengkombinasikan *storytelling* dan *games* yang berisikan materi pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. Ada beberapa tahapan untuk penyusunan konsep.

1. Konsep *Storytelling*

Storytelling dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan materi yang sudah tertera, sesuai dengan alur terbentuknya Danau Toba. *Player* harus menyelesaikan video *storytelling* untuk dapat melanjutkan ke misi selanjutnya. Video *storytelling* akan disajikan dalam bentuk animasi yang akan dikombinasikan dengan beberapa gambar ataupun video asli.

Melalui *storytelling* ini, *player* diajak untuk memahami proses terjadinya Danau Toba dengan keterkaitan antar materi. Kombinasi media yang digunakan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman sekaligus memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan.

Tabel 3.3 Konsep *Storytelling*

Topik	Keterangan
Struktur Bumi	<ul style="list-style-type: none"> • Video dimulai dengan mengilustrasikan lapisan bumi seperti sebutir telur. • Video ditutup dengan pesan inspiratif : ” Sama seperti telur yang rapuh, Bumi juga perlu kita jaga agar tetap utuh dan sehat.”
Lempeng Tektonik	<ul style="list-style-type: none"> • Video menjelaskan apa saja jenis lempeng tektonik dengan mengilustrasikan bagaimana lempeng tektonik bergerak dan menampilkan contoh dari pergerakan lempeng untuk memperkuat pemahaman.
Gempa Bumi	<ul style="list-style-type: none"> • Video menjelaskan apa saja jenis gempa bumi dilengkapi dengan animasi sederhana agar <i>player</i> dapat memahami konsep gempa bumi yang kompleks menjadi lebih mudah dimengerti.

Tabel 3. 3 Konsep Storytelling (Lanjutan)

Topik	Keterangan
Gunung Berapi	<ul style="list-style-type: none"> • Video ini menceritakan proses terjadinya Danau Toba. Penjelasan dimulai dengan proses letusan dahsyat Gunung Toba yang terjadi beberapa kali, membentuk kaldera besar. Kaldera tersebut kemudian terisi air hujan hingga akhirnya menjadi Danau Toba seperti yang kita kenal sekarang.

2. Konsep Games

Konsep *games* dirancang dengan mengintegrasikan elemen permainan dalam bentuk *mini games* dan misi penggeraan *quiz*.

Tabel 3. 4 Konsep Games

Topik	Bagian	Keterangan
Topik 1 : Struktur Bumi	Video	<i>Scene</i> ini dinamakan “Struktur Bumi”, sebelum dimulai akan disampaikan sebuah pengantar bahwa konten dalam video memiliki peran penting terhadap keberhasilan misi selanjutnya.
	Misi	<i>Scene</i> ini dinamakan “Petualangan Cerdas”. Sebelum <i>game</i> dieksekusi akan menampilkan intro yang berisikan mekanisme permainan yaitu <i>player</i> akan menghadapi berbagai tantangan di setiap <i>level</i> , seperti menghindari rintangan, menyelesaikan papan soal untuk memperoleh nilai, serta mengumpulkan koin guna membuka pencapaian tertentu. Berikut penjelasan untuk setiap <i>level</i> : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Level 1</i> <i>Player</i> akan melewati sejumlah rintangan yang menghalangi jalan. Meskipun rintangan tidak memberikan <i>damage</i> langsung, <i>player</i> akan kehilangan kesehatan jika terjatuh, terkena air dan batu. Pada <i>level</i> ini, terdapat 3 papan soal yang harus diselesaikan.

Tabel 3. 4 Konsep Games (Lanjutan)

Topik	Bagian	Keterangan
Topik 2 : Lempeng Tektonik	<p>Video</p> <p>Mini Game</p> <p>Misi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Level 2</i> <i>Player</i> akan dihadapkan pada rintangan yang dapat menyebabkan kerusakan, seperti siput yang bergerak bolak-balik dan genangan lava. Terdapat 3 papan soal untuk diselesaikan pada <i>level</i> ini. • <i>Level 3</i> <i>Level</i> terakhir ini menghadirkan tantangan yang lebih sulit, termasuk siput, skeletron, dan genangan lava yang dapat melukai <i>player</i>. Terdapat 4 papan soal yang harus diselesaikan. Pada akhir <i>level</i>, <i>player</i> harus mengalahkan monster untuk mencapai kemenangan. <p><i>Game</i> ini dirancang untuk melatih kemampuan <i>problem-solving</i>, ketangkasan, dan strategi.</p> <p><i>Scene</i> ini dinamakan “Lempeng Tektonik”, sebelum menampilkan video <i>storytelling</i> akan diberikan intro bahwa video akan berpengaruh terhadap misi selanjutnya.</p> <p><i>Scene</i> ini dinamakan “Puzzle Tektonik”. Dalam <i>scene</i> ini, <i>player</i> akan menyusun potongan <i>puzzle</i> membentuk peta lempeng tektonik. <i>Game</i> ini dirancang untuk memberikan pengalaman interaktif dalam memahami pergerakan lempeng tektonik.</p> <p><i>Scene</i> ini dinamakan ”Kata Susun Acak”. Dalam <i>quiz</i> ini, <i>player</i> ditantang untuk menyusun kata-kata acak menjadi jawaban yang tepat. Setiap soal memiliki batas waktu 60 detik, dan terdapat total 10 soal yang harus diselesaikan. Kata susun acak dirancang untuk menguji pemahaman <i>player</i> sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir cepat.</p>

Tabel 3. 4 Konsep Games (Lanjutan)

Topik	Bagian	Keterangan
Topik 3 : Gempa Bumi	Video	<p><i>Scene</i> ini dinamakan “Gempa Bumi”. Sebelum menayangkan video <i>storytelling</i>, <i>player</i> akan diberikan informasi bahwa isi video ini akan menjadi panduan penting untuk misi yang akan datang.</p>
	<i>Mini Game</i>	<p><i>Scene</i> ini dinamakan “Simulasi Gempa”. Pada bagian ini, setiap awal <i>stage</i> akan diberikan instruksi dan menampilkan efek gempa bumi, kemudian ketika <i>player</i> berhasil menyelesaikan tugas yang diberikan maka akan ditutup dengan penjelasan mengenai kekuatan gempa berdasarkan skala <i>Modified Mercalli Intensity</i> (MMI) yang digunakan oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika).</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Stage I</i> Skala I-II, <i>player</i> diminta untuk mencari tempat berlindung guna menghindari risiko bahaya. • <i>Stage II</i> Skala III-V, <i>player</i> diminta untuk menyusun kembali barang-barang yang terjatuh akibat guncangan. • <i>Stage III</i> Skala V, <i>player</i> ditugaskan untuk menemukan titik-titik kerusakan yang diakibatkan oleh gempa. • <i>Stage IV</i> Skala VI-VIII, <i>player</i> diberikan misi untuk mencari korban bencana yang memerlukan evakuasi. • <i>Stage V</i> Skala IX-XII, <i>player</i> harus menghindari puing-puing yang berjatuhan.

Tabel 3. 4 Konsep Games (Lanjutan)

Topik	Bagian	Keterangan
Misi		<p><i>Scene</i> ini dinamakan "Pilihan Berganda", <i>quiz</i> terdiri dari 10 soal yang harus diselesaikan oleh <i>player</i> dalam waktu yang telah ditentukan, yaitu 450 detik (7 menit 30 detik). Selama penggerjaan <i>quiz</i>, <i>player</i> akan ditampilkan penghitung waktu (<i>timer</i>) yang terus berjalan sebagai pengingat durasi yang tersisa. Apabila waktu habis sebelum seluruh soal dijawab, sistem secara otomatis akan mencatat jawaban yang sudah dimasukkan dan menghitung skor berdasarkan jawaban yang benar. <i>Quiz</i> ini dirancang untuk menguji konsentrasi, kecepatan berpikir, serta kemampuan <i>player</i> dalam menyelesaikan tugas dalam situasi terbatas waktu.</p>
Topik 4 : Gunung Berapi	Video	<p><i>Scene</i> ini dinamakan "Gunung Berapi : Gunung Toba". Video <i>storytelling</i> akan diawali dengan sebuah penjelasan bahwa informasi yang disampaikan dalam video tersebut akan memengaruhi jalannya misi berikutnya.</p>
	Mini Game	<p><i>Scene</i> ini dinamakan "Pencocokan Label", mengharuskan <i>player</i> untuk mencocokkan label yang sesuai dengan kontainer yang telah disediakan untuk melengkapi bagian dari volcano. Setiap pencocokan diberikan batas waktu 3 menit untuk menyelesaiakannya. Jika <i>player</i> ingin mengganti jawaban yang telah dipilih sebelumnya, cukup melakukan tindakan <i>drag and drop label</i> yang baru ke dalam kontainer yang sama. Dengan demikian, jawaban di dalam kontainer akan secara otomatis terganti dengan <i>label</i> yang baru. Pencocokan Label dirancang untuk mengasah ketepatan dan kecepatan <i>player</i> dalam berpikir.</p>

Tabel 3. 4 Konsep Games (Lanjutan)

Topik	Bagian	Keterangan
Misi		<p><i>Scene</i> ini diberi nama “Selamatkan Warga”, di mana <i>player</i> akan menjalankan misi utama untuk menyelamatkan warga. Sebelum permainan dimulai, akan ditampilkan sebuah intro yang menjelaskan mekanisme permainan. Dalam misi ini, <i>player</i> diharuskan menyelamatkan warga sebanyak-banyaknya dengan cara menjawab soal yang muncul ketika <i>player</i> menyentuh <i>marble orange</i>. Terdapat total 20 soal yang harus dijawab oleh <i>player</i>. Setiap jawaban yang benar akan menambah jumlah warga yang berhasil diselamatkan. Semakin banyak warga yang diselamatkan, semakin besar peluang <i>player</i> untuk membuka pencapaian khusus dalam permainan ini. Pada mekanisme waktu, jika <i>player</i> menjawab soal benar maka waktu akan bertambah 15 detik dan jika menjawab soal salah waktu berkurang 10 detik. <i>Scene</i> ini dirancang untuk melatih ketepatan dan kecepatan <i>player</i> dalam menjawab soal, sekaligus memberikan tantangan dalam konteks penyelamatan.</p>

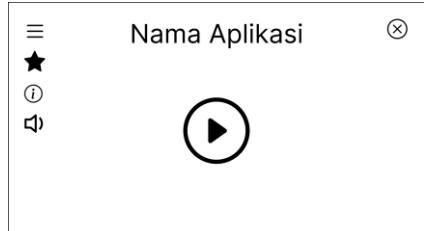
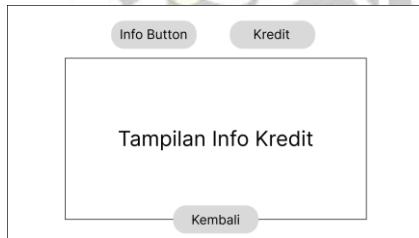
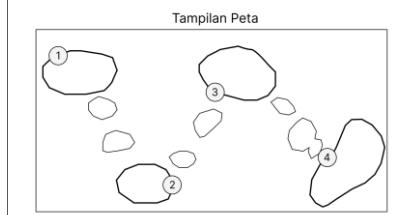
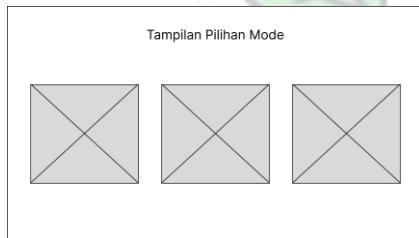
3. Konsep Pembelajaran

Konsep pembelajaran akan meliputi topik mata pelajaran sekolah dengan judul Struktur Bumi dan Perkembangannya. Materi tersebut membahas mengenai struktur dalam bumi, pergerakan lempeng tektonik, gempa bumi, dan gunung berapi sehingga dalam penyampaiannya akan menggunakan cerita terbentuknya Danau Toba dari sisi ilmiah.

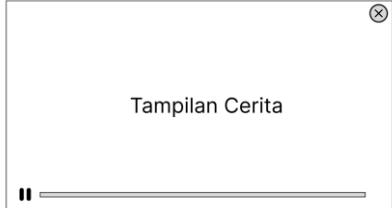
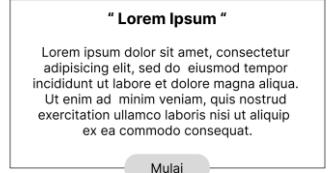
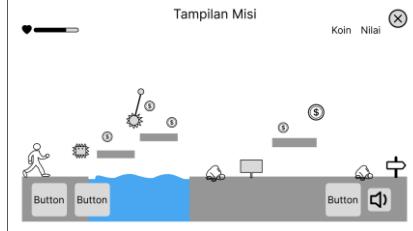
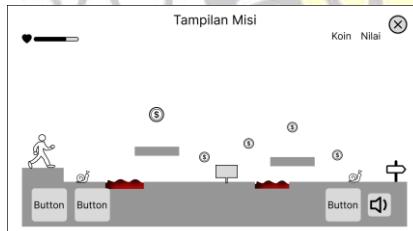
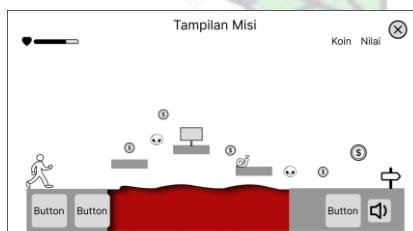
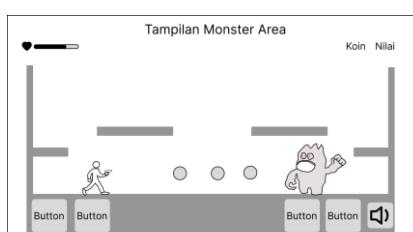
3.4.2. System design

Setelah mendapatkan dan menentukan konsep *games*, maka dilakukan penggabungan konsep *storytelling* dan *games* dalam bentuk *Storyboard* yang disertai alur aplikasi.

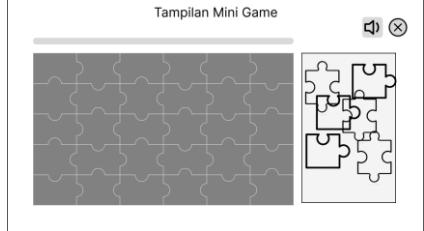
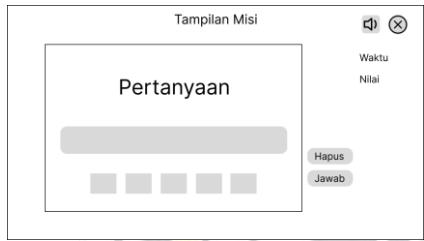
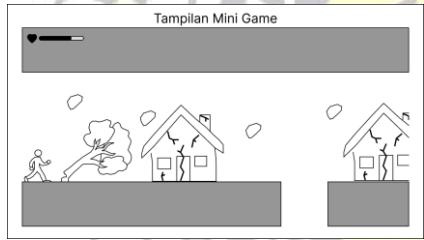
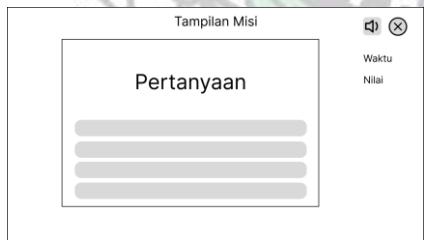
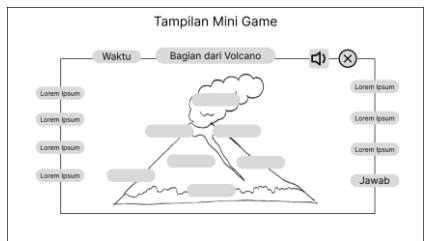
Tabel 3. 5 Storyboard

No	Gambar	Durasi	Keterangan
1		-	Halaman ini merupakan menu utama aplikasi. <i>Player</i> dapat memilih menu yang tersedia sesuai dengan keinginan <i>player</i> .
2		-	Halaman ini berisi penghargaan atas pencapaian yang diperoleh <i>player</i> setelah kondisi tertentu terpenuhi.
3		-	Halaman ini merupakan halaman info yang berisikan tentang info button dan profil pengembang aplikasi.
4		-	Halaman ini merupakan tampilan peta yang nantinya akan berisi materi pembelajaran untuk setiap wilayah dalam peta.
5		-	Halaman ini merupakan tampilan pilihan mode untuk video, mini games, dan misi.
6		-	Halaman ini menampilkan dialog pengantar sebelum memulai video dan memberikan informasi penting tentang mekanisme permainan.

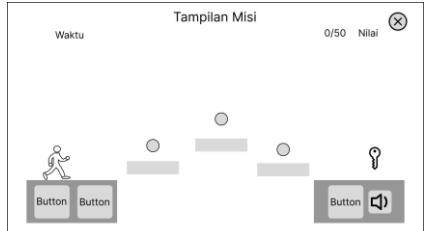
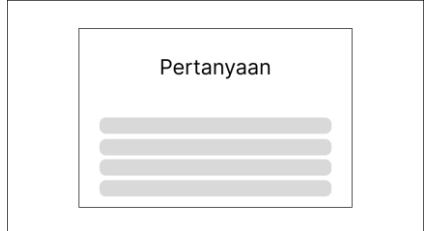
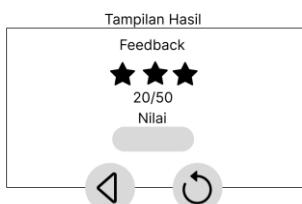
Tabel 3. 5 Storyboard (Lanjutan)

No	Gambar	Durasi	Keterangan
7		03:43	Halaman ini merupakan tampilan cerita yang akan menyampaikan informasi mengenai materi pembelajaran.
8			Halaman ini merupakan tampilan pengantar sebelum memulai permainan. Berisi judul game dan sedikit arahan.
9			Halaman ini adalah tampilan misi Petualangan Cerdas, terdapat beberapa rintangan yang harus dilalui player. Misi ini terdiri dari tiga level dengan kesulitan yang semakin meningkat. Tampilan monster area merupakan bagian akhir dari level 3.
			
			
			

Tabel 3. 5 Storyboard (Lanjutan)

No	Gambar	Durasi	Keterangan
10		05:00	Halaman ini merupakan tampilan <i>mini game</i> Puzzle Lempeng Tektonik. Terdapat keterbatasan waktu dalam pelaksanaannya.
11		10:00	Halaman ini merupakan tampilan Kuis Kata Acak. Terdapat keterbatasan waktu dalam pelaksanaannya. Durasi untuk setiap soal adalah 60 detik.
12			Halaman ini merupakan tampilan Simulasi Gempa. Terdapat 5 <i>stage</i> gempa, gambar di samping merupakan tampilan kekuatan <i>stage</i> 5 yang memiliki keterbatasan nyawa.
13		07:30	Halaman ini merupakan tampilan misi Pilihan Berganda berisi soal tentang gempa bumi. Waktu dihitung mundur untuk keseluruhan soal.
14		03:00	Halaman ini merupakan tampilan <i>mini game</i> Pencocokan Label. Player harus mencocokkan label jawaban ke dalam kontainer kosong. Terdapat keterbatasan waktu dalam pelaksanaannya.

Tabel 3. 5 Storyboard (Lanjutan)

No	Gambar	Durasi	Keterangan
15		-	Halaman ini merupakan tampilan misi Selamatkan Warga. Terdapat keterbatasan nyawa dan waktu dalam pelaksanannya.
16		-	Halaman ini merupakan tampilan <i>quiz</i> pilihan berganda untuk misi Petualangan Cerdas dan Selamatkan Warga.
17		-	Halaman ini untuk menampilkan kondisi jika player berhasil menyelesaikan misi Struktur Bumi.
18		-	Halaman ini untuk menampilkan kondisi jika player berhasil menyelesaikan misi Lempeng
19		-	Halaman ini untuk menampilkan kondisi jika player berhasil menyelesaikan misi Gunung Berapi.
20		-	Halaman ini untuk menampilkan kondisi jika player belum berhasil menyelesaikan misi.

Tabel 3. 5 Storyboard (Lanjutan)

No	Gambar	Durasi	Keterangan
21		-	Halaman ini merupakan tampilan untuk badge pencapaian. Badge akan muncul seperti <i>pop up</i> .
22		⊗	Halaman ini merupakan tampilan jeda. Terdapat dua pilihan yaitu lanjutkan dan kembali.
23		-	Halaman ini merupakan tampilan jika player ingin keluar dari permainan. Terdapat dua pilihan yaitu ya dan tidak.

3.4.3. Design and material collecting

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menyiapkan aset yang akan digunakan dalam pembuatan *game*. Aset yang dikumpulkan mencakup berbagai komponen desain dan audio. Komponen yang perlu disediakan meliputi:

1. Karakter

Pada tahap ini, aset *sprite* untuk karakter utama dan musuh dirancang untuk mendukung *gameplay* yang dinamis dan interaktif.

a) Karakter utama

Gambar 3.4 merupakan karakter utama yang akan muncul pada simulasi gempa *level 5*, misi Struktur Bumi dan Gunung Berapi. Jenis pergerakan yang dimiliki oleh karakter utama adalah:

- *Idle* : Animasi ketika karakter sedang diam.
- *Run* : Animasi ketika karakter bergerak atau berlari.
- *Jump* : Animasi ketika karakter melompat untuk melewati rintangan.
- *Shoot* : Animasi ketika karakter menembakkan peluru melawan musuh.



Gambar 3. 4 Karakter Utama

b) Karakter musuh

Gambar 3.5 merupakan musuh utama dalam *game* ini. Monster akan muncul di akhir *level* 3 pada misi Struktur Bumi. Jenis pergerakan yang dimiliki oleh karakter utama adalah:

- *Idle* : Animasi ketika karakter sedang diam.
- *Patrol* : Animasi ketika monster bergerak ke kanan dan ke kiri.
- *Walk* : Animasi ketika monster berjalan ke arah *player*.
- *Die* : Animasi ketika monster kehilangan nyawa.
- *Rock* : Animasi batu untuk menyerang karakter utama.



Gambar 3. 5 Karakter Musuh

c) Karakter NPC (*Non-Playable Character*)

Gambar 3.6 merupakan siput dan skeleten yang memiliki peran sebagai rintangan dengan gerakan patroli sederhana. Siput bergerak lambat dari kanan ke kiri sebagai penghalang horizontal. Skeleten bergerak naik turun secara vertikal.



(a) Siput



(b) Skeleten

Gambar 3. 6 NPC (*Non-Playable Character*)

2. *Background*

Background dirancang untuk menciptakan suasana yang mendukung alur permainan. Setiap elemen *design background* dibuat menyesuaikan tema dan suasana yang ingin disampaikan kepada *player*, sehingga memberikan pengalaman visual yang imersif.

a) *Tile Screen*

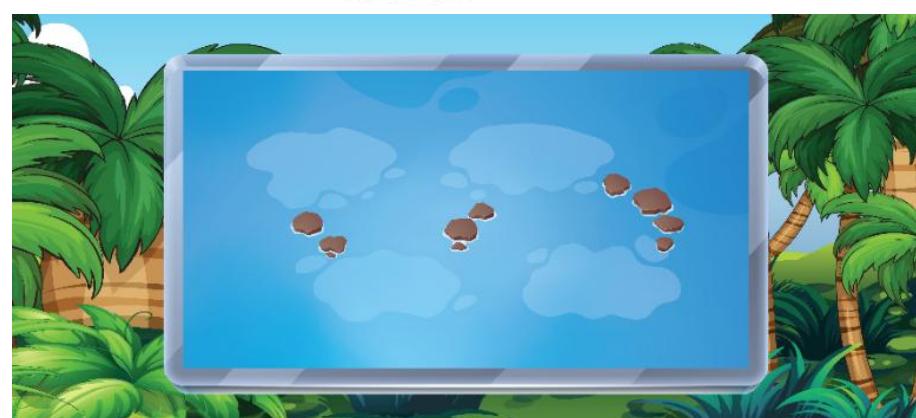
Gambar 3.7 merupakan tampilan awal aplikasi yang memberikan kesan pertama kepada *player*. *Background* pada *tile screen* menampilkan elemen visual seperti judul. Desain *tile screen* mencerminkan tema dari *game* yang menggandung unsur alam dengan menampilkan beberapa pepohonan hijau, bayangan gunung yang jauh, dan semak-semak.



Gambar 3. 7 Design Background Tile Screen

b) Peta

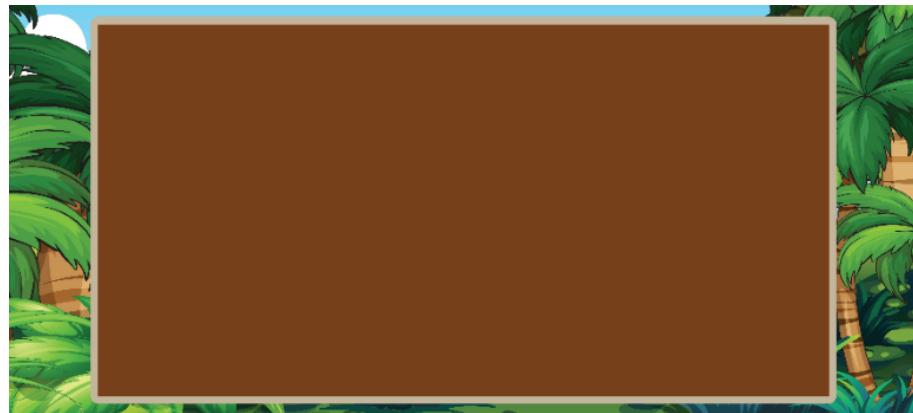
Gambar 3.8 merupakan *background* untuk tampilan peta, dirancang sebagai peta interaktif yang akan menampilkan empat ikon berbentuk pulau, masing-masing merepresentasikan topik bahasan dalam permainan. Desain peta memberikan gambaran visual perjalanan *player* melalui berbagai misi.



