



**PENGEMBANGAN GAME EDUKASI 3D
MENGUNAKAN UNITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TENTANG 12 PRINSIP ANIMASI**

SKRIPSI

FATHIR MUHAMMAD

2207431052

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN GAME EDUKASI 3D
MENGUNAKAN UNITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TENTANG 12 PRINSIP ANIMASI**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan
untuk Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

FATHIR MUHAMMAD

2207431052

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathir Muhammad
NIM : 2207431052
Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer/T. Multimedia Digital
Judul Skripsi : Pengembangan Game Edukasi 3D Menggunakan
Unity Sebagai Media Pembelajaran Tentang 12
Prinsip Animasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 06 Juni 2026

Yang membuat pernyataan

Fathir Muhammad

NIM. 2207431052

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Fathir Muhammad
NIM : 2207431052
Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer/T. Multimedia Digital
Judul Skripsi : Pengembangan Game Edukasi 3D Menggunakan
Unity Sebagai Media Pembelajaran Tentang 12
Prinsip Animasi.

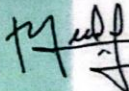
Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Senin, Tanggal 29, Bulan Juni, Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom.

()

Penguji I : Malisa Huzaifa, S.Kom., M

()

Penguji II : Hata Maulana, S.Si., M.T.I.

()

Penguji III : Sinantya Feranti Anindya, S.T., M.T

()

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua




Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan skripsi dengan berjudul “Pengembangan Game Edukasi 3D Menggunakan Unity Sebagai Media Pembelajaran Tentang 12 Prinsip Animasi” ini dengan baik. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan penuh sehingga penulis dapat menyelesaikan produk dan laporan ini dengan tenang.
2. Ibu Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya dalam seluruh rangkaian penyusunan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Muhammad Al Mukhlisiddin selaku narasumber ahli media yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membantu memberikan saran terkait pengembangan game ini.
4. Penulis menyampaikan terima kasih kepada rekan seperjuangan saya yakni Farhan Kurnia Danendra atas pengalaman berharga yang telah diberikan selama pengerjaan proyek ini. Kontribusi dedikatif beliau dalam penyusunan aset visual telah memberikan nilai estetika yang luar biasa bagi produk akhir dalam penelitian ini.

Diakhir, penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membantu walaupun dalam laporan ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan.

Depok, 06 Juni 2026

Penulis,

Fathir Muhammad

NIM. 2207431052



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fathir Muhammad

NIM : 2207431052

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer/T. Multimedia Digital

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Pengembangan Game Edukasi 3D Menggunakan Unity Sebagai Media Pembelajaran Tentang 12 Prinsip Animasi”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 06 Juni 2026

Penulis,

Fathir Muhammad

NIM. 2207431052



Pengembangan Game Edukasi 3D Menggunakan Unity Sebagai Media Pembelajaran Tentang 12 Prinsip Animasi

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan industri kreatif telah mendorong meningkatnya kebutuhan akan pemahaman mendalam mengenai prinsip-prinsip dasar animasi, khususnya 12 Prinsip Animasi yang menjadi fondasi utama dalam menciptakan visual yang dinamis dan realistis. Namun, tidak sedikit mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam memahami sekaligus mengimplementasikan konsep-konsep tersebut secara praktis. Hasil dari kuisioner awal menunjukkan 82,17% responden menyatakan setuju dan membutuhkan media pembelajaran yang interaktif dan juga memiliki unsur game. Untuk mengatasi hambatan tersebut, pengembangan media pembelajaran berbasis permainan edukasi dinilai efektif karena mampu menghadirkan suasana belajar yang lebih interaktif dan aplikatif. Target utama dari media pembelajaran ini adalah mahasiswa Program Studi Teknik Multimedia Digital Politeknik Negeri Jakarta sebagai media pembelajaran alternatif terkait 12 prinsip animasi. Tahapan pengembangan sistem ini menerapkan metode Game Development Life Cycle (GDLC) yang mencakup tahap Initiation, Pre-production, Production, Alpha Testing, Beta Testing, dan Distribution. Data penelitian diperoleh melalui hasil kuesioner pengguna terhadap mahasiswa Program Studi Teknik Multimedia Digital dengan perolehan rata-rata indeks terkait Aspek Pemahaman Materi mencapai 87,27%, Aspek Pengalaman Bermain mencapai 85,45%, serta Aspek Kepuasan Pengguna dan Efektivitas Media mencapai 86,34%, dapat disimpulkan bahwa gim edukasi "The Secret of Animation" mendapatkan penilaian dalam kategori "Sangat Baik" sebagai sebuah media pembelajaran interaktif mengenai 12 prinsip animasi.