Gambar 3. 8 Design Background Peta

c) Pencapaian

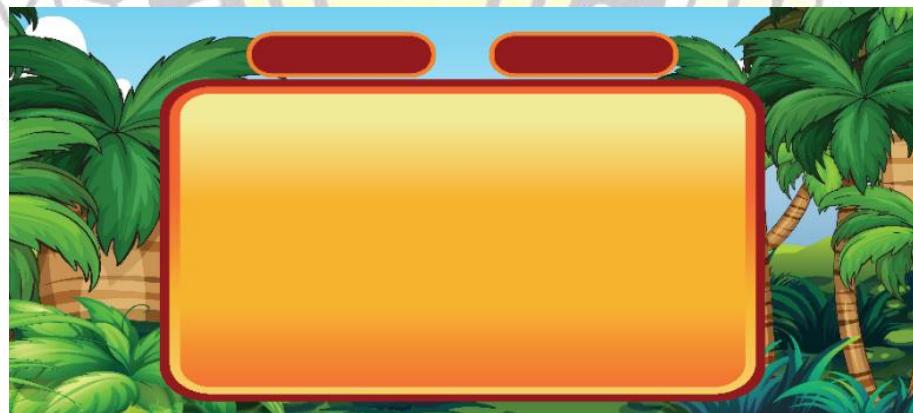
Gambar 3.9 merupakan *background* yang digunakan untuk menampilkan kategori pencapaian dan *badge*. Papan digunakan sebagai wadah dari beberapa tampilan *badge* sesuai kategori yang tersedia.



Gambar 3. 9 Design Background Pencapaian

d) Info Kredit

Gambar 3.10 merupakan *background* yang digunakan sebagai panel informasi *button* dan kredit pengembang, dengan latar hutan tropis, kotak kuning cerah sebagai area utama dan dua *button* merah di atas untuk navigasi. Dua *button* merah yang diletakkan di bagian atas berfungsi sebagai navigasi.



Gambar 3. 10 Design Background Info Kredit

e) Video, *mini games*, dan misi

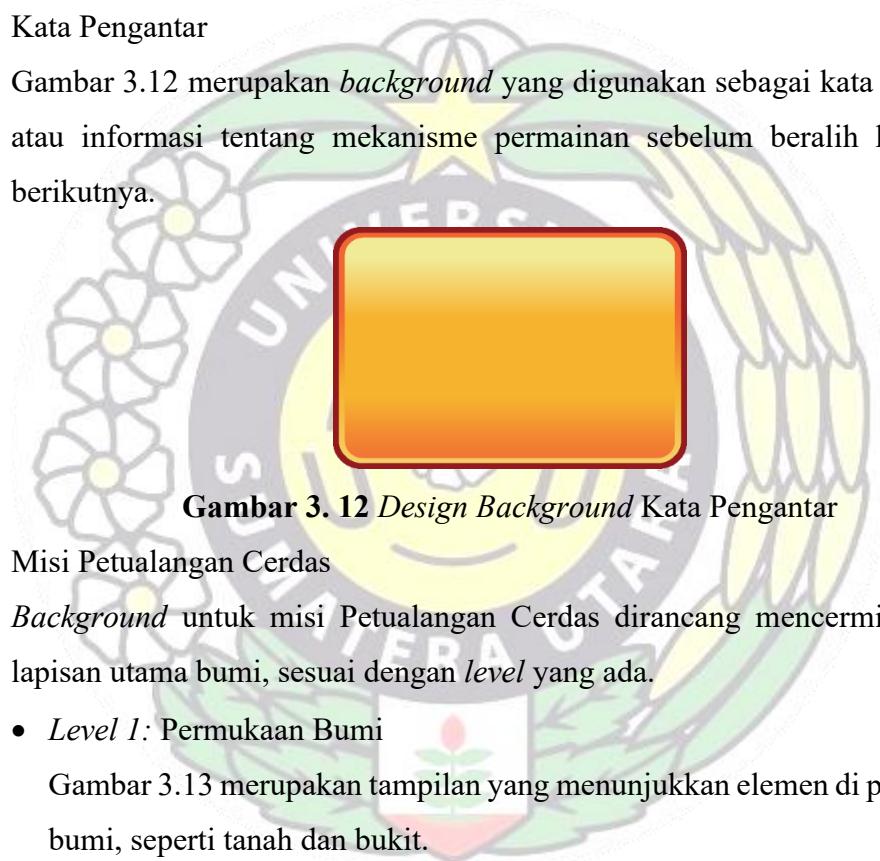
Gambar 3.11 merupakan *background* yang menggambarkan suasana alam terbuka yang tenang. Pepohonan hijau yang tinggi di sisi kiri dan kanan menciptakan kesan keseimbangan visual serta mempertegas tema lingkungan alam. Barisan tebing berbatu di kejauhan memperkaya detail latar, memberikan kedalaman visual, sekaligus mendukung tema eksplorasi atau petualangan.



Gambar 3. 11 Design Background Video, Mini Game, dan Misi

f) Kata Pengantar

Gambar 3.12 merupakan *background* yang digunakan sebagai kata pengantar atau informasi tentang mekanisme permainan sebelum beralih ke bagian berikutnya.



Gambar 3. 12 Design Background Kata Pengantar

g) Misi Petualangan Cerdas

Background untuk misi Petualangan Cerdas dirancang mencerminkan tiga lapisan utama bumi, sesuai dengan *level* yang ada.

- *Level 1:* Permukaan Bumi

Gambar 3.13 merupakan tampilan yang menunjukkan elemen di permukaan bumi, seperti tanah dan bukit.



Gambar 3. 13 Design Background Permukaan Bumi

- *Level 2: Mantel Bumi*

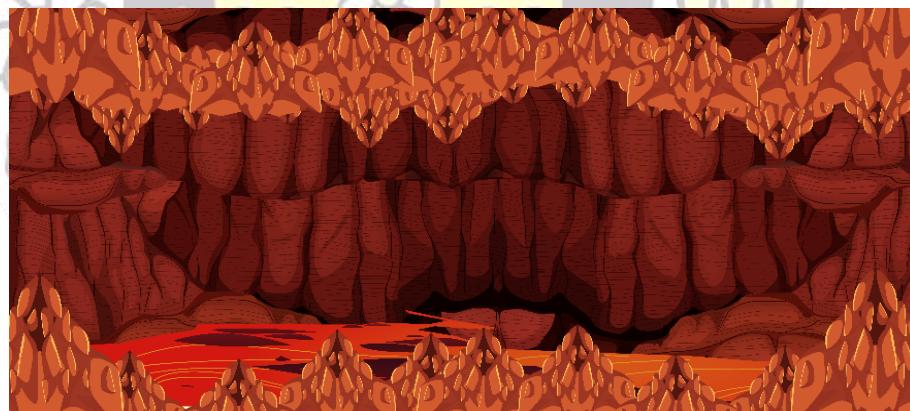
Gambar 3.14 merupakan *background* yang menampilkan elemen bawah tanah dengan suasana khas gua, seperti lapisan batuan padat yang berongga untuk memperkuat tampilan lapisan bawah permukaan tanah.



Gambar 3. 14 *Design Background* Mantel Bumi

- *Level 3: Inti Bumi*

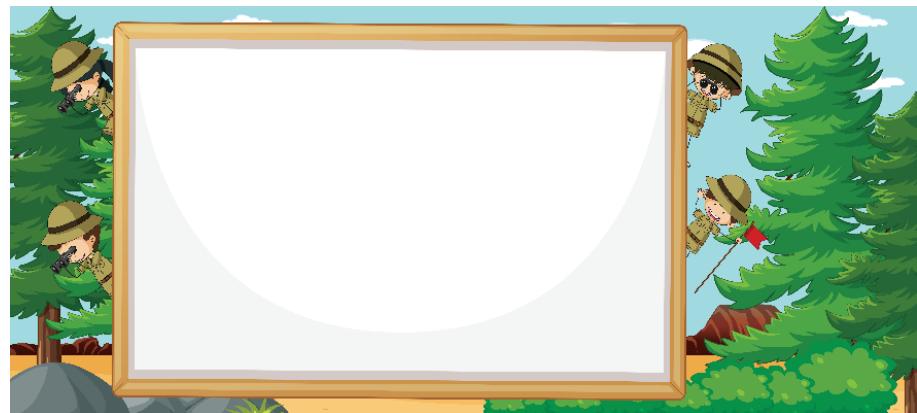
Gambar 3.14 merupakan *background* yang menampilkan suasana yang lebih gelap dengan dominasi warna merah dan *orange*, melambangkan suhu yang sangat panas serta cairan logam yang mengelilingi inti bumi.



Gambar 3. 15 *Design Background* Inti Bumi

h) Misi *quiz*

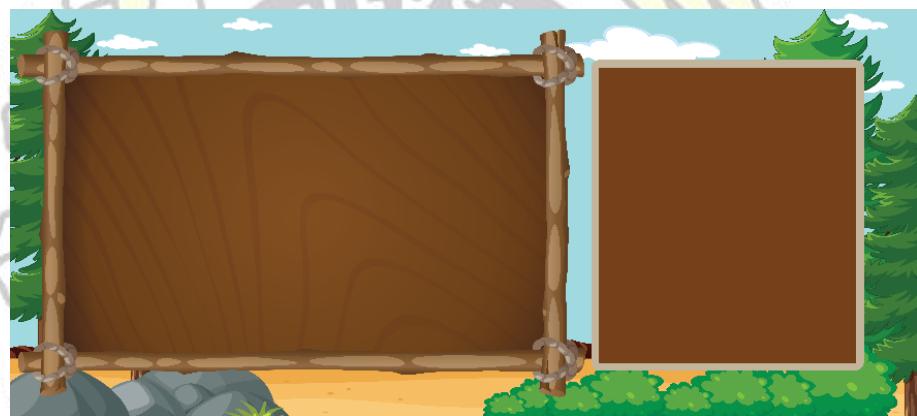
Gambar 3.16 merupakan *background* misi *quiz* yang digunakan untuk misi lempeng tektonik dan gempa bumi dengan menampilkan elemen visual yang menyenangkan dan mendukung tema edukasi. Papan utama yang berbentuk persegi panjang untuk menampilkan pertanyaan. Karakter penjelajah yang muncul dari balik pepohonan di sisi kiri dan kanan memberikan kesan dinamis serta relevan dengan tema eksplorasi.



Gambar 3. 16 Design Background Quiz

i) *Mini Game Puzzle*

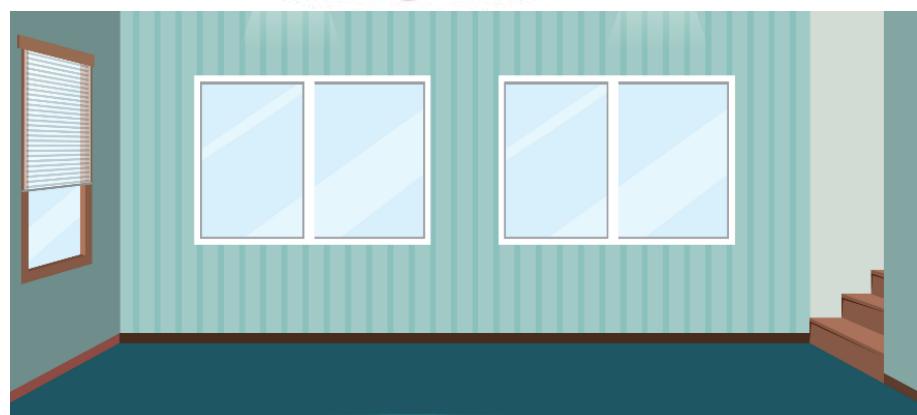
Gambar 3.17 merupakan *background puzzle* yang memanfaatkan elemen kayu untuk membagi area menjadi dua bagian. Kayu besar berfungsi sebagai tempat *puzzle* akan disusun dan papan kayu kecil untuk menampung kepingan *puzzle*.



Gambar 3. 17 Design Background Mini Game Puzzle

j) *Mini Game Simulasi Gempa*

Gambar 3.18 merupakan *background* yang digunakan untuk mensimulasikan gempa yang terjadi di dalam ruangan.



Gambar 3. 18 Design Background Simulasi Gempa Dalam Ruangan

Gambar 3.19 merupakan *background* yang digunakan untuk mensimulasikan gempa di luar ruangan. Gunung di latar belakang dapat merepresentasikan gempa tektonik yang sering terjadi di wilayah pegunungan. Elemen-elemen seperti rumah, pohon, jalan, dan lainnya bisa ditambahkan untuk menunjukkan risiko gempa.



Gambar 3. 19 Design Background Simulasi Gempa Luar Ruangan

k) *Mini game Pencocokan Label*

Gambar 3.20 merupakan *background* hutan mencerminkan lokasi gunung berapi yang sering berada di area alam atau pegunungan. Papan berwarna *orange* kecokelatan di tengah menjadi fokus visual yang akan menampilkan gunung berapi aktif dengan detail anatomi gunung berapi.



Gambar 3. 20 Design Background Mini Game Pencocokan Label

l) *Misi Selamatkan Warga*

Gambar 3.21 merupakan *background* yang digunakan untuk misi penyelamatan warga terkait gunung berapi. Menggambarkan suasana alami yang mendukung konteks *game*. Terdapat beberapa pepohonan hijau yang masih asri dan gunung di tengah sebagai elemen utama untuk mempertegas konsep dan tantangan, sementara elemen hutan memberikan konteks evakuasi.



Gambar 3. 21 Design Background Misi Selamatkan Warga

m) Hasil

Gambar 3.22 merupakan *background* yang digunakan untuk menampilkan hasil dari misi *game*.



Gambar 3. 22 Design Background Hasil

n) Video Storytelling

Pada Gambar 3.23, ditampilkan beberapa *design background* untuk mendukung elemen *storytelling*. *Design* ini digunakan dengan mempertimbangkan estetika visual dan relevansi tematik dengan cerita yang ingin disampaikan. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing *design*:

- Tekstur hijau abstrak, menampilkan tekstur hijau dengan nuansa abstrak yang sederhana untuk memberikan kesan netral dan fleksibel.
- Pemandangan bukit dan pohon, menampilkan pemandangan alam dengan bukit hijau, pohon, dan langit biru digunakan untuk mendukung suasana cerita.
- Langit cerah dan rumput, menampilkan langit biru cerah dan area berumput memberikan suasana terbuka dan menyegarkan. Digunakan untuk narasi singkat.

- Pemandangan taman dan pohon, menampilkan taman dengan pepohonan hijau yang rindang, awan putih, dan bukit di kejauhan. Digunakan untuk narasi cerita yang berfokus pada interaksi karakter narator.

Background ini dirancang untuk memperkuat elemen cerita dengan memberikan konteks visual yang mendukung narasi. Pemilihan warna dan elemen visual menciptakan suasana tertentu sesuai dengan tema cerita. *Design Background* yang konsisten dengan tema keseluruhan permainan membantu menjaga estetika visual dan meningkatkan pengalaman bermain *player*.

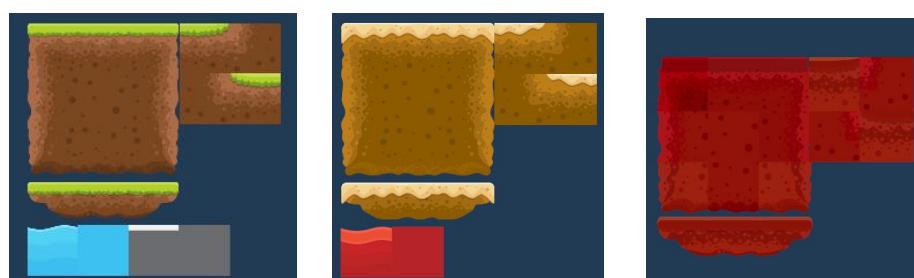


Gambar 3.23 Design Background Video Storytelling

3. Tileset and Environment

a) Tileset

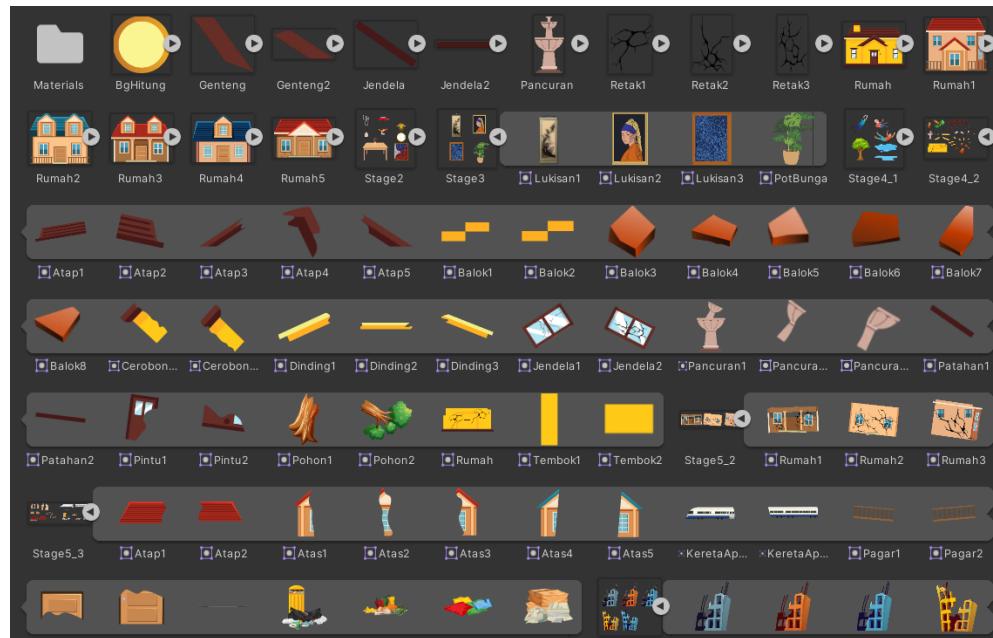
Elemen grafis yang digunakan untuk menyusun area permainan, mencakup jalan, rintangan, dan permukaan lainnya. Terdapat beberapa jenis *tileset* yang digunakan dalam pembuatan jalan dan rintangan yang ditampilkan pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Tileset

b) Environment

Elemen grafis tambahan yang digunakan untuk menciptakan suasana lingkungan dalam permainan. Material seperti pohon, bebatuan, dan elemen latar belakang lainnya digunakan untuk memberikan konteks visual yang mendukung tema permainan yang ditampilkan pada Gambar 3.25.



Gambar 3. 25 Environment

4. Audio

Terdapat 5 *backsound* dan 16 *sound effect*. Audio didapatkan melalui website Pixabay dengan ketentuan bebas lisensi.

- a) *Backsound*: Musik latar yang memperkuat suasana permainan.
- b) *Sound Effect*: Efek suara untuk aksi menembak, menampilkan *pop up*, peringatan, suara gempa, barang terjatuh, retakan, dan lainnya.

3.4.4. Assembly

Assembly merupakan tahap penting dalam pengembangan *game* yang mencakup penggabungan berbagai elemen, seperti desain, *storytelling*, mekanika permainan, kontrol, penerapan algoritma, *Artificial Intelligence* (AI), dan efek visual serta suara. Tahapan ini memastikan semua komponen dapat bekerja dengan baik untuk menciptakan pengalaman bermain yang menyeluruh.

1. User Interface

Pada tahap ini, elemen-elemen seperti desain visual dan fitur permainan disusun menjadi antarmuka pengguna (UI).

a) Navigasi *User Interface*

Interasi *player* dengan UI aplikasi untuk mengakses konten tujuan atau halaman yang ingin dituju.

Tabel 3. 6 Navigasi *User Interface*

No	Icon	Fungsi	Keterangan
<i>Tile Screen</i>			
1		Menampilkan ikon bintang, informasi (i), pengaturan suara, dan mulai.	Menampilkan menu dropdown dengan berbagai pilihan.
2		Menampilkan pencapaian.	Melihat pencapaian dalam permainan.
3		Menampilkan informasi button dan kredit pengembang.	Melihat informasi tentang penggunaan button dan informasi singkat pengembang game.
4		Menampilkan peta.	Berpindah ke halaman peta.
5		Mengaktifkan <i>backsound</i> .	Mengaktifkan audio pada halaman <i>tile screen</i> dan <i>gameplay</i> .
6		Menonaktifkan <i>backsound</i> .	Menonaktifkan audio pada halaman <i>tile screen</i> dan <i>gameplay</i> .
7		Menampilkan <i>pop-up</i> keluar dan batal keluar aplikasi.	Menampilkan <i>pop-up</i> konfirmasi sebelum keluar dari aplikasi .
8		Menutup aplikasi secara keseluruhan.	Menutup aplikasi jika <i>player</i> memilih untuk keluar.

Tabel 3. 6 Navigasi User Interface (Lanjutan)

No	Icon	Fungsi	Keterangan
Peta			
9		Menutup halaman peta dan <i>Button</i> untuk kembali beralih ke halaman <i>tile</i> ke <i>tile screen</i> .	
10		Menampilkan pilihan mode topik struktur bumi.	Memilih topik struktur bumi untuk dipelajari.
11		Menampilkan pilihan mode topik lempeng tektonik.	Memilih lempeng tektonik untuk dipelajari.
12		Menampilkan pilihan mode topik gempa bumi.	Memilih topik gempa bumi untuk dipelajari.
13		Menampilkan pilihan mode topik gunung berapi.	Memilih topik gunung berapi untuk dipelajari.
Pilihan mode			
14		Menampilkan video <i>storytelling</i> .	Menampilkan video topik pembelajaran, menjelaskan tentang proses terbentuknya Danau Toba.
15		Menampilkan <i>mini games</i> seperti <i>puzzle</i> , simulasi gempa, dan pencocokan <i>label</i> .	Menampilkan <i>mini games</i> untuk memperdalam pemahaman tentang topik yang ada.
16		Menampilkan misi seperti petualangan cerdas, kuis kata acak, pilihan berganda, dan selamatkan warga.	Menampilkan misi atau tantangan yang harus diselesaikan oleh <i>player</i> .

Tabel 3. 6 Navigasi User Interface (Lanjutan)

No	Icon	Fungsi	Keterangan
17		Menutup halaman pilihan mode dan beralih ke tampilan peta.	Button untuk keluar dari menu pilihan mode dan kembali ke halaman peta.
<i>Video storytelling</i>			
18		Menghentikan pemutaran video <i>storytelling</i> .	Menjeda durasi video.
19		Melanjutkan pemutaran video <i>storytelling</i> .	Melanjutkan durasi video.
<i>Gameplay</i>			
20		Menggerakkan <i>player</i> ke kanan.	Kontrol untuk menggerakkan karakter ke kanan.
21		Menggerakkan <i>player</i> ke kiri.	Kontrol untuk menggerakkan karakter ke kiri.
22		Menggerakkan <i>player</i> untuk melompat.	Kontrol untuk membuat karakter melompat.
23		Menyerang dengan peluru.	Button untuk melakukan serangan dengan peluru.
24		Menampilkan <i>pop up</i> jeda.	Menghentikan permainan sementara dan menampilkan opsi untuk melanjutkan atau keluar.
25		Kembali ke halaman peta.	Button untuk kembali ke halaman peta dari <i>gameplay</i> .

Tabel 3. 6 Navigasi User Interface (Lanjutan)

No	Icon	Fungsi	Keterangan
26		Memulai ulang permainan.	Button untuk memulai ulang game.
Informasi pengantar			
27		Menutup tampilan informasi pengantar.	Menutup tampilan informasi pengantar dan kembali ke halaman pilihan mode.

b) Desain Elemen *User Interface*

Elemen *User Interface* merujuk pada berbagai komponen visual untuk menyampaikan informasi dan mengelola interaksi.

Tabel 3. 7 Desain Elemen User Interface

No	Elemen	Keterangan
<i>Background</i>		
1		Digunakan untuk <i>background button</i> dan <i>container</i> jawaban dalam mode <i>mini games</i> atau misi.
2		Digunakan untuk <i>background button</i> dan <i>label</i> jawaban dalam mode <i>mini games</i> atau misi.
3		Digunakan untuk <i>background button</i> pada <i>pop up</i> jeda.
4		Digunakan untuk <i>background button option</i> jawaban.
5		Digunakan untuk <i>background dialog intro</i> <i>gameplay</i> .
<i>HUD (Heads-up Display)</i>		
6		Digunakan untuk menampilkan waktu.
7		Digunakan untuk menampilkan nilai dan total orang yang diselamatkan.

Tabel 3. 7 Desain Elemen *User Interface* (Lanjutan)

No	Elemen	Keterangan
8		Digunakan untuk menampilkan koin.
9		Digunakan untuk <i>slider timeline</i> video, terdiri dari <i>background</i> dan <i>fill slider</i> .
10		Digunakan untuk <i>slider timer puzzle</i> , terdiri dari, <i>background</i> dan <i>fill slider</i> .
11		Digunakan untuk tampilan <i>healthbar</i> terdiri dari ikon hati, <i>background</i> <i>slider</i> , dan <i>fill slider</i> .
Hasil & Badge Pencapaian		
12		Tampilan bintang jika <i>player</i> belum mendapatkan nilai.
13		Tampilan bintang jika <i>player</i> sudah mendapatkan nilai.
14		Tampilan badge koin 5000 misi petualangan cerdas.
15		Tampilan badge koin 10000 misi petualangan cerdas.
16		Tampilan badge nilai 100 misi petualangan cerdas.

Tabel 3. 7 Desain Elemen *User Interface* (Lanjutan)

No	Elemen	Keterangan
19		Tampilan badge mini game puzzle.
20		Tampilan badge nilai 100 misi kuis kata acak.
21		Tampilan badge mini game simulasi gempa.
22		Tampilan badge misi pilihan berganda.
23		Tampilan badge mini game pencocokan label.
24		Tampilan badge misi selamatkan warga sebanyak 25 orang.
25		Tampilan badge misi selamatkan warga sebanyak 50 orang.
26		Tampilan badge nilai 100 misi selamatkan warga.

2. Mekanika Games

Tahap ini melibatkan implementasi mekanika yang mendukung jenis *game* yang sedang dikembangkan. Elemen mekanika yang diterapkan meliputi:

- a) Tantangan: *Mini games* atau misi yang harus diselesaikan *player* untuk beralih ke tahap selanjutnya.
- b) Level: *Level* yang semakin sulit, dengan variasi desain atau lingkungan yang mempengaruhi *gameplay*.
- c) Waktu: *Player* harus menyelesaikan tantangan dalam waktu yang ditentukan.
- d) Nilai: Sistem nilai untuk mengukur keberhasilan *player*.
- e) Badge Pencapaian: Prestasi atau pencapaian khusus sebagai penghargaan atas keberhasilan tertentu.

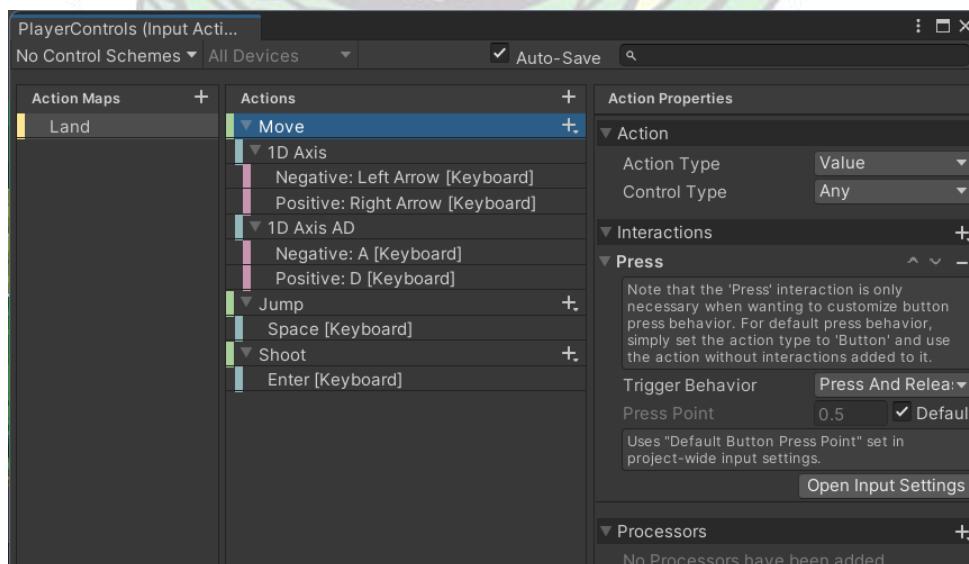
3. Kontrol Games

Pada tahap ini, kontrol permainan dirancang untuk memberikan kemampuan kepada *player* dalam berinteraksi di dalam *game*. Kontrol berupa *button* dan *touch* menggunakan *input action*, seperti:

a) PlayerControls

PlayerControls digunakan untuk mengonfigurasi *button* yang mengatur tindakan-tindakan tertentu dalam permainan. Berikut adalah rincian pengaturan kontrol berdasarkan Gambar 3.26:

- *Move* merupakan kontrol untuk menggerakkan karakter ke kiri dan ke kanan menggunakan 1D axis. Penggunaan 1D Axis memastikan responsivitas gerakan yang halus, sehingga pengalaman bermain menjadi lebih nyaman.
- *Jump* merupakan kontrol untuk melompat.
- *Shoot* merupakan kontrol untuk menyerang.



Gambar 3. 26 Kontrol Games *PlayerControls*

Konfigurasi interaksi pada *move* menggunakan mode *Press and Release*, sehingga saat *player* menekan button, sistem langsung memberikan respons yang cepat. Sementara itu, untuk aksi *Jump* dan *Shoot*, konfigurasi interaksi menggunakan mode *Press Only*, tindakan terjadi hanya saat *button* ditekan.

Input action untuk *PlayerControls* dihubungkan ke UI *button* menggunakan komponen *On Screen Button* pada Unity. Dengan cara ini, ketika akses tertentu dari *input player* dipicu, sistem akan memanggil akses yang telah terhubung dengan *button* UI tersebut.

b) *GameInputActions*

GameInputActions digunakan untuk konfigurasi fungsi *touch*/sentuh. Berikut adalah rincian kontrol sentuhan berdasarkan Gambar 3.27 :

- *Tap* berfungsi untuk mendeteksi sentuhan atau klik, menggunakan *input* dari *Primary Touch* (layer sentuh) atau *Left Button* (klik kiri mouse).
- *TouchPosition* berfungsi untuk mendapatkan lokasi sentuhan atau klik pada layar untuk kontrol berbasis posisi, menggunakan *input* sentuhan atau mouse.
- *Drag* berfungsi sebagai mekanik untuk *drag-and-drop*, menggunakan *input position*.
- *Press* berfungsi mendeteksi saat *player* menekan *input* untuk memulai proses *dragging*, menggunakan *input press*.

Tabel 3.8 Actions Properties GameInputActions

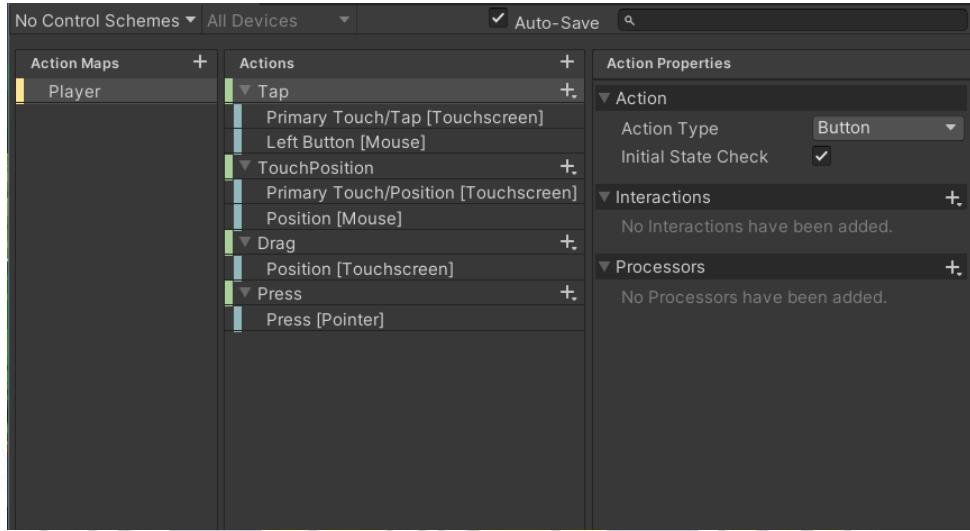
Actions	Action Properties		Keterangan
	Action	Action Type :	
<i>Tap</i>	<i>Action Type : Button</i>	Aksi ini dipicu dengan cara seperti menekan <i>button</i> . Ketika <i>player</i> melakukan tap atau klik, <i>input</i> dianggap sebagai "button" yang ditekan.	
	<i>Initial State Check (✓)</i>	Unity akan memeriksa status awal dari <i>input</i> ketika aksi pertama kali diaktifkan.	

Tabel 3. 8 Actions Properties GameInputActions (Lanjutan)

Actions	Action Properties		Keterangan
	Action		
<i>TouchPosition</i>	<i>Action Type :</i> <i>Value</i>	<i>Control Type :</i> <i>Vector 2</i>	Aksi ini mengambil nilai <i>input</i> yang bersifat kontinu, bukan hanya status "on/off" seperti <i>button</i> . <i>Input</i> ini akan memantau perubahan nilai secara <i>real-time</i> , seperti posisi sentuhan atau mouse.
<i>Drag</i>	<i>Action Type :</i> <i>Value</i>	<i>Control Type :</i> <i>Vector 2</i>	Kontrol ini menggunakan dua dimensi (X dan Y) untuk merepresentasikan posisi. Sama seperti <i>TouchPosition</i> , aksi ini juga mengambil nilai <i>input</i> yang bersifat kontinu, sehingga sistem dapat melacak gerakan yang dilakukan oleh <i>player</i> selama proses <i>drag</i> . Objek yang sedang di- <i>drag</i> akan mengikuti pergerakan <i>input</i> pengguna secara <i>real-time</i> .
<i>Press</i>	<i>Action Type :</i> <i>Button</i>	<i>Control Type :</i> <i>Vector 2</i>	Aksi ini menggunakan tipe kontrol <i>Vector2</i> untuk memantau posisi sentuhan atau mouse saat bergerak, yang memungkinkan objek di- <i>drag</i> mengikuti pergerakan input pada dua dimensi.
			Seperti pada Tap, aksi ini dipicu dengan cara menekan <i>button</i> . Namun, aksi ini lebih berfokus pada memulai proses <i>dragging</i> .

Tabel 3. 8 Actions Properties GameInputActions (Lanjutan)

Actions	Action Properties	Keterangan
	Action	
	<i>Initial State Check (X)</i>	Aksi ini hanya akan dipicu ketika <i>player</i> benar-benar menekan dan menahan <i>input</i> .

**Gambar 3. 27 Kontrol Games Game Input Actions**

4. Algoritma Games

Pada *games* yang akan disajikan diterapkan algoritma Fisher-Yates Shuffle.

Terdapat beberapa *script* yang diterapkan sesuai fungsinya, yaitu:

a) Mengacak urutan soal

Untuk mengacak urutan soal setiap kali permainan dimulai, diperlukan sebuah *code* untuk mengimplementasikannya. Berikut adalah potongan *script* beserta penjelasan untuk setiap baris *code* yang diterapkan dalam proses pengacakan urutan soal:

```
for (int i = 0; i < shuffledSoal.Count; i++)
{
    // Simpan elemen saat ini dalam variabel sementara
    Soal temp = shuffledSoal[i];
    // Pilih indeks acak dari posisi i hingga akhir list
    int randomIndex = Random.Range(i, shuffledSoal.Count);
    // Tukar posisi elemen saat ini dengan elemen di
    randomIndex
```

```

shuffledSoal[i] = shuffledSoal[randomIndex];
// Simpan elemen yang disalin ke dalam randomIndex
shuffledSoal[randomIndex] = temp;
}

```

b) Mengacak urutan munculnya potongan *puzzle* per *batch*

Untuk mengacak urutan kemunculan potongan *puzzle* per *batch*, diperlukan sebuah *code* untuk mengimplementasikannya. Berikut adalah potongan *script* beserta penjelasan untuk setiap baris *code* dalam proses pengacakan urutan munculnya potongan *puzzle* per *batch*:

```

// Implementasi Fisher-Yates Shuffle
for (int i = shuffledIndices.Count - 1; i > 0; i--)
{
    // Pilih indeks acak antara 0 dan i
    int randomIndex = Random.Range(0, i + 1);
    // Simpan elemen yang ada di posisi i
    int temp = shuffledIndices[i];
    // Tukar elemen di posisi i dengan elemen acak
    shuffledIndices[i] = shuffledIndices[randomIndex];
    // Simpan elemen yang disalin ke dalam randomIndex
    shuffledIndices[randomIndex] = temp;
}

```

c) Mengacak urutan kata

Untuk mengacak urutan kata pada misi kata susun acak, diperlukan sebuah *code* untuk mengimplementasikannya. Berikut adalah potongan *script* beserta penjelasan untuk setiap baris *code* dalam proses pengacakan urutan kata:

```

// Implementasi Fisher-Yates Shuffle
for (int i = letters.Count - 1; i > 0; i--)
{
    // Pilih indeks acak antara 0 dan i
    int j = Random.Range(0, i + 1);
    // Simpan elemen pada indeks i
    var temp = letters[i];
    // Tukar elemen pada indeks i dengan elemen di indeks j
    letters[i] = letters[j];
}

```

```
// Simpan elemen yang disalin ke dalam indeks j
letters[j] = temp;
}
```

5. Artificial Intelligence

Artificial Intelligence digunakan untuk mengatur respon karakter lawan yaitu monster. Berikut adalah beberapa potongan *script* untuk setiap aspek dalam bentuk *pseudocode* dengan penerapan *Artificial Intelligence* :

a) Finite State Machine (FSM)

Finite State Machine (FSM) digunakan untuk mengelola berbagai *state* monster. Monster beralih antara beberapa *state*, seperti *IdleMonster*, *WalkMonster*, *ShootMonster*, dan *PatrolMonster*, berdasarkan kondisi yang terdeteksi selama permainan. Berikut penerapan FSM yang diberikan penjelasan untuk setiap baris *pseudocode*:

```
//Mengubah state dan mengatur animasi sesuai dengan state
yang dipilih
FUNCTION SwitchState(newState):
    SET currentState = newState //Memperbarui state monster
    ke state baru

    //State monster ketika diam
    IF newState == IdleMonster:
        SET animator.isWalking = FALSE
        SET animator.isIdle = TRUE

    //State monster ketika berjalan
    ELSE IF newState == WalkMonster:
        SET animator.isWalking = TRUE
        SET animator.isIdle = FALSE

    //State monster ketika menyerang memanggil fungsi
    ShootMonster()

    ELSE IF newState == ShootMonster:
        SET animator.isWalking = FALSE
        SET animator.isIdle = FALSE
```

```

CALL ShootMonster()

//State monster ketika patrol
ELSE IF newState == PatrolMonster:
    SET animator.isWalking = TRUE
    SET animator.isIdle = FALSE

```

b) *Patrolling*

Monster memiliki dua titik patrol (patrolPoint1 dan patrolPoint2), dan logika patroli mengatur pergerakan monster dari satu titik ke titik lainnya. Monster berpindah antara titik patrol dan berhenti untuk beristirahat di titik patrol selama waktu tertentu (idleTimeAtPatrol). Patroli ini mencerminkan *Artificial Intelligence* dasar yang bertindak secara otomatis untuk mencari dan bergerak di sekitar area yang telah ditentukan. Berikut penerapan *patrolling* yang diberikan penjelasan untuk setiap baris *pseudocode*:

```

//Menggerakkan monster menuju titik patrol
FUNCTION PatrolMovement():
    SET direction = (currentPatrolTarget.position -
monster.position).normalized

//Jika monster belum mencapai titik patrol gerakkan monster
menuju titik patrol yang dituju
    IF monster not at patrolPoint:
        MOVE monster towards currentPatrolTarget
        IF direction is positive (right):
            FACE monster right
        ELSE:
            FACE monster left
    //Mengaktifkan dan menonaktifkan animasi berjalan
        ACTIVATE walking animation
        DEACTIVATE idle animation
    ELSE:
        //Jika monster tidak sedang idle di titik patrol mulai
        coroutine untuk membuat monster idle di titik patrol
        IF not idle at patrol:

```

```

        START idle at patrol coroutine
//Monster beralih ke ShootMonster jika player dalam
jangkauan serang.

    IF distance to player <= attackRange:
        SWITCH state to ShootMonster

//Memastikan monster berhenti untuk beberapa detik sebelum
melanjutkan patroli ke titik berikutnya
FUNCTION IdleAtPatrol():

    SET isIdleAtPatrol = TRUE
    DEACTIVATE walking animation
    ACTIVATE idle animation
    WAIT for idleTimeAtPatrol
    SET isIdleAtPatrol = FALSE
    SWITCH patrolTarget to the next point
    CALL PatrolMovement

```

c) Pengambilan keputusan berdasarkan jarak

Monster menggunakan jarak ke *player* untuk menentukan langkah apa yang harus diambil. Jika terlalu jauh, monster berjalan menuju *player*. Jika cukup dekat, monster menyerang. Monster akan beralih ke mode *WalkMonster* jika *player* berada dalam jangkauan *aggro* (*aggroRange*), dan ke mode *ShootMonster* jika *player* berada dalam jangkauan serang (*attackRange*). Berikut penerapan fungsi untuk pengambilan keputusan monster berdasarkan jarak yang diberikan penjelasan untuk setiap baris pseudocode:

```

FUNCTION Update():

// Menghitung jarak antara monster dan player
SET distanceToPlayer = Hitung jarak antara monster dan
player
SWITCH currentState: // Tindakan diambil berdasarkan
state

    CASE IdleMonster:
        // Jika monster dalam keadaan idle dan player berada
        dalam jarak aggro maka beralih ke state WalkMonster

```

```

        IF distanceToPlayer <= aggroRange:
            SWITCH state to WalkMonster

        CASE WalkMonster:
            // Jika monster sedang berjalan dan player berada dalam
            jangkauan serang maka akan beralih ke state ShootMonster
            IF distanceToPlayer <= attackRange:
                SWITCH state to ShootMonster
            //Jika player berada di luar jangkauan aggro maka
            kembali ke state idleMonster
            ELSE IF distanceToPlayer > aggroRange:
                SWITCH state to
            //Jika player berada antara jarak aggro dan serangan
            monster bergerak menuju player
            ELSE:
                CALL WalkTowardsPlayer()

        CASE ShootMonster:
            // Jika player berada di luar jangkauan serangan
            kembali ke state WalkMonster
            IF distanceToPlayer > attackRange:
                SWITCH state to WalkMonster
            // Jika cooldown serangan telah selesai monster
            akan menyerang
            ELSE IF Time since last attack >= attackCooldown AND
            monster is not attacking:
                CALL ShootMonster()
            // Perbarui waktu serangan terakhir
                UPDATE lastAttackTime to current time

```

d) Menghindari batas

Monster menghindari keluar dari batas yang telah ditentukan (*leftBound* dan *rightBound*), menjaga agar tetap dalam area yang diinginkan. Berikut penerapan untuk mekanisme monster menghindari keluar dari batas kiri dan kanan yang diberikan penjelasan untuk setiap baris *pseudocode*:

```

// Mendapatkan posisi X dari monster
SET currentX = Ambil posisi X monster saat ini

// Jika posisi monster lebih kecil dari batas kiri
IF currentX < leftBound.position.x:
    // Batasi monster agar tidak melewati batas kiri dan
    pindahkan monster ke posisi batas kiri
    SET monster.position = new
    Vector2(leftBound.position.x, monster.position.y)

// Jika posisi monster lebih besar dari batas kanan
ELSE IF currentX > rightBound.position.x:
    // Batasi monster agar tidak melewati batas kanan dan
    pindahkan monster ke posisi batas kanan
    SET monster.position = new
    Vector2(rightBound.position.x, monster.position.y)

```

e) Mengejar dan menyerang *player*

Monster secara otomatis mengejar *player* yang berada dalam *aggro range*, dan ketika dalam jarak serang, monster akan menyerang menggunakan batu. Berikut penerapan untuk mekanisme monster mengejar dan menyerang *player*, yang diberikan penjelasan untuk setiap baris *pseudocode*:

```

// Jika player dalam jarak serang tapi belum terlalu dekat
IF distanceToPlayer <= attackRange AND distanceToPlayer >
stopDistance:
    // Menghitung vektor arah menuju player
    SET direction = Hitung arah dari monster menuju player
    // Normalisasi arah untuk kecepatan konsisten
    SET direction = (player.position -
transform.position).normalized

    // Menggerakkan monster ke arah player
    transform.Translate(direction * moveSpeed *
Time.deltaTime)

```

```

// Monster menghadap ke arah player
IF direction.x > 0:
    // Monster menghadap kanan
    SET monster.localScale = new Vector3(-1, 1, 1)
ELSE:
    // Monster menghadap kiri
    SET monster.localScale = new Vector3(1, 1, 1)

// Jika jarak sudah cukup dekat untuk berhenti sebelum
menyerang
ELSE IF distanceToPlayer <= stopDistance:
    // Berhenti berjalan dan siap untuk menyerang
    animator.SetBool("isWalking", false)
    animator.SetBool("isIdle", true)

    // Mengaktifkan state untuk menyerang
    SwitchState(State.ShootMonster)

```

3.4.5. Testing

Pada tahap ini, aplikasi akan diuji untuk memastikan kelayakannya. Proses dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur aplikasi berfungsi dengan baik. Proses ini dilakukan menggunakan Unity Editor atau Unity Remote. Pengujian meliputi pengujian aplikasi, algoritma, dan penerapan *Artificial Intelligence*. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap elemen dalam aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa adanya kesalahan atau bug.

Unity Editor adalah fitur utama dari Unity yang untuk menjalankan dan menguji *game* secara langsung dalam lingkungan pengembangan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan simulator dengan tipe Huawei P40 Pro untuk menjalankan *game* dan melakukan pengujian di dalam editor Unity. Di sisi lain, Unity Remote merupakan fitur yang berintegrasi langsung antara Unity dan perangkat Android, sehingga *game* yang sedang dikembangkan dapat dijalankan di perangkat Android secara *real-time*. Penulis memanfaatkan Unity Remote

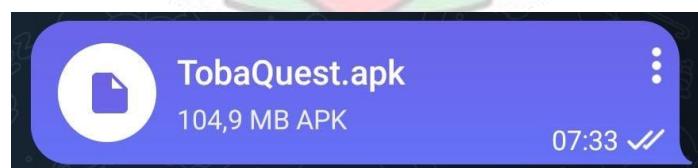
untuk menguji dan memastikan fungsi *touch* pada perangkat Android, memastikan bahwa interaksi pengguna melalui layar sentuh berjalan dengan baik dan responsif selama pengujian *game* di perangkat. Dengan menggunakan kedua fitur ini, penulis dapat melakukan pengujian dan perbaikan dengan lebih efisien, baik di dalam Unity Editor maupun langsung di perangkat Android.

2. Pengujian *User*

Pengujian pengguna bertujuan untuk menilai kualitas media aplikasi dari perspektif pengguna akhir, khususnya dalam hal kelayakan isi, penyajian, dan bahan ajar yang disajikan. Proses ini mencakup beberapa teknik, seperti uji pakar yang dilakukan oleh ahli materi untuk menilai kelayakan isi dan penyajian aplikasi. Selain itu, pengujian ini juga melibatkan penilaian melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perubahan pemahaman pengguna setelah menggunakan aplikasi. Pengujian ini juga mencakup penggunaan kuesioner untuk mengukur aspek motivasi belajar siswa dalam menggunakan aplikasi.

3.4.6. Distribution

Setelah aplikasi berhasil melewati tahap pengujian dan perbaikan, langkah selanjutnya adalah mendistribusikannya melalui platform Android. Proses distribusi ini bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam mengunduh dan memainkan aplikasi kapan saja, tanpa terkendala waktu atau tempat. Dengan adanya distribusi aplikasi di platform Android, pengguna dapat mengaksesnya dengan mudah dan cepat dan meningkatkan keterjangkauan serta kenyamanan penggunaan aplikasi. Gambar 3.28 merupakan distribusi yang dilakukan untuk memastikan aplikasi tersedia dengan baik di platform Android.



Gambar 3. 28 *Distribution*

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Implementasi

Pada bagian ini, penulis akan menampilkan spesifikasi perangkat, *technological requirements*, proses *development, trial and error*. Sistem diimplementasikan dengan sebaik-baiknya untuk memastikan bahwa tujuan penelitian dapat tercapai dengan optimal.

4.1.1. Spesifikasi perangkat

Berikut adalah spesifikasi perangkat yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 4. 1 Spesifikasi Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Komponen yang Digunakan
1	Tipe Laptop	Lenovo Ideapad Slim 3
2	Prosesor	AMD Ryzen 3 3250U
3	Memori	8GB
4	Penyimpanan	512GB SSD
5	Layar	14 inci, Resolusi Full HD (1920 x 1080)

Tabel 4. 2 Spesifikasi Handphone

No	Jenis Komponen	Komponen yang Digunakan
1	Tipe Handphone	Samsung Galaxy A05s
2	Prosesor	Octa-core, 1.8 GHz (Exynos 850)
3	Memori	6GB
4	Penyimpanan	128GB
5	Layar	6.5 inci, Resolusi HD+ (720x1600), super AMOLED

Tabel 4. 3 Spesifikasi Software

No	Jenis Software	Software yang Digunakan
1	Game Engine	Unity 2D 2022.3.39f1
2	Sistem Operasi Laptop	Windows 11 64-bit
3	Sistem Operasi Handphone	Android 14
4	Editor Code	Visual Studio Code
5	Design Tools	Adobe Photoshop 2024, Adobe Illustrator 2022, Canva, Clipchamp, Handbrake

4.1.2. Technological requirements

Untuk menjalankan dan mengembangkan aplikasi ini, berikut adalah persyaratan teknologi yang dibutuhkan:

1. Perangkat Keras (*Hardware Requirements*)

a) Laptop

- Prosesor: Minimal Intel Core i3 atau AMD Ryzen 3, dengan kecepatan minimal 2.0 GHz.
- Memori (RAM): Minimum 8GB RAM.
- Penyimpanan: Minimum 500GB SSD (untuk performa yang lebih baik).
- Kartu Grafis (GPU): Intel HD Graphics 4000 / AMD Radeon R5 atau lebih baik.
- Layar: Resolusi minimum 1366x768 (lebih disarankan Full HD 1920x1080).

b) Handphone

- Prosesor: Minimal Snapdragon 450 / MediaTek Helio P35 atau setara.
- Memori (RAM): Minimum 4GB RAM.
- Penyimpanan: Minimum 64GB, dengan dukungan microSD untuk penyimpanan tambahan.
- Sistem Operasi: Android 14.

2. Perangkat Lunak (*Software Requirements*)

a) Sistem Operasi:

- Laptop: Windows 11 64-bit.
- Handphone: Android 14.

b) Game Engine: Unity 2D 2022.3.39f1.