Kata kunci: Game Edukasi, Unity, Prinsip Animasi, GDLC, Game Developer

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	i
KATA PENGANTAR	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
Abstrak.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Dua Belas Prinsip Animasi.....	5
2.2 Multimedia Interaktif	5
2.3 Definisi Game berbasis 3D dan Genre Game	5
2.4 Game Development Life Cycle (GDLC)	7
2.5 Unity	7
2.6 Visual Studio Code.....	7
2.7 Finite State Machine.....	8
2.8 WebGL	8
2.9 itch.io.....	9
2.10 Skala Likert	9
2.11 Pengujian <i>Black Box</i>	9
2.12 Penelitian terdahulu	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Rancangan Penelitian	12
3.1.1 Teknik Pengumpulan Data.....	12
3.1.2 Teknik Analisis Data.....	19
3.2 Tahapan Penelitian	22
3.3 Objek Penelitian	24



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV HASIL DAN PENELITIAN	25
4.1 Analisis Kebutuhan (<i>Initiation</i>).....	25
4.2 Pra-Produksi (<i>Pre-Production</i>)	27
4.2.1 Deskripsi dan Cerita Game	27
4.2.2. Game Design.....	28
4.2.3. Flowchart	40
4.2.4. Storyboard.....	45
4.2.5. Material Collecting.....	47
4.3. Tahap Produksi (<i>Production</i>).....	51
4.3.1. Scene MainMenu	52
4.3.2. Implementasi Scene dan Narasi Level	58
4.3.3. Sistem Interaksi <i>Point and Click</i>	69
4.3.4. Sistem <i>Interactable Objects</i>	70
4.3.5. Implementasi Sistem Kuis	107
4.3.6. Implementasi Fitur Panel Informasi.....	111
4.3.7. Implementasi Fitur Koleksi.....	113
4.3.8. Implementasi Sistem <i>Ingame Menu</i>	115
4.3.9. Implementasi Sistem Audio	116
4.4. Tahap Pengujian.....	117
4.4.1. Deskripsi Pengujian	117
4.4.2. Prosedur Pengujian	118
4.4.3. Hasil Pengujian	119
4.4.4. Analisis Data / Evaluasi Pengujian	137
4.5. Tahap Perilisan (<i>Release</i>).....	143
BAB V PENUTUP.....	144
5.1. Simpulan.....	144
5.2. Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA	146



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Isi Kuesioner Awal	13
Tabel 3. 2 Isi Kuesioner Ahli Materi	14
Tabel 3. 3 Isi Kuesioner Ahli Media.....	16
Tabel 3. 4 Isi Kuesioner Beta Testing.....	17
Tabel 3. 5 Bobot Skor Per Jawaban Skala Likert.....	20
Tabel 3. 6 Kategori Hasil Skala Likert	21
Tabel 4. 1 User Requirement	26
Tabel 4. 2 Spesifikasi Konten dan Skenario	29
Tabel 4. 3 Desain Skenario Prinsip Animasi	32
Tabel 4. 4 Struktur dan Alur Misi Permainan.....	39
Tabel 4. 5 Storyboard Antarmuka Pengguna	46
Tabel 4. 6 Material Collecting	48
Tabel 4. 7 Hasil Alpha Testing	119
Tabel 4. 8 Hasil Uji Validasi Ahli Materi.....	122
Tabel 4. 9 Hasil Kuesioner Dengan Ahli Media.....	124