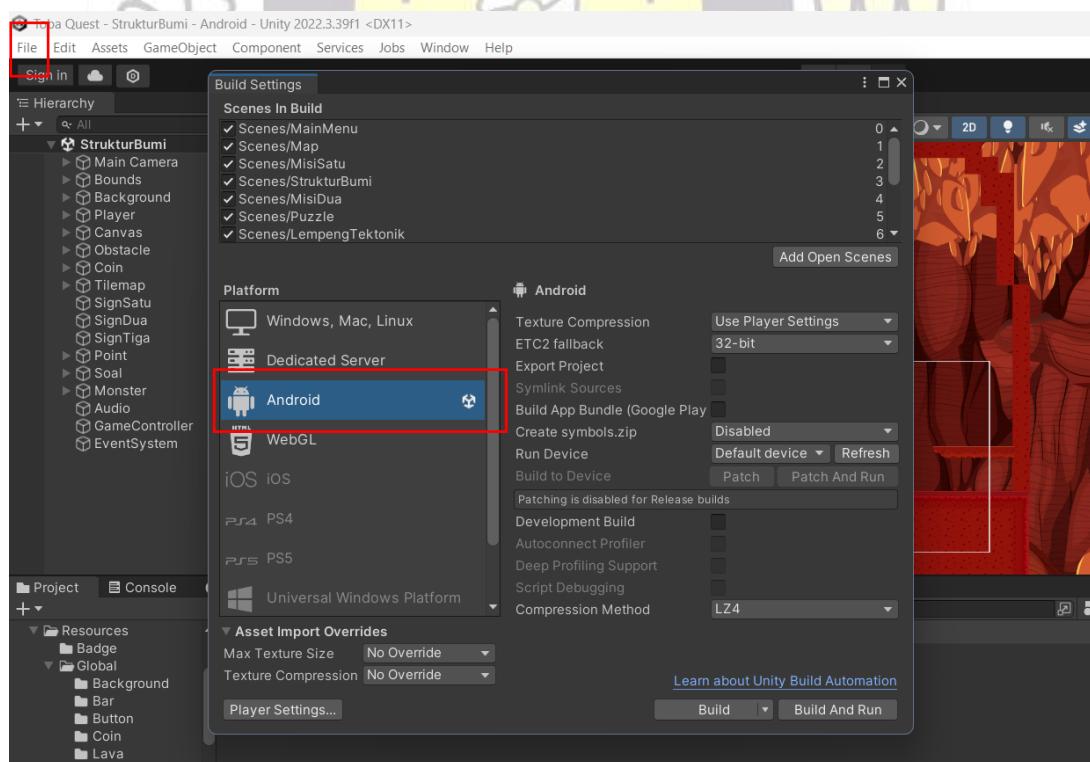
- c) Editor Kode: Visual Studio Code.
 - d) Desain Tools: Adobe Photoshop 2024, Adobe Illustrator 2022, Canva, Clipchamp, dan Handbrake.
3. Jaringan dan Koneksi
- a) Koneksi Internet yang stabil untuk mengunduh alat dan pembaruan perangkat lunak.
 - b) Wi-Fi atau koneksi jaringan data seluler yang cepat untuk pengujian aplikasi pada perangkat mobile.

4.1.3. Proses Development

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan penulis selama proses pengembangan:

1. Membuat proyek

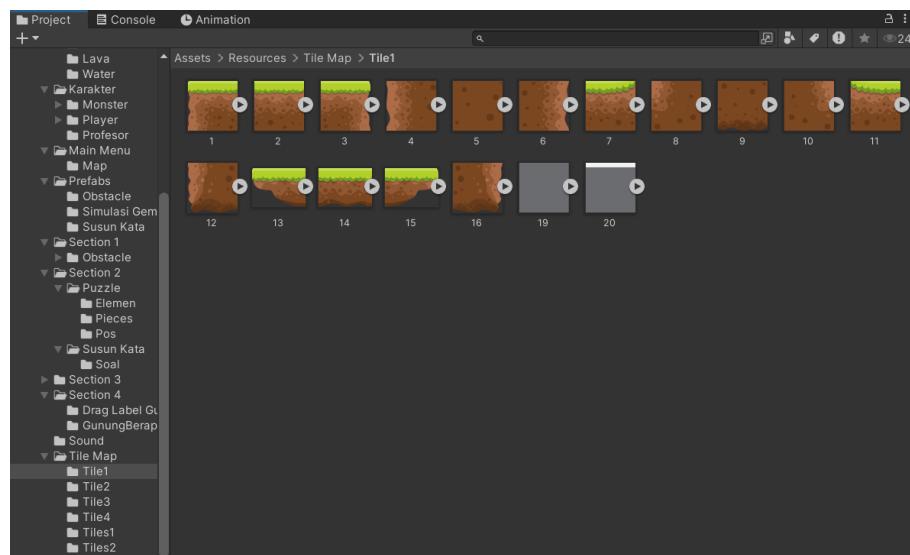
Dalam melakukan penelitian ini, langkah pertama yang penulis lakukan yaitu membuat proyek sebagai *workspace* penelitian. Proyek yang digunakan adalah Unity2D, kemudian platform pada Build Settings diatur menjadi Android. Build Settings dapat ditemukan pada menu File. Untuk tampilan Build Settings dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Membuat Proyek

2. Menambahkan aset

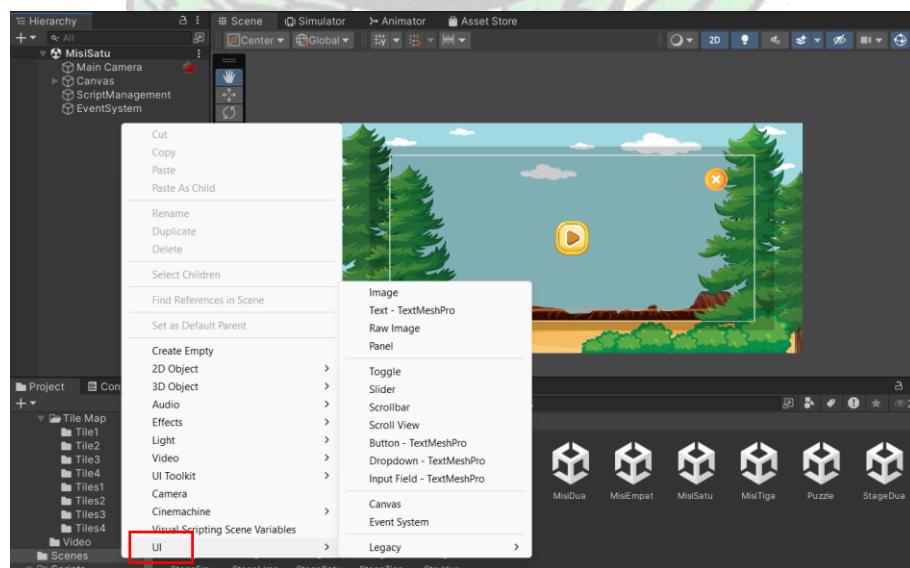
Setelah membuat proyek, tahapan berikutnya adalah menambahkan aset, kemudian berbagai jenis aset dikelompokkan sesuai dengan bagiannya masing-masing, dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Menambahkan Aset

3. Menyusun tampilan UI

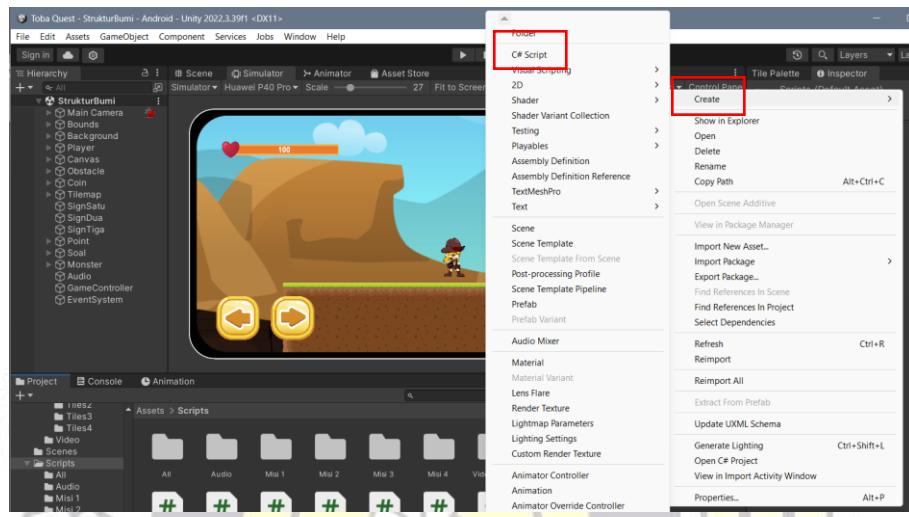
Langkah selanjutnya yaitu menyusun tampilan UI sesuai dengan *storyboard* yang sudah dibuat sebelumnya, jika menggunakan canvas maka dilakukan dengan klik kanan pada tab Hierarchy kemudian memilih UI dan akan muncul pilihan seperti pada Gambar 4.3, jika tidak menggunakan canvas maka aset pada Project dapat ditarik langsung ke *scene*.



Gambar 4. 3 Menyusun Tampilan UI

4. Membuat script

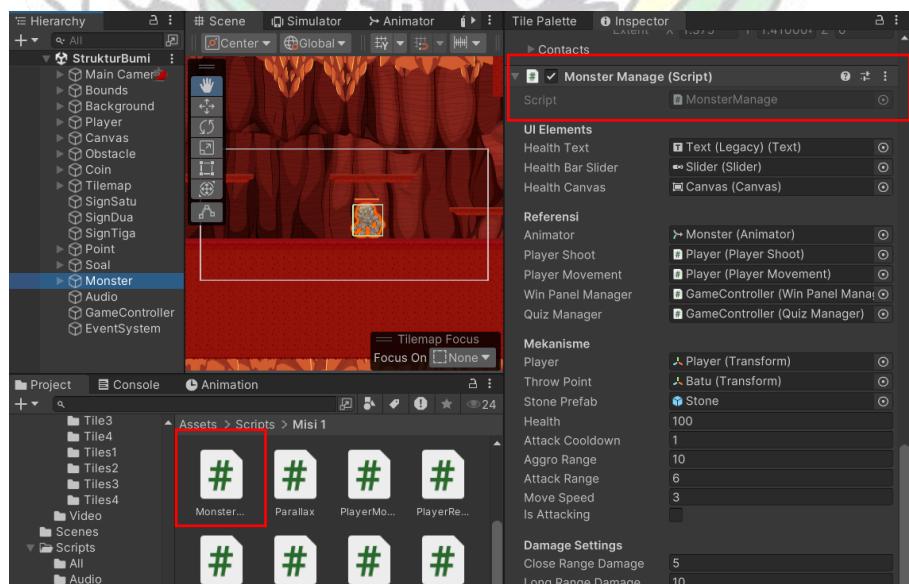
Untuk membuat *game* sesuai dengan konsep yang telah dirancang maka dilakukan pembuatan *script*. Untuk membuat *script* dapat dilakukan dengan cara klik kanan pada tab Project, lalu pilih Create > C# Script, seperti yang tertera pada Gambar 4.4. Setelah langkah ini, sebuah *script* baru akan dibuat dengan *template* bawaan Unity. Pada penelitian ini saya menggunakan Visual Studio Code untuk pembuatan *script*.



Gambar 4.4 Membuat Script

5. Menginput script

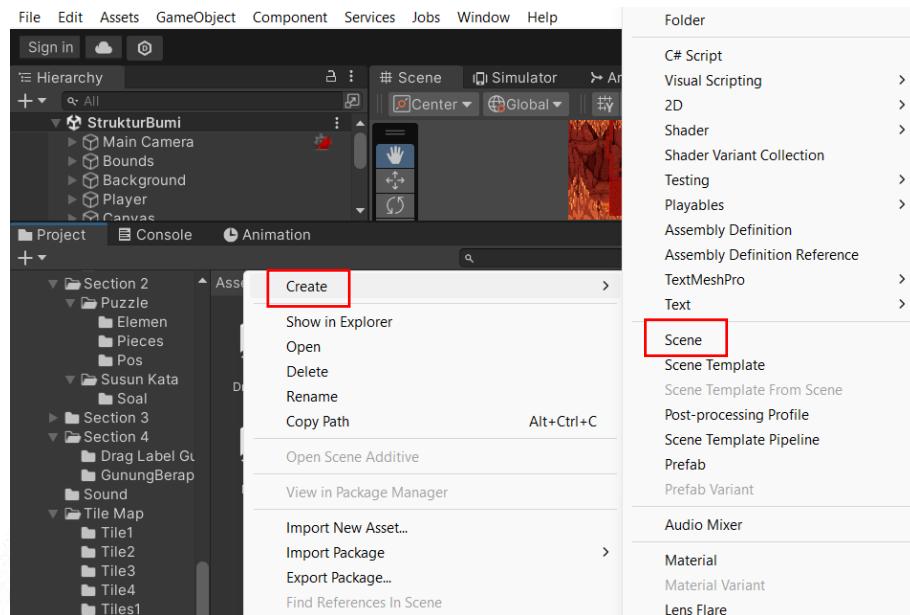
Setelah *script* sudah dibuat, *script* ditarik ke bagian inspector untuk dihubungkan sesuai objek yang ada di Hierarchy seperti yang tertera pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Menginput Script

6. Menambahkan *scene*

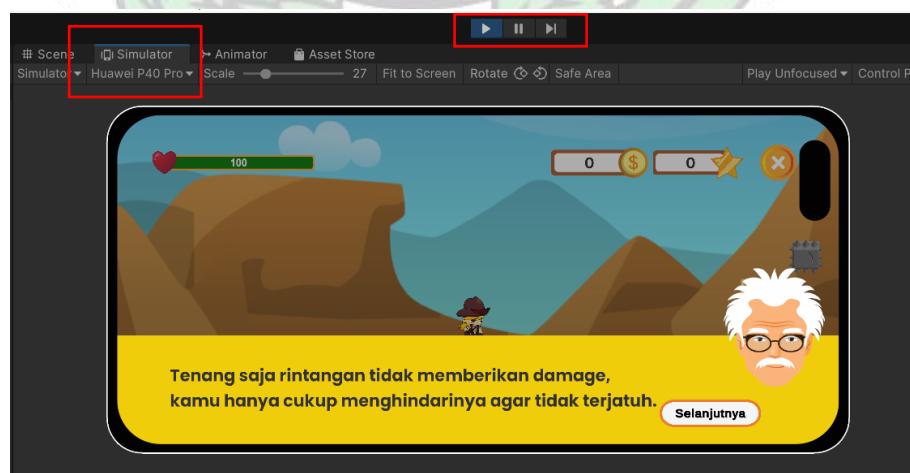
Ketika sudah menyelesaikan pembuatan *game* pada suatu *scene*, untuk menambahkan *scene* baru maka pada Project dilakukan klik kanan kemudian memilih Create > Scene, seperti yang tertera pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Menambahkan *Scene*

7. Melakukan pengujian *black box testing*

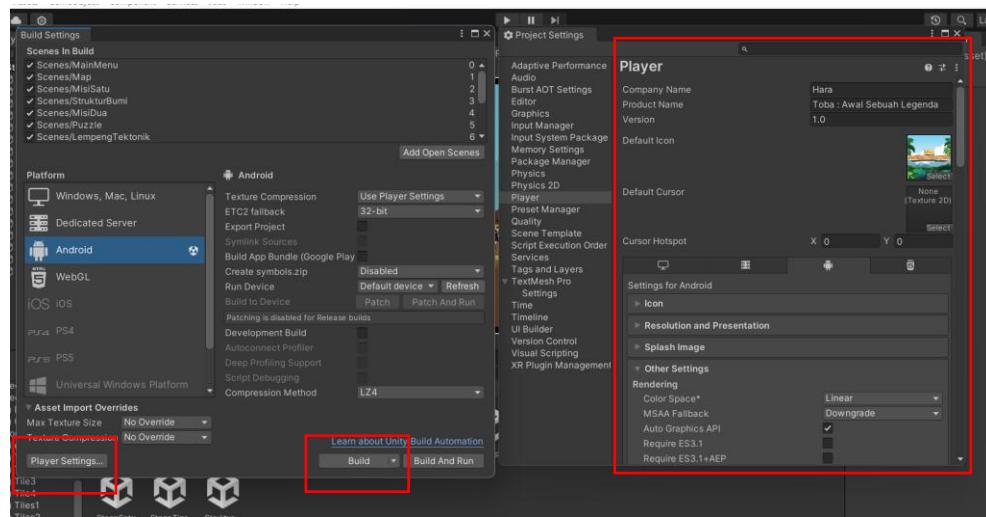
Pada tahap ini dilakukan pengujian *black box testing* untuk memastikan semua aset, *script*, dan UI berfungsi dengan baik seperti yang dirancangkan. Untuk memulai pengujian dilakukan dengan cara memilih Simulator dan klik tombol play untuk eksekusi *gameplay*, seperti yang tertera pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Melakukan Pengujian *Black Box Testing*

8. Proses Build Aplikasi

Pada proses ini, untuk *build* unity dilakukan pengaturan pada Player Settings untuk Icon, Resolution and Presentation, Splash Image, dan Other Settings. Hal-hal yang dirancang pada Unity akan di Build ke dalam bentuk apk, seperti yang tertera pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Proses Build Aplikasi

4.1.4. Trial and error

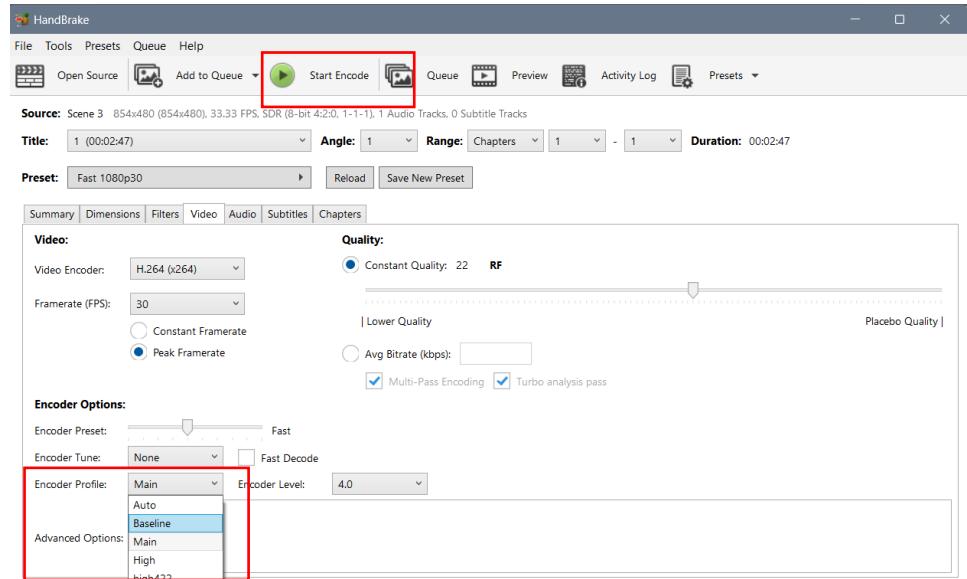
Pada saat pengembangan *game* penulis melakukan beberapa percobaan dan kegagalan untuk menambahkan aset dan menampilkan video *storytelling*, mempermulus pergerakan *player*, menambahkan fungsi *shoot*, membuat dialog profesor pada setiap awal *level*, penerapan *Artificial Intelligence* pada monster, dan arah jatuh benda pada misi Simulasi Gempa.

Berikut merupakan penjelasan untuk masing-masing *trial and error* yang penulis hadapi selama pengembangan *game* beserta solusinya:

1. Menambahkan aset video

Saat menambahkan aset video, penulis mengalami kendala dikarenakan Encoder Profile video yang berbeda dengan ketentuan Unity sehingga video dengan Encoder Profile yang tidak kompatibel tidak dapat ditambahkan. Solusinya adalah mengubah Encoder Profile yang awalnya Main menjadi Baseline menggunakan aplikasi Handbrake seperti yang tertera pada Gambar 4.9, yaitu:

- Handbrake akan mengubah *profile* video pada saat Start Encode diklik.
- Selain menyesuaikan Encoder Profile, Handbrake juga secara otomatis mengompres video, sehingga file video menjadi lebih ringan.

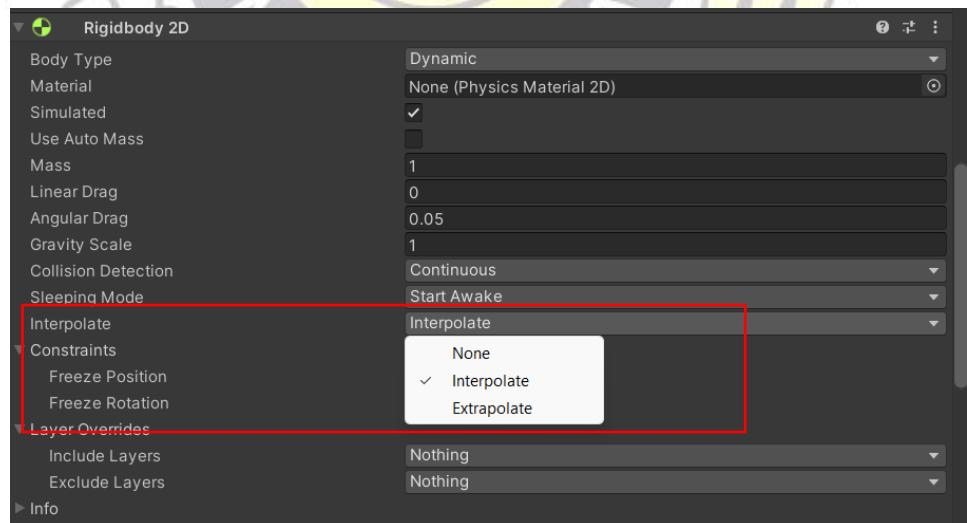


Gambar 4. 9 Handbrake

2. Mempermulus pergerakan *player*

Terdapat beberapa percobaan dan kendala yang dialami, yaitu:

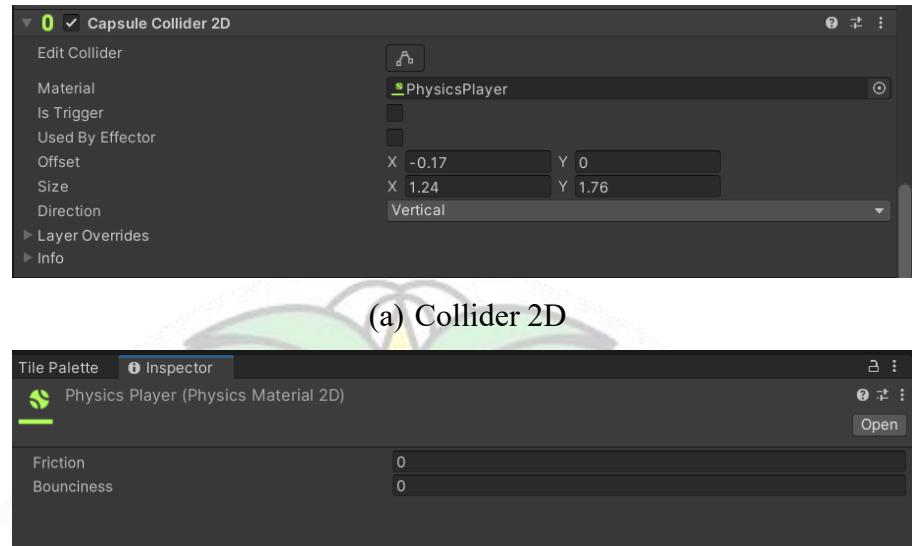
- Pergerakan *player* tidak responsif, pada ujung koridor sehingga *player* terjebak dan tidak jatuh secara mulus. Solusinya seperti yang tertera pada Gambar 4.10, penulis menggunakan Rigidbody 2D dengan pengaturan Interpolation, awalnya pengaturan Interpolate adalah none, kemudian diubah menjadi Interpolate untuk memperhalus pergerakan.



Gambar 4. 10 Rigidbody 2D

- Pada saat terkena siput, *player* terjebak dan tidak dapat melompat, seolah menempel pada siput. Hal ini disebabkan oleh pengaturan gesekan antara Collider 2D milik *player* dan siput, yang membuat pergerakan *player* menjadi

terganggu. Solusinya seperti yang tertera pada Gambar 4.11, penulis menambahkan Physic Material 2D bernama PhysicsPlayer untuk mengontrol interaksi *player* dengan objek lain dalam hal gesekan dan pantulan. PhysicsPlayer ditambahkan ke dalam Material Collider 2D.



Gambar 4.11 Physics Material 2D

Material physics dengan friction 0, gesekan diatur ke nol agar pergerakan *player* tetap mulus dan tidak terhambat oleh gesekan dengan siput. Sedangkan bounciness 0, pantulan diatur ke nol untuk memastikan *player* tidak memantul saat bertabrakan dengan siput ataupun permukaan tanah.

3. Menambahkan fungsi *shoot* dan peluru

Ketika mencoba menambahkan fungsi *shoot*, terdapat beberapa masalah, yaitu:

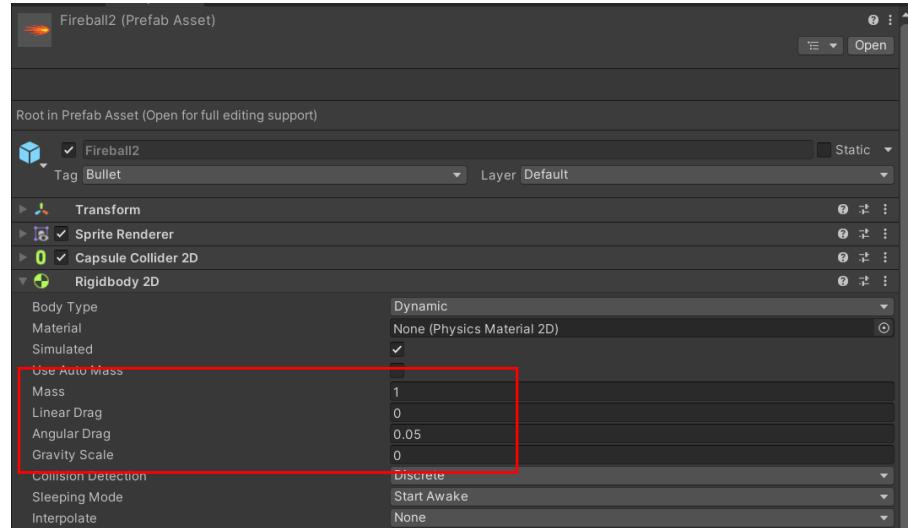
- Peluru tidak bergerak lurus sesuai arah tembakan

Gaya yang diterapkan pada peluru melalui AddForce tidak cukup atau tidak konsisten. AddForce merupakan komponen Rigidbody untuk menerapkan gaya pada objek 2D. Solusinya adalah menggunakan transform.right untuk menentukan arah tembakan dan mengatur kecepatan peluru langsung melalui Rigidbody2D.velocity.

- Peluru berhenti di titik tempat peluru dikeluarkan sehingga tidak mencapai target

Peluru berhenti karena Rigidbody2D memiliki Gravity Scale atau Drag yang terlalu tinggi. Solusinya, seperti yang terlihat pada Gambar 4.12 yaitu,

mengatur Gravity Scale dari Rigidbody2D menjadi 0 agar peluru tidak jatuh dan nilai Drag menjadi 0 agar peluru tidak melambat.



Gambar 4.12 Rigidbody2D Peluru

- c) Peluru keluar tidak mengikuti arah *player*

Peluru tidak menyesuaikan arah *player* karena BulletPoint. BulletPoint adalah titik munculnya peluru, tidak disinkronkan dengan logika tembakan. Solusinya adalah menambahkan logika *isFacingRight* arah dari *player* untuk menentukan arah peluru dan menambahkan rotasi peluru untuk menyesuaikan arah *player* menggunakan `transform.rotation = Quaternion.Euler(x, y, z);`

4. Membuat dialog profesor pada setiap awal *level*

Dikarenakan penulis menggunakan satu *script* dialog sehingga kesulitan untuk memunculkan dialog untuk setiap awal *level* pada misi Petualangan Cerdas. Solusinya adalah penulis menggunakan fungsi `ShowDialogForLevel()` untuk menampilkan dialog profesor pada setiap awal *level* dan menggunakan perintah `switch (current level)` untuk mendapatkan dialog yang sesuai dengan *level*. Fungsi ini memeriksa posisi pemain dan menampilkan dialog yang relevan.

5. Penerapan *Artificial Intelligence* pada monster

Ketika Monster diserang dan mengejar *player*, monster bergerak keluar dari batas kiri dan kanan yang sudah ditentukan. Solusinya adalah menghitung dan memeriksa posisi monster agar tidak melampaui batas kiri dan kanan, monster akan bergerak menuju *player* jika berada dalam jangkauan, tetapi pergerakan akan dihentikan ketika monster berada di dalam jarak `stopDistance` dari *player* yang memungkinkan monster bersiap untuk menyerang.

6. Arah jatuh benda pada Simulasi Gempa

Penulis menghadapi kendala pada arah jatuhnya objek yang bergetar pada Simulasi Gempa *stage II*. Awalnya, objek dijatuhkan secara *random* setelah gempa, namun hal tersebut mengakibatkan seringnya objek jatuh keluar dari *frame*. Untuk mengatasi masalah tersebut, penulis merubah arah jatuh ke bawah dengan berotasi agar tidak keluar dari *frame* dan menambah *BottomBound* atau batas bawah untuk menghentikan objek yang terjatuh.

4.2. Tampilan Aplikasi

Berikut adalah tampilan aplikasi yang telah dikembangkan dalam penelitian ini:

4.2.1. Splash Screen

Splash Screen merupakan layar pertama yang muncul saat aplikasi dibuka. Tampilan ini memberikan kesan pertama yang penting bagi pengguna. Gambar 4.13 merupakan *splash screen* dengan logo Unity dan Gambar 4.14 merupakan *splash screen* dengan logo aplikasi.



Gambar 4. 13 *Splash Screen Logo Unity*



Gambar 4. 14 *Splash Screen Logo Aplikasi*

4.2.2. Tile Screen

Tile screen merupakan tampilan menu utama, aplikasi TOBA Awal Sebuah Legenda, tertera nama aplikasi yang diangkat dari kisah Danau Toba yang lebih dikenal dengan legenda. Di bagian atas kiri, terdapat ikon menu garis tiga yang berfungsi sebagai akses menuju beberapa fitur.

Menu utama dirancang dengan fokus pada aksesibilitas dan estetika visual. Beberapa elemen penting yang terlihat meliputi:

- Ikon bintang untuk melihat pencapaian.
- Ikon informasi (i) untuk memberikan panduan kepada *player*.
- Ikon pengaturan suara, untuk *button on/off backsound game*.
- Ikon *play*, dirancang besar dan dominan untuk menyoroti tujuan utama *player*, yaitu memulai permainan.

Gambar 4.15 merupakan tampilan jika menu dalam kondisi disembunyikan dan Gambar 4.16 merupakan tampilan jika menu dalam kondisi aktif.



Gambar 4. 15 *Tile Screen Menu Off*



Gambar 4. 16 *Tile Screen Menu On*

4.2.3. Tampilan Pencapaian

Pada tampilan pencapaian, terbagi menjadi 4 kategori topik utama dan 1 kategori untuk menampilkan nilai tertinggi. Kategori utama menggambarkan bagian dari fenomena alam yang terjadi dalam proses terbentuknya Danau Toba, yaitu Struktur Bumi, Lempeng Tektonik, Gempa Bumi, dan Gunung Berapi. Setiap kategori memiliki berbagai tantangan yang harus diselesaikan untuk membuka *badge*. Berikut adalah rincian untuk kondisi khusus untuk membuka *badge* pencapaian :

a) Struktur Bumi

Gambar 4.17 merupakan tampilan pencapaian untuk topik Struktur Bumi di mana *player* dapat membuka *badge* dengan mengumpulkan koin sebanyak 5000 atau 10000, serta mencapai nilai 100 dengan menjawab semua soal dengan benar.



Gambar 4. 17 Tampilan Pencapaian Struktur Bumi

b) Lempeng Tektonik

Gambar 4.18 merupakan tampilan pencapaian untuk topik Lempeng Tektonik di mana *player* dapat membuka *badge* dengan menyelesaikan *puzzle* dan memperoleh nilai 100 pada soal yang diberikan.



Gambar 4. 18 Tampilan Pencapaian Lempeng Tektonik

c) Gempa Bumi

Gambar 4.19 merupakan tampilan pencapaian untuk topik Gempa Bumi, *Badge* untuk kategori ini akan terbuka setelah *player* menyelesaikan simulasi gempa dengan baik serta memperoleh nilai 100 pada soal yang menguji pemahaman tentang jenis, penyebab, dan dampak gempa bumi.



Gambar 4. 19 Tampilan Pencapaian Gempa Bumi

d) Gunung berapi

Gambar 4.20 merupakan tampilan pencapaian untuk topik Gunung Berapi di mana *player* dapat membuka *badge* melalui berbagai tantangan, mulai dari pencocokan *label*, penyelamatan warga sebanyak 25 atau 50 orang, hingga memperoleh nilai 100.



Gambar 4. 20 Tampilan Pencapaian Gunung Berapi

e) Nilai Tertinggi

Gambar 4.21 merupakan tampilan nilai tertinggi untuk setiap misi yaitu Petualangan Cerdas, Kuis Kata Acak, Pilihan Berganda, dan Selamatkan Warga. Hanya nilai tertinggi dari masing-masing misi yang ditampilkan untuk merepresentasikan pencapaian terbaik *player*.



Gambar 4. 21 Tampilan Pencapaian Nilai Tertinggi

4.2.4. Tampilan Info Kredit

Pada tampilan info kredit terdapat dua bagian yaitu info *button* dan kredit. Gambar 4.22 merupakan tampilan info kredit *button* dengan beberapa penjelasan mengenai fungsi *button*.



Gambar 4. 22 Tampilan Info Kredit *Button*

Gambar 4.23 merupakan tampilan info kredit pengembang merupakan informasi singkat mengenai profil pengembang.



Gambar 4. 23 Tampilan Info Kredit Pengembang

4.2.5. Tampilan Peta

Gambar 4.24 merupakan tampilan peta di mana terdapat empat ikon wilayah untuk menampung setiap topik pembelajaran yang dikemas dalam bentuk video *storytelling*, *mini games*, dan *misi games*.



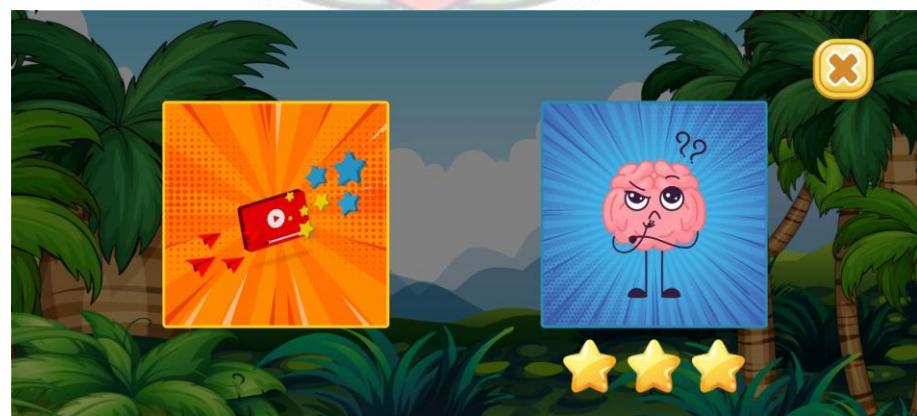
Gambar 4. 24 Tampilan Peta

4.2.6. Tampilan Pilihan Mode

Tampilan mode terdapat dua jenis *section* yang berbeda. Pada bagian ini, *player* dapat memilih mode permainan dengan beberapa fitur interaktif yang mendukung pengalaman bermain. Setiap mode ditampilkan melalui ikon dan visual yang menarik, antara lain:

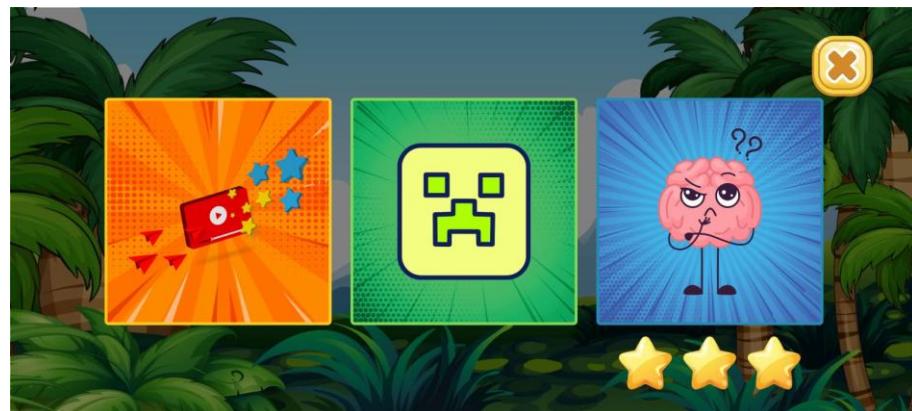
- Ikon video, melambangkan video mencerminkan mode *storytelling*.
- Ikon kepala robot, melambangkan *console game* mencerminkan *mini game*.
- Ikon otak berpikir, menandai misi berbasis logika atau pemecahan masalah, dilengkapi elemen bintang-bintang sebagai indikator progres.

Gambar 4.25 merupakan tampilan dengan dua pilihan mode untuk topik Struktur Bumi.



Gambar 4. 25 Tampilan Dua Pilihan Mode

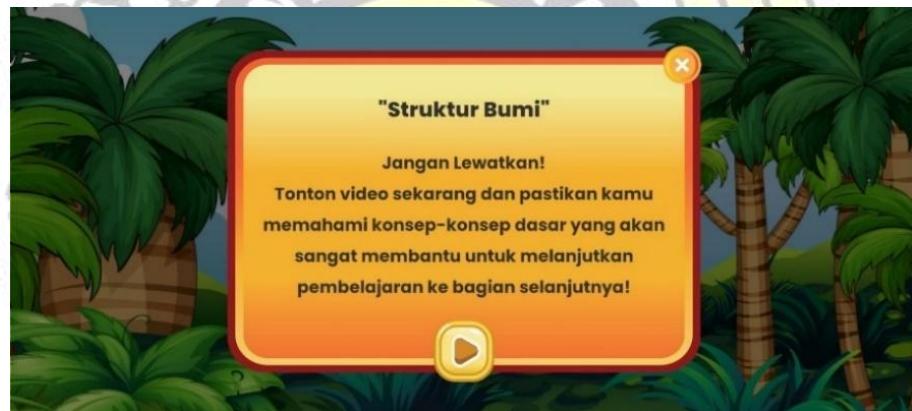
Gambar 4.26 merupakan tampilan dengan tiga pilihan mode untuk topik Lempeng Tektonik, Gempa Bumi, dan Gunung Berapi.



Gambar 4. 26 Tampilan Tiga Pilihan Mode

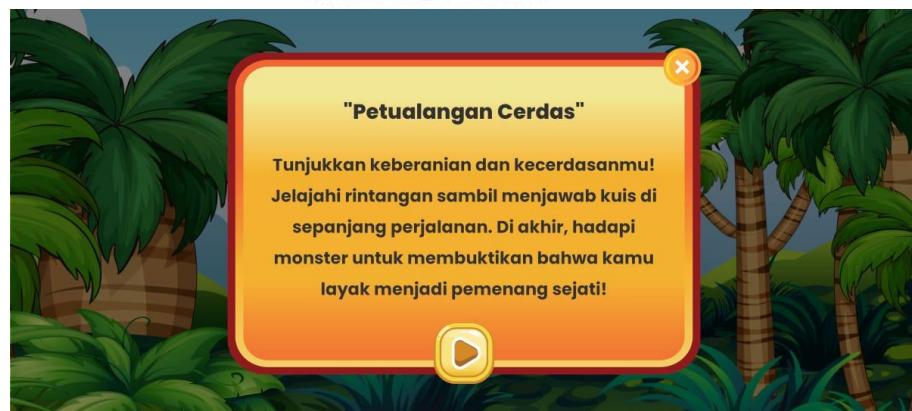
4.2.7. Tampilan Informasi

Berikut adalah beberapa tampilan yang mewakili informasi pengantar. Gambar 4.27 merupakan tampilan informasi video Struktur Bumi yang menyajikan himbauan.



Gambar 4. 27 Tampilan Informasi Video Struktur Bumi

Berikut tampilan informasi pengantar misi Petualangan Cerdas. Gambar 4.28 menyajikan pengantar singkat tentang gambaran misi yang akan dimainkan.



Gambar 4. 28 Tampilan Informasi Misi Petualangan Cerdas

4.2.8. Tampilan Dialog

Pada tampilan dialog, terdapat teks percakapan, gambar profesor, dan *button* selanjutnya. Teks dialog ini dirancang untuk memberikan penjelasan tambahan, petunjuk, atau instruksi yang relevan. Salah satu tampilan dialog profesor dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Tampilan Dialog

4.2.9. Tampilan Video Storytelling

Tampilan ini mencakup berbagai potongan *scene* yang membahas topik-topik secara terperinci:

- Struktur bumi

Gambar 4.30 merupakan potongan *scene* video mengenai struktur bumi, yang membahas tentang lapisan-lapisan bumi, seperti kerak bumi, mantel, inti luar, dan inti dalam.



Gambar 4. 30 Tampilan Video *Storytelling* Struktur Bumi

- Lempeng tektonik

Gambar 4.31 merupakan potongan *scene* video lempeng tektonik. Topik ini membahas tentang jenis pergerakan lempeng tektonik, dampak yang ditimbulkan

dari pergerakan tersebut, serta contoh-contohnya dari hasil pergerakan lempeng, seperti pembentukan gunung dan palung laut.



Gambar 4. 31 Tampilan Video *Storytelling* Lempeng Tektonik

c) Gempa bumi

Gambar 4.32 merupakan potongan *scene* video gempa bumi. Pada topik ini, video tersebut membahas secara mendalam tentang jenis-jenis gempa bumi yang terjadi di berbagai wilayah, karakteristik gelombang seismik yang dihasilkan, serta dampak yang ditimbulkan dari setiap jenis gempa.



Gambar 4. 32 Tampilan Video *Storytelling* Gempa Bumi

d) Gunung berapi

Gambar 4.33 merupakan potongan *scene* gunung berapi yang membahas tentang asal mula terbentuknya Danau Toba. Topik ini menjelaskan dampak-dampak yang diakibatkan oleh letusan gunung berapi, frekuensi letusan yang terjadi, serta berapa kali letusan yang terjadi sehingga membentuk kaldera-kaldera yang kini dikelilingi oleh Danau Toba.



Gambar 4. 33 Tampilan *Storytelling* Gunung Berapi

Pada tampilan video *storytelling*, terdapat seorang profesor yang muncul hanya pada bagian-bagian tertentu. Selain itu, terdapat *timeline* video yang memudahkan pengguna untuk melihat progress video, serta *button pause* dan *continue* yang memungkinkan pengguna mengontrol pemutaran video sesuai keinginan.

4.2.10. Tampilan Misi Petualangan Cerdas

Pada misi petualangan cerdas, *player* akan melewati beberapa *level* yang masing-masing memiliki rintangan yang berbeda. Di setiap *level*, terdapat papan soal dan papan panah untuk peralihan *level*. Berikut adalah tampilan untuk setiap bagian:

a) Level 1

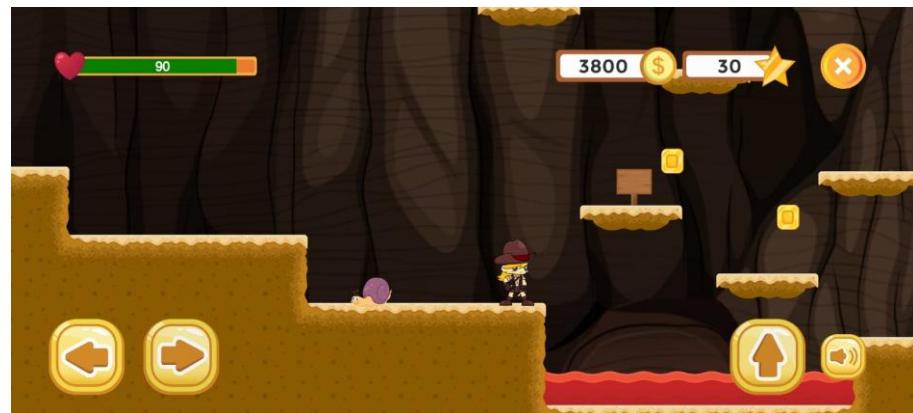
Gambar 4.34 merupakan *level* pertama, *player* akan dihadapkan pada berbagai rintangan yang tidak mengurangi kesehatan secara langsung, tetapi hanya mengganggu perjalanan. *Player* hanya akan menerima *damage* jika terjatuh ke dalam air atau jatuh ke bawah.



Gambar 4. 34 Tampilan *Level* Satu Misi Permukaan Bumi

b) *Level 2*

Gambar 4.35 merupakan *level* kedua, rintangan menjadi sedikit menantang. Siput dan lava akan memberikan *damage* kepada *player* jika terkena atau bersentuhan langsung dengan objek tersebut.



Gambar 4. 35 Tampilan *Level Dua Mantel Bumi*

c) *Level 3*

Gambar 4.36 merupakan *level* ketiga, tantangan semakin kompleks. *Player* akan menghadapi rintangan berupa siput, skeleten, dan lava. Rintangan-rintangan ini akan memberikan *damage* kepada *player* jika mereka tidak berhati-hati.



Gambar 4. 36 Tampilan *Level Tiga Inti Bumi*

d) *Monster Area*

Gambar 4.37 merupakan monster area bagian akhir dari *level* 3. *Player* akan berhadapan langsung dengan monster yang harus dikalahkan. *Button* menyerang akan muncul pada saat *player* sudah memasuki monster area. Jika *player* menekan *button* menyerang maka akan memanggil animasi *shoot* dan akan mengeluarkan peluru untuk menyerang monster.



Gambar 4. 37 Tampilan Monster Area

4.2.11. Tampilan Mini Game Puzzle

Gambar 4.38 merupakan tampilan *mini game puzzle*, terdapat beberapa elemen interaktif yang dirancang untuk meningkatkan tantangan dan keterlibatan *player*:

- a) Waktu dalam bentuk *slider*

Terdapat petunjuk waktu yang ditampilkan dalam bentuk *slider*, sehingga *player* dapat melihat sisa waktu yang tersedia untuk menyelesaikan *puzzle*. Dengan adanya *slider* ini, memudahkan *player* memantau waktu yang tersisa. *Slider* menambahkan kesan ketegangan dan motivasi menyelesaikan *puzzle* sebelum waktu habis.

- b) Kayu besar dan kecil

Fungsi kayu besar dan kecil, seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.16, berperan dalam mekanisme *mini game puzzle*.



Gambar 4. 38 Tampilan Puzzle

4.2.12. Tampilan Misi Kuis Kata Acak

Gambar 4.39 merupakan tampilan kuis kata acak terdapat gambar soal, pertanyaan, kata acak, pos jawaban, timer per soal, nilai, *button* hapus dan jawab.



Gambar 4. 39 Tampilan Kuis Kata Acak

4.2.13. Tampilan Mini Game Simulasi Gempa

Pada tampilan Simulasi Gempa, secara keseluruhan terdapat panel peringatan yang berisikan skala gempa, instruksi, percepatan gerakan tanah PGA(gal), dan ketika *player* berhasil menyelesaikan instruksi maka akan muncul panel sukses berisikan deskripsi kekuatan gempa untuk masing-masing skala. Terdapat beberapa *stage* dalam simulasi gempa bumi yang, yaitu:

a) Stage I

Gambar 4.40 merupakan tampilan simulasi gempa *stage* I dengan Skala I-II, guncangan akan terjadi di awal permainan selama beberapa detik menggambarkan intensitas gempa yang sangat ringan. Efek visual seperti lampu yang bergetar akan ditampilkan untuk meningkatkan pengalaman realistik *player*. Selain itu, instruksi muncul untuk memberikan himbauan kepada *player* agar mencari tempat untuk berlindung yang aman. Jika *player* berhasil menemukan tempat berlindung maka panel sukses akan muncul, menampilkan informasi edukatif mengenai karakteristik gempa dengan Skala I.



(a) Instruksi



(b) Panel Sukses

Gambar 4. 40 Tampilan Simulasi Gempa *Stage I*b) *Stage II*

Gambar 4.41 merupakan tampilan simulasi gempa *stage II* dengan Skala III-V, guncangan yang dirasakan lebih kuat dibandingkan Skala I-II. Beberapa objek bergetar dan jatuh ke lantai menciptakan suasana yang lebih nyata akan dampak gempa ringan. Kemudian, *player* diberi instruksi untuk mengembalikan barang yang jatuh. Jika semua sudah dikembalikan maka akan muncul panel sukses.



(a) Instruksi



(b) Eksekusi



(c) Panel Sukses

Gambar 4. 41 Tampilan Simulasi Gempa Stage IIc) *Stage III*

Gambar 4.42 merupakan tampilan simulasi gempa *stage III* dengan Skala VI, gempa memasuki zona kuning dengan kerusakan ringan. Guncangan yang terjadi mengakibatkan keretakan pada lima area. Setelah guncangan selesai diberikan instruksi untuk menemukan lima titik kerusakan. Titik kerusakan ada yang terlihat secara langsung dan ada yang tersembunyi.



(a) Instruksi



(b) Eksekusi



(c) Panel Sukses

Gambar 4. 42 Tampilan Simulasi Gempa Stage IIId) *Stage IV*

Gambar 4.43 merupakan tampilan simulasi gempa *stage IV* dengan Skala VII-VIII, gempa mengakibatkan kerusakan sedang. *Player* diberikan instruksi untuk menemukan tiga korban yang terjebak untuk dievakuasi. Untuk menemukan korban yang terjebak *player* bisa melakukan *drag-and-drop* pada objek yang menghalangi.



(a) Instruksi



(b) Eksekusi



(c) Panel Sukses

Gambar 4. 43 Tampilan Simulasi Gempa Stage IVe) *Stage V*

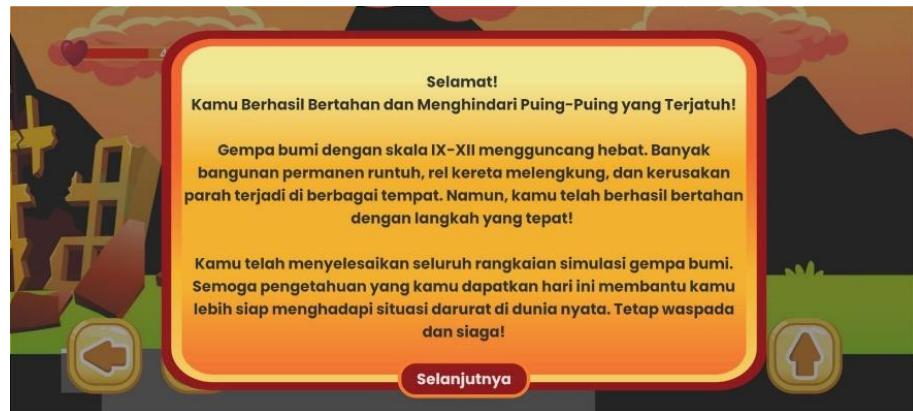
Gambar 4.44 merupakan tampilan simulasi gempa *stage V* dengan Skala IX-XII, guncangan mengakibatkan kerusakan berat. *Player* diberikan instruksi untuk menghindari puing-puing yang terjatuh dan menghindari jalan yang rusak akibat gempa yang terjadi. *Player* harus sampai di garis akhir dan menyentuh papan panah, yang akan memunculkan panel sukses sebagai penanda akhir.



(a) Instruksi



(b) Eksekusi

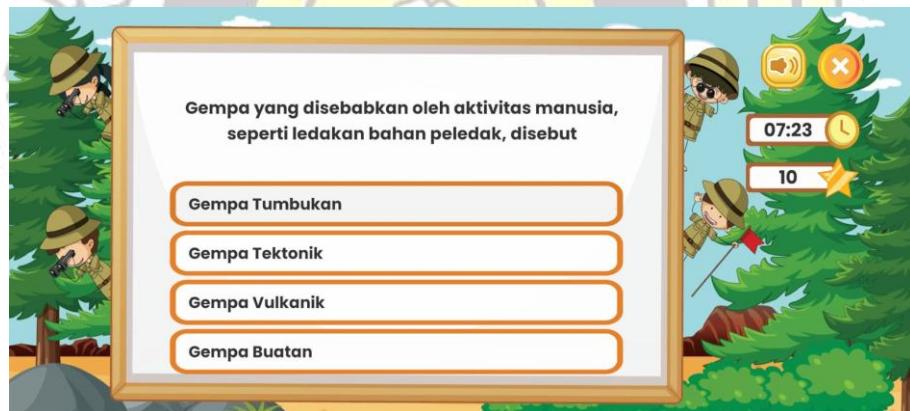


(c) Panel Sukses

Gambar 4. 44 Tampilan Simulasi Gempa Stage V

4.2.14. Tampilan Misi Pilihan Berganda

Gambar 4.45 merupakan tampilan misi Pilihan Berganda, *player* akan melihat papan soal yang berisi beberapa pilihan jawaban. Di samping soal, terdapat *timer* yang menghitung waktu tersisa untuk menjawab, serta nilai yang akan diperoleh berdasarkan jawaban yang benar. Tampilan ini dirancang untuk memberikan tantangan waktu dan memastikan pengalaman belajar yang interaktif.

**Gambar 4. 45** Tampilan Pilihan Berganda

4.2.15. Tampilan Mini Game Pencocokan Label

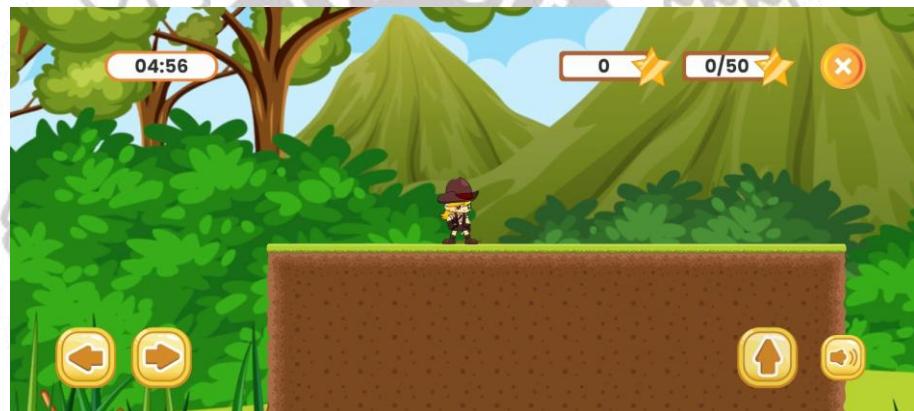
Gambar 4.46 merupakan tampilan mini game Pencocokan Label, *player* akan menemukan beberapa *button label* yang mewakili pilihan jawaban, serta sebuah kontainer jawaban untuk menempatkan label yang dipilih. Terdapat *timer* yang menghitung waktu untuk menyelesaikan pencocokan, dan *button* jawab untuk mengonfirmasi jawaban *player*. Tampilan ini dirancang untuk menguji keterampilan pemahaman dan kecepatan dalam mencocokkan bagian yang kosong dengan jawaban benar.



Gambar 4. 46 Tampilan Mini Game Pencocokan Label

4.2.16. Tampilan Misi Selamatkan Warga

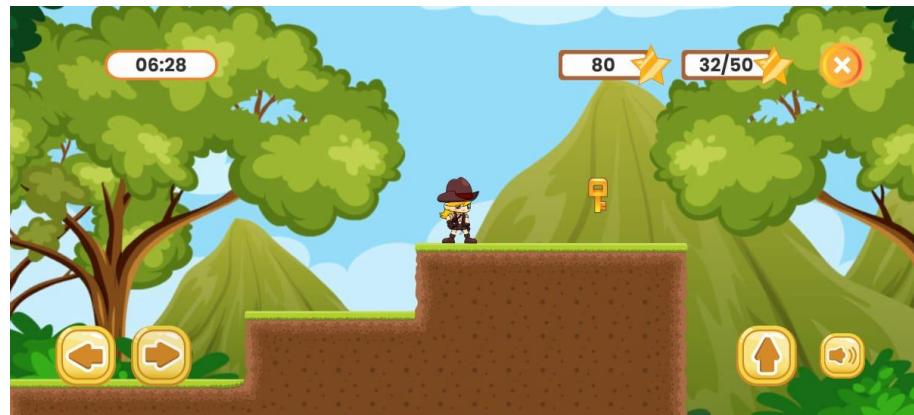
Gambar 4.47 merupakan tampilan misi selamatkan warga terdapat *button* untuk pergerakan *player*, *timer*, nilai, jumlah orang yang diselamatkan, *marble orange* untuk memunculkan soal, dan kunci untuk memperoleh kemenangan.



(a) Awal Permainan



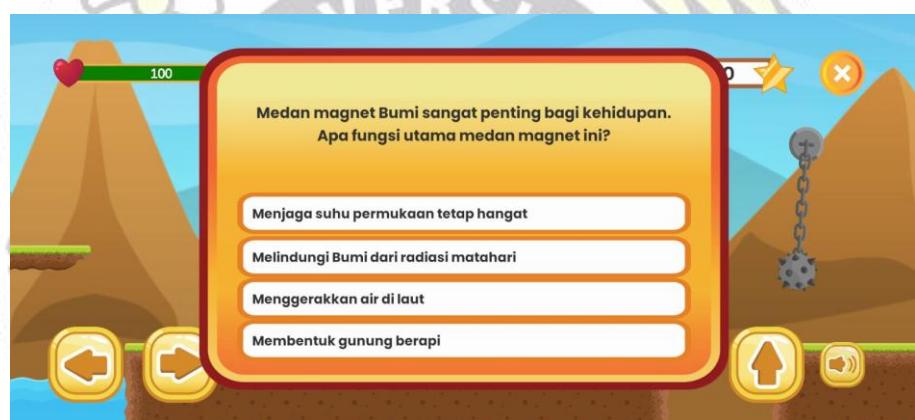
(b) Marble Orange



Gambar 4. 47 Tampilan Misi Selamatkan Warga

4.2.17. Tampilan Soal

Gambar 4.48 merupakan tampilan soal yang akan muncul ketika *player* menyentuh papan soal ataupun *marble orange*.



Gambar 4. 48 Tampilan Soal

4.2.18. Tampilan Hasil Petualangan Cerdas

Gambar 4.49 merupakan tampilan hasil dari misi Petualangan Cerdas. Menunjukkan *feedback*, jumlah bintang yang diperoleh, total koin yang dikumpulkan, nilai akhir *player*, terdapat button "Kembali" dan "Coba Lagi".



Gambar 4. 49 Tampilan Hasil Petualangan Cerdas

4.2.19. Tampilan Hasil Kuis Kata Acak

Gambar 4.50 merupakan tampilan hasil dari Kuis Kata Acak menampilkan *feedback* yang bervariasi berdasarkan *range* nilai yang diperoleh *player*. *Feedback* memberikan penilaian yang sesuai dengan pencapaian *player*. Selain itu, tampilan menunjukkan jumlah bintang yang diperoleh, nilai akhir, serta dua *button*: "Kembali" dan "Coba Lagi".



Gambar 4. 50 Tampilan Hasil Kuis Kata Acak

4.2.20. Tampilan Hasil Kuis Pilihan Berganda

Gambar 4.51 merupakan tampilan hasil dari Kuis Pilihan Berganda menampilkan *feedback* yang disesuaikan dengan nilai yang diperoleh *player*. Feedback ini memberikan penilaian berdasarkan pencapaian *player* selama kuis. Tampilan juga menunjukkan jumlah bintang yang diperoleh, nilai akhir yang dicapai, serta dua *button*: "Kembali" dan "Coba Lagi".



Gambar 4. 51 Tampilan Hasil Pilihan Berganda

4.2.21. Tampilan Hasil Selamatkan Warga

Gambar 4.52 merupakan tampilan hasil dari misi Selamatkan Warga menampilkan *feedback* yang berbeda-beda tergantung pada nilai yang diperoleh *player*. *Feedback* mencakup nilai yang didapatkan dan berdasarkan jumlah orang yang berhasil diselamatkan. Selain itu, tampilan juga menunjukkan jumlah bintang yang diperoleh,

jumlah orang yang diselamatkan, dan nilai akhir *player*. Terdapat button "Keluar" dan "Coba Lagi".



Gambar 4. 52 Tampilan Hasil Selamatkan Warga

4.2.22. Tampilan Badge Pencapaian

Gambar 4.53 merupakan tampilan badge pencapaian muncul dalam bentuk *pop-up* yang menampilkan pencapaian yang telah diraih oleh *player*.



Gambar 4. 53 Tampilan Badge Pencapaian

4.2.23. Tampilan Jeda

Gambar 4.54 merupakan tampilan jeda muncul sebagai *pop-up* ketika button (X) ditekan, menampilkan dua button: "Lanjutkan" dan "Kembali."



Gambar 4. 54 Tampilan Jeda

4.2.24. Tampilan Pop Up Keluar

Gambar 4.55 merupakan tampilan *pop up* keluar yang akan muncul setelah *player* menekan *button* (X).



Gambar 4. 55 Tampilan *Pop Up* Keluar

4.3. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memvalidasi bahwa aplikasi yang dikembangkan berjalan dengan baik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen aplikasi berfungsi sebagaimana mestinya.

4.3.1. Pengujian Sistem

Pengujian sistem terdiri dari tiga jenis, yaitu pengujian aplikasi, algoritma, dan penerapan *Artificial Intelligence*. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *black box testing*, yang berfokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi tanpa memperhatikan bagaimana proses internalnya. Pengujian ini memanfaatkan Unity Editor dan Unity Remote sebagai alat untuk simulasi dan pengujian langsung pada perangkat.

a) Uji Aplikasi

Berikut adalah pengujian aplikasi yang dilakukan dengan membaginya menjadi beberapa komponen uji:

Tabel 4. 4 Komponen Uji

No	Komponen Uji	Indikator Pengujian
1	Tile Screen	Pengujian <i>button</i> : dropdown menu, pencapaian, info kredit, audio, mulai, keluar, dan konfirmasi keluar.
2	Halaman Pencapaian	Pengujian <i>button</i> : pilihan kategori dan kembali.
3	Halaman Peta	Pengujian <i>button</i> : pilihan topik dan kembali.
4	Halaman Mode	Pengujian <i>button</i> : pilihan mode dan kembali.

Tabel 4. 4 Komponen Uji (Lanjutan)

No	Komponen Uji	Indikator Pengujian
5	Panel Informasi pengantar	Pengujian <i>button</i> : mulai dan kembali.
6	Video <i>storytelling</i>	Pengujian <i>button</i> : selanjutnya, mulai, <i>pause</i> , <i>continue</i> , dan jeda. Pengujian <i>slider</i>
7	Misi Petualangan Cerdas	Pengujian <i>button</i> : <i>button</i> pergerakan. Pengujian <i>healthbar</i> , koin yang didapatkan, nilai yang diperoleh, soal, <i>option</i> jawaban, peralihan <i>level</i> , dan <i>damage</i> yang diterima.
8	<i>Mini game</i> Puzzle Lempeng Tektonik	Pengujian <i>timer</i> , <i>drag and drop</i> .
9	Misi Kuis Kata Acak	Pengujian <i>button</i> : hapus, jawab, dan <i>button</i> huruf Pengujian <i>timer</i> dan nilai.
10	<i>Mini game</i> Simulasi Gempa	Pengujian <i>button</i> : <i>button</i> pergerakan. Pengujian sentuhan: meja, orang, retakan, objek yang terjatuh, puing-puing bangunan. Pengujian <i>healthbar</i> , getaran gempa.
11	Misi Pilihan Berganda	Pengujian <i>button</i> : <i>option</i> jawaban. Pengujian <i>timer</i> dan nilai.
12	<i>Mini game</i> Pencocokan Label	Pengujian <i>button</i> : <i>drag and drop label</i> jawaban dan jawab. Pengujian <i>timer</i> .
13	Misi Selamatkan warga	Pengujian <i>button</i> : <i>button</i> pergerakan. Pengujian <i>timer</i> , nilai, dan soal.
14	<i>Mini games</i> dan misi	Pengujian <i>button</i> : coba lagi, kembali, audio dan jeda. Pengujian menampilkan <i>badge</i> pencapaian, panel hasil dan panel sukses.
15	Jeda	Pengujian <i>button</i> : lanjutkan dan kembali.

Setiap komponen akan diuji dan dilakukan pemeriksaan satu per satu. Berikut hasil pengujian yang sudah dilakukan:

1. *Tile Screen*

Tabel 4. 5 Pengujian *Tile Screen*

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Dropdown</i> menu	Menampilkan dan menyembunyikan menu pencapaian, ikon kredit, audio <i>on/off</i> .	Berhasil
2	Pencapaian	Menampilkan halaman pencapaian.	Berhasil
3	Info kredit	Menampilkan halaman info kredit.	Berhasil
4	Audio	Mengaktifkan dan menonaktifkan <i>background</i> .	Berhasil
5	Mulai	Menampilkan halaman peta.	Berhasil
6	Keluar	Menampilkan konfirmasi keluar.	Berhasil
7	Konfirmasi keluar	Batal keluar aplikasi atau keluar aplikasi.	Berhasil

2. Pencapaian

Tabel 4. 6 Pengujian Pencapaian

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Pilihan kategori	Menampilkan <i>badge</i> untuk setiap kategori.	Berhasil
2	Kembali	Kembali ke halaman menu utama.	Berhasil

3. Peta

Tabel 4. 7 Pengujian Peta

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Pilihan topik	Menampilkan pilihan mode.	Berhasil
2	Kembali	Kembali ke halaman meu utama.	Berhasil

4. Pilihan mode

Tabel 4. 8 Pengujian Pilihan Mode

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Pilihan mode	Menampilkan informasi pengantar.	Berhasil
2	Kembali	Kembali ke halaman peta.	Berhasil

5. Informasi pengantar

Tabel 4. 9 Pengujian Informasi Pengantar

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Mulai	Memulai <i>game</i> .	Berhasil
2	Kembali	Kembali ke halaman pilihan mode.	Berhasil

6. Video *storytelling*

Tabel 4. 10 Pengujian Video *Storytelling*

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Selanjutnya	Menampilkan dialog selanjutnya.	Berhasil
2	Mulai	Memulai video	Berhasil
3	<i>Pause</i>	Menjeda video	Berhasil
4	<i>Continue</i>	Melanjutkan video	Berhasil
5	Jeda	Menampilkan panel jeda	Berhasil
6	<i>Slider</i>	<i>Drag and drop timeline</i> video	Berhasil

7. Misi Petualangan Cerdas

Tabel 4. 11 Pengujian Misi Petualangan Cerdas

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Button</i> pergerakan	<i>Player</i> bergerak ke kiri, ke kanan, melompat, dan menembak.	Berhasil
2	<i>Healthbar</i>	Mengurangi kesehatan <i>player</i> saat terkena <i>damage</i> . Jika <i>player respawn</i> maka akan muncul kembali di tempat terakhir dengan kondisi darah 50.	Berhasil
3	Koin	Menambahkan <i>value</i> koin.	Berhasil
4	Nilai	Menambah nilai jika jawaban benar.	Berhasil
5	Soal	Soal akan muncul jika <i>player</i> menyentuh papan soal.	Berhasil
6	<i>Option</i> jawaban	Sistem akan menerima jawaban <i>player</i> dan memeriksanya.	Berhasil
7	Peralihan <i>level</i>	Beralih ke <i>level</i> selanjutnya jika menyentuh papan panah.	Berhasil

Tabel 4. 11 Pengujian Misi Petualangan Cerdas (Lanjutan)

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
8	<i>Damage</i>	Memberikan <i>damage</i> kepada <i>player</i> .	Berhasil

8. *Mini game* Puzzle Lempeng Tektonik**Tabel 4. 12 Pengujian Puzzle Lempeng Tektonik**

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Timer</i>	<i>Value slider timer</i> berkurang seiring berjalannya waktu.	Berhasil
2	<i>Drag and drop slice puzzle</i>	Memindahkan kepingan <i>puzzle</i> dari kayu kecil ke kayu besar.	Berhasil

9. Misi Kuis Kata Acak

Tabel 4. 13 Pengujian Misi Kuis Kata Acak

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Hapus	Menghapus setiap balok huruf terakhir.	Berhasil
2	Jawab	Pemeriksaan jawaban benar atau salah.	Berhasil
3	<i>Button</i> huruf	Berpindah ke area jawaban.	Berhasil
4	<i>Timer</i>	<i>Timer</i> berkurang seiring berjalannya waktu.	Berhasil
5	Nilai	Menambahkan nilai jika jawaban benar.	Berhasil

10. *Mini game* Simulasi Gempa**Tabel 4. 14 Pengujian Simulasi Gempa**

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Button</i> pergerakan	<i>Player</i> bergerak ke kiri, ke kanan, dan melompat.	Berhasil
2	Meja	Menampilkan panel sukses.	Berhasil
3	Orang	Menambah jumlah orang yang diselamatkan dan menampilkan panel sukses.	Berhasil

Tabel 4. 15 Pengujian Simulasi Gempa (Lanjutan)

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
4	Retakan	Menambah jumlah retakan yang ditemukan dan menampilkan panel sukses.	Berhasil
5	Nilai	Mengembalikan objek yang terjatuh dan menampilkan panel sukses.	Berhasil
6	<i>Drag and drop</i>	Memindahkan puing-puing bangunan.	Berhasil
7	<i>Healthbar</i>	Mengurangi kesehatan <i>player</i> saat terkena <i>damage</i> . Jika <i>player respawn</i> maka akan muncul kembali di tempat terakhir dengan kondisi darah 50.	Berhasil
8	Getaran gempa	Menampilkan getaran sesuai dengan frekuensi dan amplitudo yang telah diatur.	Berhasil

11. Misi Pilihan Berganda

Tabel 4. 15 Pengujian Misi Pilihan Berganda

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Option</i> jawaban	Sistem mendapatkan jawaban <i>player</i> dan memeriksanya.	Berhasil
2	<i>Timer</i>	Waktu dihitung mundur.	Berhasil
3	Nilai	Nilai bertambah jika jawaban benar.	Berhasil

12. *Mini game* Pencocokan Label**Tabel 4. 16 Pengujian Pencocokan Label**

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Drag and drop</i> Label jawaban berpindah tempat. <i>label</i> jawaban.	Label jawaban berpindah tempat.	Berhasil
2	Jawab	Sistem memeriksa jawaban <i>player</i> .	Berhasil
3	<i>Timer</i>	Waktu dihitung mundur.	Berhasil

13. Misi Selamatkan warga

Tabel 4. 17 Pengujian Misi Selamatkan Warga

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Button pergerakan	Player bergerak ke kiri, ke kanan, dan melompat.	Berhasil
2	Timer	Waktu dihitung mundur, bertambah jika jawaban benar, dan berkurang jika jawaban salah.	Berhasil
3	Soal	Soal akan muncul jika <i>marble orange</i> disentuh oleh <i>player</i> .	Berhasil

14. *Mini games* dan misi

Tabel 4. 18 Pengujian Mini Games dan Misi

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Coba lagi	Memulai ulang <i>game</i> .	Berhasil
2	Kembali	Kembali ke halaman peta.	Berhasil
3	Audio	Menghentikan dan melanjutkan <i>background</i> .	Berhasil
4	Jeda	Menghentikan <i>gameplay</i> dan menampilkan panel jeda.	Berhasil
5	Badge pencapaian	Menampilkan badge jika kondisi terpenuhi.	Berhasil
6	Panel hasil	Menampilkan panel hasil jika sudah menyelesaikan misi.	Berhasil
7	Panel sukses	Menampilkan panel sukses jika sudah menyelesaikan <i>mini games</i> .	Berhasil

15. Jeda

Tabel 4. 19 Tampilan Jeda

No	Pengujian	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Lanjutkan	Kembali bermain.	Berhasil
2	Kembali	Kembali ke halaman peta.	Berhasil

b) Uji algoritma Fisher Yates Shuffle

Berikut adalah pengujian algoritma Fisher Yates Shuffle untuk memastikan bahwa fungsi pengacakan berjalan dengan lancar.

Tabel 4. 20 Pengujian Algoritma Fisher Yates Shuffle

No	Komponen	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	Soal	Soal teracak pada saat permainan dimulai dan dicoba kembali.	Berhasil
2	Urutan kata	Mengacak urutan kata saat permainan dimulai dan dicoba kembali.	Berhasil
3	Puzzle	Munculnya kepingan <i>puzzle</i> secara acak untuk setiap <i>batch</i> .	Berhasil

c) Uji penerapan *Artificial Intelligence*

Berikut adalah pengujian penerapan *Artificial Intelligence* yang diterapkan pada pergerakan monster.

Tabel 4. 21 Pengujian *Artificial Intelligence*

No	Komponen	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
1	<i>Finite State Machine</i> (FSM)	<ul style="list-style-type: none"> • Monster beralih antara state IdleMonster, ShootMonster, dan PatrolMonster berdasarkan kondisi • Animasi dan logika setiap <i>state</i> berjalan sesuai dengan <i>state</i> yang dipilih. 	Berhasil
2	<i>Patrolling</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Monster bergerak bolak-balik antara patrolPoint1 dan patrolPoint2. • Monster berhenti untuk idle selama idelTimeAtPatrol sebelum melanjutkan patroli. 	Berhasil

Tabel 4. 22 Pengujian Artificial Intelligence (Lanjutan)

No	Komponen	Hasil Seharusnya	Hasil Pengujian
		<ul style="list-style-type: none"> • Monster beralih ke state ShootMonster jika <i>player</i> berada dalam jangkauan serang. 	Berhasil
3	Pengambilan keputusan berdasarkan jarak	<ul style="list-style-type: none"> • Monster beralih ke WalkMonster jika <i>player</i> berada dalam jangkauan aggro. • Monster bergerak menuju <i>player</i> jika jarak antara aggroRange dan attackRange. • Monster beralih ke ShootMonster jika <i>player</i> berada dalam jangkauan serang. • Jika <i>player</i> berada di luar jangkauan aggro, monster kembali ke IdleMonster. 	Berhasil Berhasil Berhasil Berhasil
4	Menghindari batas	<ul style="list-style-type: none"> • Monster tidak melewati batas kiri (<i>leftBound</i>) dan kanan (<i>rightBound</i>). • Monster secara otomatis dikembalikan ke posisi batas jika mencoba keluar dari area. 	Berhasil Berhasil
5	Mengejar dan menyerang <i>player</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Monster bergerak menuju <i>player</i> jika dalam attackrange tetapi di luar stopDistance. • Monster berhenti mendekati <i>player</i> jika sudah berada dalam stopDistance. • Monster menyerang <i>player</i> jika cooldown selesai. • Monster menghadap ke arah <i>player</i> (kanan/kiri) sesuai posisi <i>player</i>. 	Berhasil Berhasil Berhasil Berhasil

4.3.2. Pengujian User

Pengujian *user* dilakukan melalui penilaian kelayakan media, pengujian *pre-test* dan *post-test*, serta penilaian pengalaman pengguna selama menggunakan aplikasi media

pembelajaran. Proses pengujian ini menggunakan metode pengisian angket atau kuesioner oleh *user*.

1. Penilaian kelayakan media

Penilaian kelayakan media disusun berdasarkan beberapa aspek, yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan penilaian kontekstual, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan Departemen Pendidikan Nasional (DEPDIKNAS) tahun 2002.

Penilaian dilakukan oleh seorang guru mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dari SMP Budi Murni 1 Medan. Instrumen yang digunakan untuk menilai kelayakan media telah disusun secara sistematis dan tercantum pada tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Instrumen Penilaian Kelayakan Media

No	Aspek	Indikator Penilaian	Jumlah Butir Penilaian
1	Kelayakan isi	Kesesuaian materi dengan Kompetensi Dasar	2
		Keakuratan materi	5
		Kemuktahiran materi	2
		Mendorong keingintahuan	1
		Teknik penyajian	1
2	Kelayakan penyajian	Pendukung oenyajian	1
		Penyajian pembelajaran	1
		Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia	1
3	Kelayakan bahasa	Komunikatif	1
		Dialogis dan interaktif	1
		Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	1
		Hakekat kontekstual	2
4	Penilaian kontekstual	Komponen kontekstual	7

Sumber: (Dewi, 2020), dimodifikasi

Penilaian terhadap seluruh aspek dinilai menggunakan Skala Likert, yang merupakan metode untuk mengukur sikap, pendapat, pengetahuan, atau persepsi seseorang terhadap pernyataan tertentu. Dalam penelitian ini, Skala Likert dengan

interval 1-4 digunakan untuk mengeliminasi kemungkinan adanya jawaban netral. Bobot dari setiap skor yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Bobot Skor Penilaian

Penilaian	Keterangan	Bobot Skor
SB	Sangat Baik	4
B	Baik	3
K	Kurang	2
SK	Sangat Kurang	1

Penilaian dari setiap indikator pernyataan pada masing-masing aspek dihitung menggunakan Persamaan 4.1 berikut:

$$P(S) = \frac{S}{N} \times 100\% \quad (4.1)$$

Keterangan :

- P(S) : Persentase sub variable
- S : Jumlah skor tiap sub variable
- N : Jumlah skor maximal

Setelah hasil diperoleh maka akan dilakukan penilaian sesuai dengan kriteria kelayakan media seperti pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Kriteria Kelayakan Media

No	Percentase	Interpretasi
1	<21%	Sangat Tidak Layak
2	21-40%	Tidak Layak
3	41-60%	Cukup Layak
4	61-80%	Layak
5	81-100%	Sangat Layak

Sumber : (Marlinda *et al.*, 2023)

Penilaian kelayakan media dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh aspek yang telah diuji, termasuk isi, penyajian, bahasa, dan konteks. Hasil dari proses penilaian ini kemudian disesuaikan dengan kriteria kelayakan yang telah ditetapkan. Data lengkap mengenai hasil penilaian kelayakan media disajikan secara terperinci dalam Tabel 4.25.

Tabel 4. 25 Hasil Penilaian Kelayakan Media

Aspek	Persentase	Interpretasi
Kelayakan isi	94,4%	Sangat Layak
Kelayakan penyajian	91,6%	Sangat Layak
Kelayakan bahasa	93,75%	Sangat Layak
Penilaian kontekstual	97,2%	Sangat Layak

Merujuk pada Tabel 4.25, hasil penilaian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan “Sangat Layak” untuk digunakan berdasarkan seluruh aspek yang telah dinilai. Setelah media pembelajaran tersebut dinyatakan layak oleh penilai, langkah berikutnya adalah melaksanakan pengujian terhadap peserta didik. Pengujian ini meliputi beberapa tahap, yaitu penilaian melalui *pre-test* dan *post-test*, serta evaluasi pengguna (*User Experience*).

2. Pengujian *pre-test* dan *post-test*

Pengujian *pre-test* dan *post-test* dilakukan sebagai metode evaluasi untuk mengukur tingkat pemahaman siswa sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran yang dikembangkan. Dalam pengujian ini, digunakan 50 soal yang identik pada kedua tahap guna memastikan validitas dan konsistensi dalam pengukuran. Pendekatan ini dirancang untuk memberikan data yang akurat dan objektif, sehingga perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* dapat secara jelas menunjukkan peningkatan pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan melalui media pembelajaran.

Penilaian untuk rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* menggunakan Persamaan 4.2 berikut:

$$\bar{x} = \left(\frac{\sum P}{n} \right) \quad (4.2)$$

Keterangan :

\bar{x} : Nilai rata-rata

$\sum P$: Jumlah keseluruhan nilai

n : Banyaknya topik

Hasil pengujian *pre-test* peserta didik ditunjukkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Hasil *Pre-Test*

Hasil pengujian *post-test* peserta didik ditunjukkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil Post-Test

Berdasarkan Tabel 4.26 dan Tabel 4.27, dapat dilihat perbandingan hasil yang diperoleh oleh setiap peserta didik pada *pre-test* dan *post-test*. Rata-rata nilai pada *pre-test* sebesar 74.21, sedangkan pada *post-test* mengalami peningkatan signifikan menjadi 90.41. Peningkatan ini menunjukkan adanya perkembangan pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan. Selain itu, nilai median (nilai tengah) juga menunjukkan kenaikan, dari 74 pada *pre-test* menjadi 90 pada *post-test*, yang mencerminkan bahwa lebih banyak peserta didik yang memperoleh nilai di atas rata-rata setelah pembelajaran. Begitu pula dengan nilai modus, yang menunjukkan angka paling banyak diperoleh peserta didik, yang meningkat dari 68 pada *pre-test* menjadi 90 pada *post-test*. Kenaikan nilai modus ini mengindikasikan bahwa lebih banyak peserta didik yang memperoleh nilai tinggi setelah pembelajaran. Perbandingan rinci antara hasil *pre-test* dan *post-test* disajikan lebih lengkap dalam Tabel 4.28 yang merangkum perbedaan hasil evaluasi peserta didik sebelum dan setelah pembelajaran.

Untuk mencari persentase kenaikan keseluruhan dari *pre-test* ke *post-test* menggunakan Persamaan 4.3 berikut:

$$P(K) = \left(\frac{N_2 - N_1}{N_1} \right) \times 100 \quad (4.3)$$

Keterangan :

P(K) : Persentase kenaikan

N1 : Nilai Awal

N2 : Nilai Akhir

Setelah dihitung persentase kenaikan keseluruhan dari *pre-test* ke *post-test*, maka diperoleh:

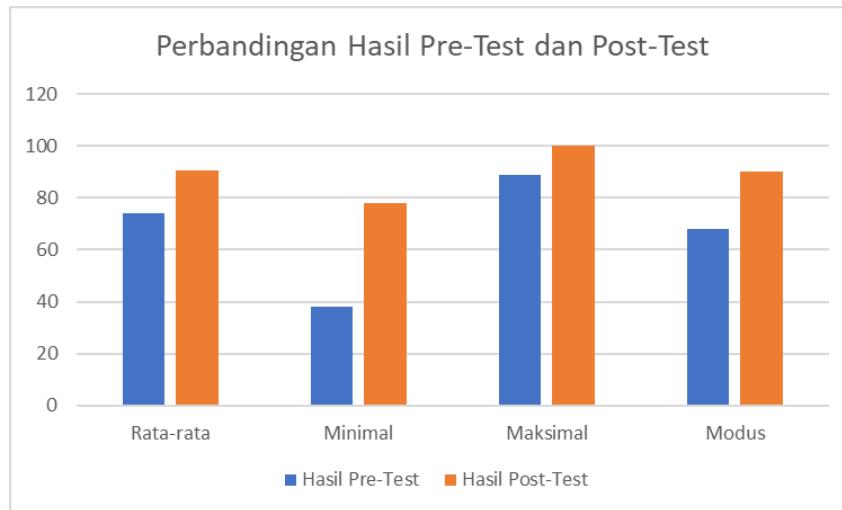
- Rata-rata naik sebesar 21.83%
- Median naik sebesar 21.62%
- Modus naik sebesar 32.35%

Tabel 4. 28 Perbandingan Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test*

Keterangan	Rata-rata	Minimal	Maksimal	Modus
Hasil <i>Pre-Test</i>	74.21	38	89	68
Hasil <i>Post-Test</i>	90.41	78	100	90

Nilai minimal merujuk pada nilai terendah yang diperoleh peserta didik pada setiap tes yang diberikan, sedangkan nilai maksimal adalah nilai tertinggi

yang diperoleh peserta didik pada tes tersebut. Perbandingan antara hasil *pre-test* dan *post-test* juga ditampilkan dalam bentuk diagram batang untuk memudahkan analisis, seperti yang terlihat pada Gambar 4.56.



Gambar 4. 56 Perbandingan Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test*

Berdasarkan analisis yang ditunjukkan pada Tabel 4.28 dan Gambar 4.56, dapat disimpulkan bahwa implementasi gamifikasi dalam *digital storytelling* tentang asal mula terbentuknya Danau Toba berhasil meningkatkan pemahaman siswa. Hal ini terlihat dari peningkatan rata-rata nilai siswa yang naik dari 74.21 pada *pre-test* menjadi 90.41 pada *post-test*. Selain itu, nilai minimal juga mengalami peningkatan yang signifikan, dari 38 pada *pre-test* menjadi 78 pada *post-test*, yang menunjukkan perkembangan pada siswa dengan pemahaman yang lebih rendah. Nilai maksimal juga meningkat dari 89 menjadi 100, yang mengindikasikan bahwa siswa dengan kemampuan tinggi berhasil meningkatkan pencapaian mereka. Peningkatan nilai modus, dari 68 pada *pre-test* menjadi 90 pada *post-test*, semakin memperkuat kesimpulan bahwa media pembelajaran ini dapat meningkatkan pemahaman mayoritas siswa.

3. *User Experience Questionnaire*

Setelah peserta didik menggunakan media pembelajaran dan menyelesaikan semua misi yang tersedia maka akan diberikan kuesioner untuk mengukur tingkat pengalaman pengguna dalam menggunakan media pembelajaran. Tingkat pengalaman pengguna akan diukur dan dievaluasi menggunakan metode *User Experience Questionnaire* (UEQ). Berikut instrumen kuesioner yang digunakan, tertera pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Instrumen *User Experience*

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian
1	Daya Tarik	1, 22, 25
2	Kejelasan	3, 5, 6, 15, 23
3	Efisiensi	4, 8, 24
4	Ketepatan	9, 10, 11, 19, 20
5	Stimulasi	2, 12, 13, 14
6	Kebaruan	7, 16, 17, 18, 21

Penilaian terhadap pengalaman pengguna dilakukan menggunakan Skala Likert dengan interval 1-4. Skala tersebut digunakan untuk menghilangkan kemungkinan adanya jawaban netral, sehingga responden diarahkan untuk memberikan evaluasi yang lebih spesifik. Setiap skor yang diberikan pada skala likert memiliki bobot yang berbeda, seperti yang tertera pada Tabel 4.23.

Setelah data dari kuesioner terkumpul, dilakukan analisis kelayakan menggunakan Persamaan 4.1 untuk menghitung persentase hasil dari respon yang diterima. Persentase tersebut kemudian dikategorikan ke dalam lima tingkatan kelayakan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, yang dapat dilihat pada Tabel 4.24, untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat kelayakan media pembelajaran yang digunakan.

Hasil kuesioner yang telah diisi oleh peserta didik mencakup penilaian terhadap enam aspek utama yang telah ditanyakan. Rincian hasil penilaian ditampilkan secara lengkap pada Tabel 4.30.

Tabel 4. 30 Hasil *User Experience*

No	Indikator Penilaian	Percentase
1	Daya Tarik	90.8%
2	Kejelasan	88.6%
3	Efisiensi	86.49%
4	Ketepatan	87.93%
5	Stimulasi	86.42%
6	Kebaruan	85.86%

Berdasarkan hasil analisis data kuesioner, media pembelajaran dinilai "Sangat Layak" pada keseluruhan aspek yang diukur. Penilaian ini mencakup enam aspek utama, yaitu:

a) Daya tarik

Dengan persentase 90.8%, media pembelajaran mampu mempertahankan perhatian peserta didik.

b) Kejelasan

Dengan persentase 88.6%, materi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami.

c) Efisiensi

Dengan persentase 86.49%, pembelajaran berjalan dengan bagaimana mestinya dan peserta didik dapat memahami materi dengan cepat.

d) Ketepatan

Dengan persentase 87.93%, informasi yang disampaikan akurat dan sesuai dengan fakta ilmiah.

e) Stimulasi

Dengan persentase 86.42%, media pembelajaran berhasil menimbulkan rasa ingin tahu peserta didik.

f) Kebaruan

Dengan persentase 85.86%, media pembelajaran mampu menghadirkan pendekatan yang berbeda dengan menggabungkan antara gamifikasi dan *digital storytelling*.

4.4. Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, implementasi gamifikasi dalam digital storytelling sebagai media pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam menunjukkan dampak yang signifikan dan sesuai dengan tujuan penelitian. Hal ini terlihat dari peningkatan rata-rata nilai siswa dari 74,21 pada *pre-test* menjadi 90,41 pada *post-test*, yang mencerminkan keberhasilan media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap proses ilmiah terbentuknya Danau Toba. Selain itu, hasil analisis kuesioner menunjukkan bahwa media ini dinilai "Sangat Layak" dalam berbagai aspek, seperti daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketepatan, stimulasi, dan kebaruan, dengan skor keseluruhan yang tinggi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Penilaian terhadap kelayakan media pembelajaran menunjukkan hasil yang sangat baik. Persentase nilai pada aspek kelayakan isi sebesar 94,4%, kelayakan penyajian sebesar 91,6%, kelayakan bahasa sebesar 93,75%, dan kelayakan kontekstual sebesar 97,2%. Secara keseluruhan, penilaian kelayakan media pembelajaran ini dinyatakan dalam kategori “Sangat Layak” menunjukkan bahwa media pembelajaran berhasil memenuhi standar yang sangat tinggi dalam berbagai aspek evaluasi.
2. Hasil analisis *pre-test* dan *post-test* menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran. Rata-rata nilai meningkat sebesar 21,83%, dengan rata-rata *pre-test* sebesar 74,21 dan rata-rata *post-test* sebesar 90,41. Nilai minimal juga mengalami peningkatan, dari 38 pada *pre-test* menjadi 78 pada *post-test*. Nilai maksimal meningkat dari 89 pada *pre-test* menjadi 100 pada *post-test*. Selain itu, modus atau nilai yang paling sering muncul juga meningkat dari 68 menjadi 90. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman peserta didik.
3. Hasil analisis kuesioner terbagi menjadi enam aspek yaitu, Daya Tarik memperoleh nilai 90.8%, Kejelasan memperoleh nilai 88.6%, Efisiensi memperoleh nilai 86.49%, Ketepatan memperoleh nilai 87.93%, Stimulasi memperoleh nilai 86.42%, dan Kebaruan memperoleh nilai 85.86%. Secara keseluruhan, hasil analisis kuesioner menunjukkan bahwa media pembelajaran ini memperoleh kategori ”Sangat Layak” dalam meningkatkan minat dan pemahaman peserta didik.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diterapkan untuk melanjutkan penelitian ini, yaitu:

1. Menambahkan fitur *leaderboard* sebagai sarana kompetitif yang menampilkan peringkat peserta didik berdasarkan skor atau pencapaian mereka. Fitur ini bertujuan untuk mendorong motivasi belajar, meningkatkan prestasi, dan menciptakan lingkungan persaingan yang sehat dan positif di antara peserta didik.
2. Menambahkan fitur *history* yang menyediakan grafik interaktif untuk memvisualisasikan perkembangan hasil percobaan setiap misi. Dengan fitur ini, peserta didik dapat mengevaluasi kemajuan mereka dari waktu ke waktu serta memahami kekuatan dan kelemahan dalam setiap sesi permainan.
3. Menambahkan variasi karakter antagonis guna meningkatkan tingkat kesulitan dalam melawan musuh. Penambahan karakter baru dengan kemampuan dan pola serangan unik akan memberikan tantangan yang lebih beragam, sehingga *gameplay* menjadi lebih menarik dan menantang bagi pemain.



DAFTAR PUSTAKA

- Cinde, C. Y., & Pinandita, T. (2023). The Development Of Android-Based Plane Figure Educational Game Using Unity 2D With Fisher Yates Shuffle Algorithm (A Case Study At Sekolah Dasar Negeri 1 Brobot). *Journal of Games, Game Art, and Gamification*, 8(2), 48–52. <https://doi.org/10.21512/jggag.v8i2.9947>
- Darung, A., Setyasih, I., & Ningrum, M. V. R. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Geografi Menggunakan Poster Infografis (Materi Dinamika Atmosfer). *Jurnal Geoedusains*, 1(1), 27–41.
- Deokar, P. A. S., Shewale, S. R., Shardul, S. R., Singh, A. K. K., & Sharma, S. R. (2024). “Flames of Redemption” Narrative-Driven 2D Platformer Game in Unity Game Engine. *ALOCHANA JOURNAL*, 13(2231), 684–689.
- Dewi, K. K. S. (2020). Pengembangan konten biologi materi ekosistem hutan wisata Alas Kedaton sebagai suplemen bahan ajar untuk siswa kelas X SMA. *Analytical Biochemistry*, 6.
- Dwiansyah, A., & Thamrin, T. (2022). Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Teknologi Mobile Virtual Reality Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika Kelas Sepuluh (X) Sekolah Menengah Kejuruan. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 10(1), 55. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v10i1.116533>
- Fitri Marisa, Tubagus Mohammad Akhiriza, Anastasia Lidya Maukar, Arie Restu Wardhani, Syahroni Wahyu Iriananda, & Mardiana Andarwati. (2022). Gamifikasi (Gamification) Konsep dan Penerapan. *Journal Of Information Technology And Computer Science*, 7(1), 219–228.
- Fitria, T. N. (2023). The impact of gamification on students' motivation: A Systematic Literature Review. *LingTera*, 9(2), 47–61. <https://doi.org/10.21831/lt.v9i2.56616>
- Henim, S. R., & Sari, R. P. (2020). Evaluasi User Experience Sistem Informasi Akademik Mahasiswa pada Perguruan Tinggi Menggunakan User Experience

- Questionnaire. *Jurnal Komputer Terapan*, 6(1), 69–78. <https://doi.org/10.35143/jkt.v6i1.3582>
- Junaidi, J. (2019). Peran Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar. *Diklat Review : Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Pelatihan*, 3(1), 45–56. <https://doi.org/10.35446/diklatreview.v3i1.349>
- Karapakdee, J., & Wannapiroon, P. (2023). Immersive Digital Storytelling Learning Experience with a Metaverse Gamification Game Platform to Enhance Game Developer Competency. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(6), 890–898. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.6.1884>
- Kemendikbudristek. (2022). Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Fase D. *Pusat Kurikulum Dan Pembelajaran, Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi*, 3, 103–111.
- Krisnawati, E., & Julianingsih, D. (2019). Efektifitas penggunaan video digital storytelling pada materi trigonometri di kelas X untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika*, 5(2), 55–62.
- Kunto, I., Ariani, D., Widyaningrum, R., & Syahyani, R. (2021). Ragam Storyboard Untuk Produksi Media Pembelajaran. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 4(1), 108–120. <https://doi.org/10.21009/jpi.041.14>
- Maraza-quispe, B., Choquehuanca-quispe, W., Rosas-imán, V. H., Quispe-flores, L. M., Alcázar-holguin, M. A., Feliciano-yucra, G., & Martinez-lopez, A. C. (2024). *Impact of Gamification on Collaborative Learning Development : A Quantitative Experimental Approach*. 19, 51–60. <https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3368360>
- Marlinda, A., Hanim, N., & Eriawati. (2023). Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Atlas Jamur Makroskopis Pada Materi Kingdom Fungi. *Prosiding Seminar Nasional Biotik XI 2023*, 11(1), 81–89.
- Marzuki, A. D., & Prayunisa, F. (2022). Analisis Kesulitan Siswa Pada Jenjang SD dan SMP Dalam Memahami Pembelajaran IPA. *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(4), 946–951. <https://doi.org/10.58258/jupe.v7i4.4369>

- Nirwana, N. C., & Purwanto, A. (2022). Pengembangan Teknologi Game Indonesia “Pramuka Asik” Menggunakan Unity 2d Engine Berbasis Android. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 2103–2116.
- Nitiasih, P. K., Permana, I. G. Y., & Budiartha, L. G. R. (2022). Enhancing Students’ Reading Comprehension with Gamification of Local Wisdom Stories during Emergency Online Learning. *Journal of Education Technology*, 6(3), 515–520. <https://doi.org/10.23887/jet.v6i3.47289>
- Nurtanto, M., Kholifah, N., Ahdhianto, E., Samsudin, A., & Isnantyo, F. D. (2021). A Review of Gamification Impact on Student Behavioral and Learning Outcomes. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(21), 22–36. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i21.24381>
- Phanphai, P., Koraneekij, P., & Khraisang, J. (2019). Development of fairy tales electronic book design model using digital storytelling in gamification environment to enhance creative thinking and happiness in learning. *ACM International Conference Proceeding Series*, 12–17. <https://doi.org/10.1145/3306500.3306559>
- Poonsawad, A., Srissomphan, J., & Sanrach, C. (2022). Synthesis of Problem-Based Interactive Digital Storytelling Learning Model Under Gamification Environment Promotes Students’ Problem-Solving Skills. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(05), 103–119.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2005). The Unified Modeling Language Reference Manual Second Edition. In *Pearson Education, Inc.*
- S, N. E., & Hermita, R. (2020). Perancangan Game Novel Visual Cerita Rakyat Nusantara “Asal Mula Danau Toba” Menggunakan Renpy Visual Novel Engine. *Sisfotenika*, 11(1), 47. <http://sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/ST/article/view/1054/712>
- Saefudin, M., Sudijiran, & Soegijanto. (2021). Penerapan Perangkat Lunak Unity Dalam Pengembangan Aplikasi Game Dua Dimensi Berbasis Android. *Sikomtek*, 13(1), 11. <https://sikomtek.jakstik.ac.id/index.php/journalsikomtek/article/view/28>

- Santoso, H. B., Schrepp, M., Yugo Kartono Isal, R., Utomo, A. Y., & Priyogi, B. (2016). Measuring user experience of the student-centered E-learning environment. *Journal of Educators Online*, 13(1), 1–79.
- Schrepp, M. (2023). User Experience Questionnaire Handbook v10(03.05.2023). URL: [http://dx.doi.org/10.30813/j-alu.v2i2.3530](Https://Www.Researchgate.Net/Publication/303880829{_}User{_}Experience{_}Questionnaire{_}Handbook{_}Version{_}2.(Accessed: 02.02. 2017), 1–16. www.ueq-online.org</p>
<p>Tanjung, M. A. P. (2011). Analisis Pengaruh Storytelling Terhadap Game Lorong Waktu – Pangeran Dipenogoro Sebagai Media Edukasi Sejarah. <i>Ilmiah Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)</i>, 5(3), 1–4.</p>
<p>Toba Caldera, UNESCO, & Global Geopark. (2021). <i>Asal Usul Terjadinya Danau Toba</i>. Badan Pengelola Toba Caldera Unesco Global Geopark.</p>
<p>Virginia, M., & Amanda Ginting, J. (2023). Game Edukasi Match Puzzle Menggunakan Algoritma Fisher-Yates Shuffle Berbasis Android. <i>Jurnal Algoritma, Logika Dan Komputasi</i>, VI(1), 531–542. <a href=)
- Wahyudi, L., Wiryokusumo, I., & Fatirul, A. (2021). Pengembangan Game Edukasi Fractal Adventure untuk Pembelajaran Bilangan Pecahan. *Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 6(2), 199–209. <https://doi.org/10.17977/um039v6i12021p199>
- Wulandari, A. P., Salsabila, A. A., Cahyani, K., Nurazizah, T. S., & Ulfiah, Z. (2023). Pentingnya Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar. *Journal on Education*, 5(2), 3928–3936. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.1074>
- Xu, Y. (2023). The Application of Gamification on Reading Ability in Primary and Middle School English Learning. In *Journal of Education, Humanities and Social Sciences RETPS* (Vol. 2023).
- Yan, Y. (2023). Gamification in Primary School Mathematics Education. In *Journal of Education, Humanities and Social Sciences RETPS* (Vol. 2023).
- Yulyanto, Y., & Permana Dewi, D. (2020). Implementasi Algoritma Fisher Yates Pada Game 3D Petualangan Menyelamatkan Binatang. *JEJARING (Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika)*, 5(2), 1–8.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Keterangan Penelitian



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Medan 20155

Telepon/Fax: 061-8213793

Laman: www.fasilkom-ti.usu.ac.id

Nomor : 1414/UN5.2.14.D/PPM/2024
 Lampiran : 1 (satu) set
 Hal : Permohonan Izin Pra Penelitian

Yth.

Kepala Sekolah SMP Budi Murni 1 Medan

Sehubungan dengan Surat Permohonan Izin Pra Penelitian yang diajukan mahasiswa sebagai berikut:

Nama : PRETTY OHARA HUTASOIT
 NIM : 201402084
 Program : S1
 Program Studi : Teknologi Informasi
 Semester : 8 (delapan)
 Alamat Mahasiswa : Perum. Taman Riviera CL 168
 Judul Proposal : Implementasi Gamifikasi dalam Digital Storytelling Asal Mula Terbentuknya Danau Toba sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam
 Lokasi Penelitian : SMP Budi Murni 1 Medan
 Ditujukan Kepada : Kepala Sekolah SMP Budi Murni 1 Medan
 Dosen Pembimbing : Dedy Arisandi, S.T., M.Kom.

Maka dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan Izin Pra Penelitian kepada mahasiswa yang tersebut di atas. Pra Penelitian ini diperlukan mahasiswa untuk mengumpulkan data/informasi sebagai bahan untuk menyelesaikan proposal penelitian.

Demikian hal ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Medan, 13 Mei 2024
 Ditandatangani secara elektronik oleh:
 Dekan



Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M.Sc.
 NIP 197401272002122001

Lampiran 2

Angket Penilaian Kelayakan Media

ANGKET PENILAIAN KUALITAS MEDIA PEMBELAJARAN

Judul Penelitian	:	Implementasi Gamifikasi Dalam Digital <i>Storytelling</i> Asal Mula Terbentuknya Danau Toba Sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam
Peneliti	:	Pretty Ohara Hutasoit
Pembimbing	:	1. Dedy Arisandi, ST., M.Kom 2. Umaya Ramadhan Putri Nasution S.TI., M.Kom.
Prodi	:	Teknologi Informasi

Dengan hormat,

Lembar penilaian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait validitas media pembelajaran yang telah dikembangkan. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai masukan untuk meningkatkan kualitas media pembelajaran ini, dengan penilaian berdasarkan aspek kelayakan isi, penyajian, dan bahan ajar menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek penilaian kontekstual menurut DEPDINKNAS (2022).

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut :
 - Skor 4: Sangat Baik
 - Skor 3: Baik
 - Skor 2: Kurang
 - Skor 1: Sangat Kurang
2. Bapak/Ibu mohon memberikan penilaian berdasarkan deskripsi butir penilaian yang telah disediakan.
3. Apabila Bapak/Ibu menemukan aspek yang kurang sesuai, mohon memberikan komentar dan saran perbaikan pada kolom yang telah disediakan.
4. Bapak/Ibu mohon memberikan tanda check list (✓) terhadap hasil akhir penilaian terhadap pengembangan media pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dalam Digital *Storytelling* Asal Mula Terbentuknya Danau Toba.

B. IDENTITAS

Nama : Alitawati Br Sitepu S.Pd
 NIP : -
 Instansi : SMP BUDI MURNI - I MEDAN.

A. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		SK	K	B	SB
1	2	3	4		
A. Kesesuaian materi dengan Kompetensi Dasar	Materi dalam game sudah sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran				✓
	Materi yang disajikan dalam game sudah lengkap			✓	
B. Keakuratan Materi	Keakuratan konsep dan definisi				✓
	Keakuratan data dan fakta			✓	
	Keakuratan contoh		✓		
	Keakuratan gambar dan ilustrasi			✓	
	Keakuratan istilah-istilah			✓	
C. Kemuktakhiran Materi	Gambar, ilustrasi dan animasi yang disajikan dalam game membuat pembelajaran menjadi lebih menarik				✓
D. Mendorong Keingintahuan	Mendorong rasa ingin tahu				✓

B. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		SK	K	B	SB
1	2	3	4		
A. Teknik Penyajian	Keruntutan konsep				✓
B. Pendukung Penyajian	Terdapat contoh-contoh atau ilustrasi yang diberikan, baik gambar atau animasi peristiwa asal mula terjadinya Danau Toba			✓	
C. Penyajian Pembelajaran	Media pembelajaran mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran				✓

C. ASPEK KELAYAKAN BAHASA

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		SK	K	B	SB
		1	2	3	4
A. Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Ketepatan dan keektivitasan struktur kalimat dalam <i>game</i>				✓
B. Komunikatif	Bahasa yang digunakan dalam media pembelajaran mudah dipahami oleh peserta didik				✓
C. Dialogis dan Interaktif	Kualitas dialog dan interaktivitas yang disajikan dalam <i>game</i>			✓	
D. Kesesuaian dengan Perkembangan Peserta Didik	Kesesuaian dengan perkembangan intelektual dan emosional peserta didik				✓

D. ASPEK PENILAIAN KONTEKSTUAL

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		SK	K	B	SB
		1	2	3	4
A. Hakekat Kontekstual	Game ini mampu membantu peserta didik untuk membayangkan dan memahami peristiwa asal mula terjadinya Danau Toba dengan lebih baik				✓
	Kemampuan mendorong siswa untuk merasa seolah terlibat dalam peristiwa asal mula terjadinya Danau Toba			✓	
B. Komponen Kontekstual	1. Kontruktivisme (<i>Constructivism</i>) 2. Menemukan (<i>Inquiry</i>) 3. Bertanya (<i>Questioning</i>) 4. Masyarakat Belajar (<i>Learning Community</i>) 5. Pemodelan (<i>Modelling</i>) 6. Refleksi (<i>Reflection</i>) 7. Penilaian yang sebenarnya (<i>Authentic Assessment</i>)				✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓

C. KESIMPULAN

Menurut saya, Media pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dalam digital Storytelling Asal Mula Terbentuknya Danau Toba dinyatakan :

- (a) Layak digunakan tanpa revisi
- b. Layak digunakan dengan revisi sesuai dengan saran
- c. Tidak layak

Komentar dan Saran Perbaikan

Kualitas Media Pembelajaran layak digunakan tanpa revisi

Medan, 29 Nov 2024

Validator,

Nitawati Br Sitepu S.pd
NIP.

Lampiran 3

Soal Pre-Test dan Post-Test

LEMBARAN SOAL PRE-TEST

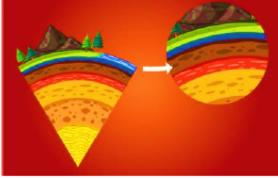
Nama :
Kelas :

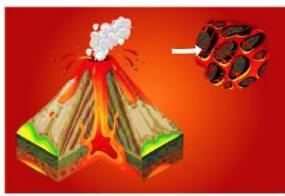
Topik : Struktur Bumi

1. Lapisan kerak Bumi sering dibandingkan dengan bagian luar telur. Apa fungsi utama dari kerak Bumi?
 - a. Membentuk medan magnet
 - b. Menjadi rumah bagi makhluk hidup
 - c. Menggerakkan lempeng tektonik
 - d. Menghasilkan radiasi matahari
2. Apa sifat utama mantel Bumi?
 - a. Terbuat dari batuan cair padat
 - b. Lapisan yang dingin dan tidak bergerak
 - c. Batuan panas yang bisa mengalir perlahan
 - d. Sepenuhnya padat dan tidak ada aktivitas
3. Apa peran utama inti Bumi dalam melindungi kehidupan di permukaan?
 - a. Menghasilkan medan magnet Bumi
 - b. Menyediakan tempat bagi makhluk hidup
 - c. Membentuk kerak Bumi
 - d. Menyimpan lava untuk gunung berapi
4. Gerakan lempeng tektonik disebabkan oleh aktivitas di lapisan mana?
 - a. Kerak Bumi
5. Inti luar Bumi terdiri dari bahan apa?
 - a. Cairan panas
 - b. Batuan padat
 - c. Batuan beku
 - d. Logam dingin
6. Mengapa inti dalam Bumi berbentuk padat meskipun berada di suhu yang sangat tinggi?
 - a. Karena terbuat dari batuan dingin
 - b. Karena didinginkan oleh mantel
 - c. Karena tidak ada panas di inti dalam
 - d. Karena tekanan yang sangat tinggi
7. Dalam analogi telur, apa yang membedakan kerak Bumi dari kulit telur?
 - a. Kerak Bumi lebih tebal daripada kulit telur
 - b. Kerak Bumi cair seperti putih telur
 - c. Kerak Bumi keras tetapi lebih tipis dibandingkan lapisan lainnya
 - d. Kerak Bumi terbuat dari logam seperti inti telur

8. Medan magnet Bumi sangat penting bagi kehidupan. Apa fungsi utama medan magnet ini?
- Menjaga suhu permukaan tetap hangat
 - Melindungi Bumi dari radiasi matahari
 - Menggerakkan air di laut
 - Membentuk gunung berapi
9. Apa hubungan antara mantel Bumi dan lava gunung berapi?
- Lava berasal dari inti luar
 - Lava berasal dari batuan panas mantel
- c. Lava adalah hasil dari aktivitas di inti dalam
- d. Lava hanya ada di kerak Bumi
10. Mengapa penting untuk menjaga kelestarian Bumi seperti kita menjaga telur?
- Karena Bumi memiliki medan magnet yang kuat
 - Karena kerak Bumi bisa mencair kapan saja
 - Karena inti Bumi selalu padat
 - Karena Bumi rapuh dan penuh kehidupan yang bergantung padanya

Topik : Lempeng Tektonik

1.  Lempeng yang menjadi dasar daratan disebut lempeng ...
2.  Lapisan kerak bumi disebut juga ..
3.  Arus konveksi yang menyebabkan pergerakan lempeng tektonik terjadi di lapisan ...

4.  Astenosfer mengandung lelehan batuan yang disebut ...
5.  Gerakan lempeng yang saling menjauh disebut gerakan ...
6.  Gerakan lempeng yang saling mendekati satu sama lain disebut gerakan ...
7.  Gerakan lempeng yang saling bergesekan satu sama lain disebut gerakan ...
8.  Gerakan konvergen antara lempeng Hindia dan Eurasia membentuk pegunungan ...
9.  Contoh patahan transform yang terkenal di Clifornia adalah patahan ...

10.



Lempeng yang berada di dasar lautan disebut lempeng ...

Topik : Gempa Bumi

1. Apa jenis gempa bumi yang paling sering terjadi karena pergeseran lempeng tektonik?
 a. Gempa Vulkanik
 b. Gempa Tektonik
 c. Gempa Tumbukan
 d. Gempa Buatan

tempat getaran terasa paling kuat, disebut ...

 - a. Episentrum
 - b. Hiposentrum
 - c. Magma
 - d. Astenosfer
2. Gempa yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti ledakan bahan peledak, disebut ...
 a. Gempa Tumbukan
 b. Gempa Buatan
 c. Gempa Tektonik
 d. Gempa Vulkanik

Pada skala MMI, tingkatan intensitas gempa "I" menggambarkan ...

 - a. Tidak dirasakan oleh manusia, hanya terdeteksi oleh alat seismograf
 - b. Sedikit dirasakan oleh orang-orang di dalam ruangan pada lantai atas gedung
 - c. Dirasakan oleh banyak orang di dalam dan luar ruangan, menyebabkan kerusakan kecil
 - d. Menyebabkan kerusakan besar pada bangunan, bahkan bangunan kuat sekalipun
3. Ketika benda langit seperti meteorid menghantam bumi dan menghasilkan getaran, disebut ...
 a. Gempa Vulkanik
 b. Gempa Runtuhan
 c. Gempa Tumbukan
 d. Gempa Buatan

Alat yang digunakan untuk mengukur dan merekam getaran gempa bumi adalah ...

 - a. Hiposentrum
 - b. Seismograf
 - c. Richter Scale
 - d. Barometer
4. Apa nama titik di dalam bumi yang menjadi sumber gempa bumi?
 a. Episentrum
 b. Hiposentrum
 c. Pusat Seismik
 d. Litosfer

Di permukaan bumi, titik yang menjadi pusat dari gempa dan
5. Di permukaan bumi, titik yang menjadi pusat dari gempa dan

Apa yang dihasilkan oleh seismograf sebagai rekaman dari getaran gempa bumi?

- | | |
|--|---|
| <p>a. Seismometer
b. Seismogram
c. Hiposentrum
d. Episentrum</p> <p>9. Tingkat intensitas gempa "VIII" pada skala MMI biasanya ditandai dengan ...
a. Semua bangunan hancur, rel kereta api melengkung
b. Tidak dirasakan oleh manusia, hanya terdeteksi oleh alat seismograf
c. Kerusakan parah pada bangunan yang tidak tahan gempa, dan struktur bangunan</p> | <p>yang kuat mengalami kerusakan sedang
d. Tidak menghasilkan getaran yang kuat</p> <p>10. Apa yang biasanya dibutuhkan untuk menentukan Lokasi hiposentrum dari suatu gempa bumi?
a. Satu seismogram dari satu lokasi
b. Dua seismogram dari dua lokasi berbeda
c. Minimal tiga seismogram dari lokasi berbeda
d. Empat seismogram dari lokasi berbeda</p> |
|--|---|
-

Topik : Gunung Berapi "Gunung Toba"

1. Bagaimana Danau Toba terbentuk?
a. Karena gempa bumi besar
b. Karena letusan gunung berapi besar
c. Karena erosi air Sungai
d. Karena aktivitas manusia
2. Apa nama pulau yang terletak di tengah Danau Toba?
a. Pulau Sibandang
b. Pulau Haranggaol
c. Pulau Samosir
d. Pulau Porsea
3. Apa yang menyebabkan Danau Toba menjadi danau vulkanik?
a. Karena terbentuk akibat aktivitas gunung berapi
b. Karena terbentuk oleh aktivitas manusia
c. Karena terbentuk akibat pergerakan lempeng bumi
4. Berapa kali Gunung Toba meletus hingga terbentuk Danau Toba?
a. Satu kali
b. Dua kali
c. Tiga kali
d. Empat kali
5. Apakah material vulkanik yang dikeluarkan saat letusan Gunung Toba termasuk abu vulkanik, lava, dan batu panas?
a. Ya
b. Tidak
6. Dimana Danau Toba berada?
a. Aceh
b. Sumatera Utara
c. Sumatera Barat
d. Kalimantan Timur

7. Letusan pertama Gunung Toba terjadi sekitar berapa tahun yang lalu?
 a. 500 ribu tahun
 b. 74 ribu tahun
 c. 800-900 ribu tahun
 d. 1 juta tahun
8. Apa nama kaldera yang terbentuk dari letusan pertama Gunung Toba?
 a. Kaldera Haranggaol
 b. Kaldera Porsea
 c. Kaldera Sibandang
 d. Kaldera Silalahi
9. Letusan kedua Gunung Toba menghasilkan kaldera yang dikenal sebagai?
 a. Kaldera Haranggaol
 b. Kaldera Porsea
 c. Kaldera Sibandang
 d. Kaldera Toba
10. Apa dampak dari letusan ketiga Gunung Toba?
 a. Menghasilkan tsunami
 b. Menyebarluaskan abu vulkanik ke separuh bumi
 c. Membuat pulau baru
 d. Membanjiri daratan Eropa
11. Berapa luas Danau Toba?
 A. 1.265 km²
 B. 1.220 km²
 C. 1.000 km²
 D. 1.500 km²
12. Letusan Gunung Toba yang paling dahsyat terjadi pada...
 a. 800 ribu tahun lalu
 b. 500 ribu tahun lalu
 c. 74 ribu tahun lalu
 d. 100 ribu tahun lalu
13. Letusan ketiga Gunung Toba menyebabkan abu vulkanik menyebar sampai ke?
 a. Seluruh Asia Tenggara
 b. Daratan China hingga Afrika Selatan
 c. Lautan Pasifik
 d. Pegunungan Himalaya
14. Apa yang terjadi setelah kaldera Gunung Toba terbentuk?
 a. Air hujan mengisi kawah sehingga membentuk danau
 b. Kawah menjadi kering tanpa air
 c. Lava terus keluar dari kawah
 d. Kawah ditutupi oleh batuan besar
15. Danau Toba memiliki kedalaman maksimum berapa meter?
 a. 300 meter
 b. 400 meter
 c. 629 meter
 d. 529 meter
16. Apa yang dimuntahkan oleh letusan pertama Gunung Toba?
 A. Abu vulkanik beracun
 B. Lava dan gas beracun
 C. Material piroklastik dengan volume besar
 D. Awan panas yang menyebar ke seluruh dunia
17. Apakah magma di bawah gunung Toba melepaskan energinya secara perlahan sehingga membentuk danau?
 A. Ya
 B. Tidak
18. Letusan Gunung Toba yang sangat besar memuntahkan material piroklastik, yang kemudian membentuk apa?
 a. Gunung berapi baru
 b. Laut besar
 c. Kaldera danau

- d. Sungai besar
19. Apa efek letusan Gunung Toba terhadap kehidupan di bumi?
- Membantu hewan bermigrasi
 - Menambah jumlah spesies
 - Sedikit berdampak pada makhluk hidup
 - Menghapus beberapa spesies
20. Proses terbentuknya Danau Toba melibatkan letusan yang memuntahkan abu vulkanik. Apa yang terjadi dengan abu ini?
- Menyebar ke seluruh dunia dan mempengaruhi iklim
 - Menyebar hanya di sekitar Gunung Toba
 - Menjadi material pembentuk kaldera
 - Mengendap di dasar danau

Lampiran 4

Angket Respon Siswa

ANGKET RESPON SISWA

Judul Penelitian	:	Implementasi Gamifikasi Dalam Digital <i>Storytelling</i> Asal Mula Terbentuknya Danau Toba Sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam
Sasaran Program	:	Siswa SMP Kelas 9
Peneliti	:	Pretty Ohara Hutasoit
Pembimbing	:	1. Dedy Arisandi, ST., M.Kom 2. Umaya Ramadhani Putri Nasution S.TI., M.Kom.
Prodi	:	Teknologi Informasi

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Sebelum mengisi angket respon ini, pastikan Anda telah menggunakan media pembelajaran Ilmu Pengetahuan interaktif Digital *Storytelling* Asal Mula Terbentuknya Danau Toba
2. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum Anda memberikan penilaian.
3. Melalui instrumen ini, mohon memberikan penilaian berupa tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:
 SS : Sangat Setuju bermilai 4
 S : Setuju bermilai 3
 TS : Tidak Setuju bermilai 2
 STS : Sangat Tidak Setuju bermilai 1

B. TABEL PENILAIAN

NO	Butir Penilaian	Pilihan Jawaban			
		STS	TS	S	SS
1	Aplikasi ini menarik secara visual dan informatif.	1	2	3	4
2	Saya menikmati cara aplikasi ini menyajikan informasi ilmiah tentang Danau Toba.				
3	Penjelasan ilmiah tentang terbentuknya Danau Toba mudah dipahami.				
4	Navigasi dalam aplikasi ini mudah digunakan untuk menjelajahi materi.				
5	Saya dapat memahami konsep ilmiah tentang Danau Toba tanpa kesulitan.				
6	Aplikasi ini menyajikan informasi ilmiah dengan ringkas dan jelas.				
7	Fitur interaktif seperti animasi atau grafik membantu saya memahami materi dengan cepat.				
8	Aplikasi ini memberikan akses mudah ke topik yang saya cari.				
9	Informasi ilmiah dalam aplikasi ini terasa akurat dan dapat dipercaya.				
10	Informasi yang diberikan dalam aplikasi ini sebagian besar sesuai dengan yang saya pelajari di sekolah.				

11	Saya merasa yakin bahwa aplikasi ini menyajikan informasi yang relevan dan tepat.				
12	Aplikasi ini meningkatkan rasa ingin tahu saya tentang proses geologi terbentuknya Danau Toba.				
13	Saya merasa terinspirasi untuk mempelajari lebih banyak tentang letusan supervolcano.				
14	Penyajian informasi dalam aplikasi ini membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan				
15	Pendekatan ilmiah dalam aplikasi ini memungkinkan saya untuk memahami materi dengan lebih cepat dan tanpa kebingungan.				
16	Fitur multimedia memberikan pengalaman belajar yang berbeda.				
17	Aplikasi ini menyajikan konsep ilmiah dengan cara baru yang memudahkan pemahaman.				
18	Grafik dan animasi dalam aplikasi ini membantu saya memahami proses ilmiah terbentuknya Danau Toba				

19	Saya merasa aplikasi ini cocok untuk digunakan dalam pembelajaran.				
20	Aplikasi ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang sejarah geologi Danau Toba.				
21	Ilustrasi tentang letusan supervolcano di aplikasi ini menarik dan membantu memahami prosesnya.				
22	Cara penyajian materi dalam aplikasi ini terasa menarik dan membuat saya ingin terus mengikuti alurnya				
23	Penjelasan disajikan dengan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti.				
24	Aplikasi ini membantu saya memahami keterkaitan antarbagian materi				
25	Tampilan skor dan elemen visual lainnya membuat saya tetap tertarik untuk mencoba lagi meskipun mendapatkan skor rendah.				

--Terimakasih --

Terimakasih atas partisipasi Anda dalam mengisi kuisioner ini. Kontribusi Anda sangat berarti bagi peningkatan kualitas penelitian yang saya kembangkan.

Lampiran 5
Rekap Jawaban dan Analisis Kuisioner Siswa

Responden	Indikator Penilaian															Total											
	Daya Tarik					Kejelasan					Efisiensi					Ketepatan			Stimulasi			Kebaruan					
	1	2	2	2	5	3	5	6	15	23	4	8	24	9	10	11	19	20	2	12	13	14	7	16	17	18	21
A	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	86
B	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	88
C	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	88
D	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	86
E	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	85
F	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	91
G	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	85
H	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	90
I	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	91
J	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	85
K	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	91
L	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	95
M	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	91
N	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	88
O	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	2	83	
P	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	83
Q	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	84
R	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	83
S	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	2	3	4	4	3	3	3	3	84
T	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	84
U	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	92
V	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	86

Responden	Indikator Penilaian												Total													
	Daya Tarik			Kejelasan			Efisiensi			Ketepatan			Stimulasi			Kebaruan										
	1	22	25	3	5	6	15	23	4	8	24	9	10	11	19	20	2	12	13	14	7	16	17	18	21	
W	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	85	
X	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	90	
Y	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	92	
Z	4	4	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	88	
AA	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	89	
AB	4	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	79	
AC	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	86	
Total	111	103	96	104	102	102	103	103	97	101	102	105	98	104	101	101	101	101	101	98	101	104	96	99	98	2534

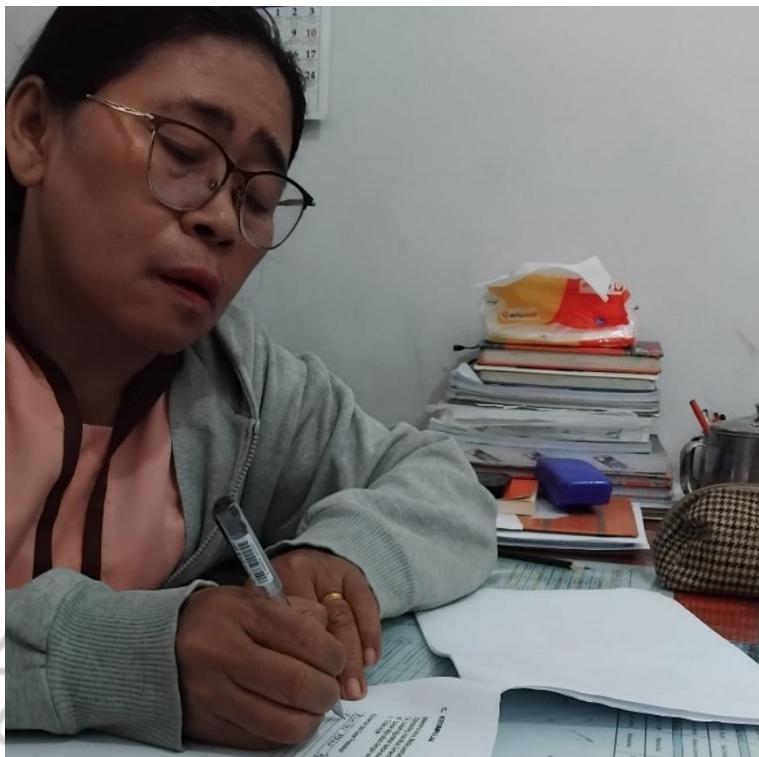
Rekap Jumlah Pilihan Jawaban Siswa Berdasarkan Kategori

Hasil Analisis Kuesioner Siswa

Kategori	Daya Tarik	Kejelasan	Efisiensi	Ketepatan	Stimulasi	Kebaruan		
	Jumlah	Skor	Jumlah	Skor	Jumlah	Skor	Jumlah	Skor
SS	53	212	79	316	40	160	75	300
SS	34	102	66	198	47	141	70	210
TS	2	4	0	0	0	0	0	1
STS	0	0	0	0	0	0	0	0
Skor Total	316		514		301		510	
Skor Maksimal	348		580		348		580	
Percentase		90.8		88.6		86.49		87.93
							86.42	
								85.86



Lampiran 6
Dokumentasi Kegiatan Penelitian







**Universitas Sumatera Utara
Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi
Informasi**

Alamat : Jalan Universitas No. 9
Kampus USU, Medan
20155 Email: fasilkomti@usu.ac.id
Telepon: (061) 8213793

**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI**
NOMOR : 162/UN5.2.14.D/SK/HK.07/2025

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

- Membaca : Surat Permohonan Mahasiswa Fasilkom-TI USU tanggal 03 Januari 2025 perihal permohonan ujian skripsi:
Nama : PRETTY OHARA HUTASOIT
NIM : 201402084
Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
Judul Skripsi : Implementasi Gamifikasi dalam Digital Storytelling Asal Mula Terbentuknya Danau Toba sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam
- Memperhatikan : Bawa Mahasiswa tersebut telah memenuhi kewajiban untuk ikut dalam pelaksanaan Meja Hijau Skripsi Mahasiswa pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara TA 2024/2025.
- Menimbang : Bawa permohonan tersebut diatas dapat disetujui dan perlu ditetapkan dengan surat keputusan
- Mengingat :
 - Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
 - Peraturan Pemerintah Nomor 17 tahun 2010 tentang pengelolaan dan penyelenggara pendidikan.
 - Keputusan Rektor USU Nomor 03/UN5.1.R/SK/SPB/2021 tentang Peraturan Akademik Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.
 - Surat Keputusan Rektor USU Nomor 1876/UN5.1.R/SK/SDM/2021 tentang pengangkatan Dekan Fasilkom-TI USU Periode 2021-2026
- Menetapkan Pertama : MEMUTUSKAN
- : Membentuk dan mengangkat Tim Penguji Skripsi mahasiswa sebagai berikut:
- | | | |
|-----------------|---|--|
| Ketua | : | Sarah Purnamawati, S.T., M.Sc.
NIP: 198302262010122003 |
| Sekretaris | : | Seniman, S.Kom, M.Kom.
NIP: 198705252014041001 |
| Anggota Penguji | : | Dedy Arisandi S.T., M.Kom.
NIP: 197908312009121002 |
| Anggota Penguji | : | Umaya Ramadhani Putri Nasution, S.TI., M.Kom.
NIP: 199104112024062001 |
| Moderator | : | - |
| Panitera | : | - |
- Kedua : Segala biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan ini dibebankan pada Dana Penerimaan Bukan Pajak (PNPB) Fasilkom-TI USU Tahun 2025.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan diperbaiki sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Medan, 10 Januari 2025
Ditandatangani secara elektronik oleh:
Dekan



Maya Silvi Lydia
NIP 197401272002122001

Tembusan :

- Ketua Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
- Yang bersangkutan