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Game Development Life Cycle (GDLC)	22
Gambar 4. 1 Flowchart Scene MainMenu	41
Gambar 4. 2 Flowchart Scene Lantai1	43
Gambar 4. 3 Flowchart Scene Lantai2	44
Gambar 4. 4 Unity Asset "DOTween (HOTween v2)"	52
Gambar 4. 5 Potongan skrip MainMenuManager.cs	53
Gambar 4. 6 Panel Title Screen.....	53
Gambar 4. 7 Panel Pilih Lantai	54
Gambar 4. 8 Skrip Terkait Logika Visual dan Akses untuk Pilih Lantai	54
Gambar 4. 9 Panel Konfirmasi.....	55
Gambar 4. 10 Skrip Fungsi Terkait Panel Pengaturan.....	55
Gambar 4. 11 Panel Opsi Tab Pengaturan	56
Gambar 4. 12 Panel Opsi Tab Koleksi.....	56
Gambar 4. 13 Skrip Alur Transisi Scene Mainmenu ke Scene Lantai.....	57
Gambar 4. 14 Panel Video Cutscene Awal Lantai 1.....	58
Gambar 4. 15 Inisiasi dan Tahap Awal Skrip QuestManager.cs	59
Gambar 4. 16 Panel Surat dan DialogMulai	59
Gambar 4. 17 Inisiasi dan Fungsi Awal pada Skrip CameraManager.cs.....	60
Gambar 4. 18 Skrip DialogManager.cs.....	60
Gambar 4. 19 Eventlistener Dari Dialog Pada Skrip QuestManager.cs	61
Gambar 4. 20 Tampilan Inspector skrip QuestManager.cs.....	61
Gambar 4. 21 Fungsi Progres Misi Utama di QuestManager.cs.....	62
Gambar 4. 22 Fungsi Progres Misi Ruangan di QuestManager.cs	62
Gambar 4. 23 Fungsi Panel Quest Tracker dan Tombol Kembali Lobby.....	63
Gambar 4. 24 Visualisasi Panel Quest Tracker.....	64
Gambar 4. 25 Scriptable Object Data Misi Utama	64
Gambar 4. 26 Inspector Terkait Scriptable Object DataQuest.....	65
Gambar 4. 27 Fungsi Terkait Penyelesaian Kuis Lantai 1.....	66
Gambar 4. 28 Panel Video dengan Cutscene Awal Lantai 2	67
Gambar 4. 29 Fungsi Terkait Penyelesaian Kuis Lantai 2.....	67
Gambar 4. 30 Skrip OutroManager.cs	68

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 31 Video Intro dan Panel Selesai	68
Gambar 4. 32 Tampilan Panel Pilih Lantai Ketika Permainan Selesai.....	69
Gambar 4. 33 Skrip InteractionManager.cs	70
Gambar 4. 34 Unity Asset "Quick Outline"	71
Gambar 4. 35 Fungsi Terkait Visual Outline Objek dan Hover Ruangan	71
Gambar 4. 36 Visual Ketika Ruangan Dihover dan Objek Dihover.....	72
Gambar 4. 37 Fungsi Utama Skrip InteractableObjects.cs	72
Gambar 4. 38 Fungsi Penyimpanan Progres Objek	73
Gambar 4. 39 Objek Modul Tipe Buku dan Poster.....	73
Gambar 4. 40 Fungsi Buka Panel Modul	74
Gambar 4. 41 Fungsi Interaksi Modul pada GeneralUIManager.cs	74
Gambar 4. 42 Sistem Swipe Untuk Interaksi Modul Buku.....	75
Gambar 4. 43 Tampilan Panel Modul Cover Buku.....	75
Gambar 4. 44 Tampilan Panel Modul Isi Buku	76
Gambar 4. 45 Tampilan Panel Modul Poster	76
Gambar 4. 46 Inisiasi Awal Simulasi pada Skrip Simulasi1Bola.cs.....	77
Gambar 4. 47 Tampilan Awal Simulasi Bola Pantul	77
Gambar 4. 48 Fungsi Utama Simulasi Bola Pantul	78
Gambar 4. 49 Panel Informasi Terkait Squash And Stretch	79
Gambar 4. 50 Inisiasi Awal Puzzle Anticipation	80
Gambar 4. 51 Tampilan Puzzle Antisipasi.....	80
Gambar 4. 52 Skrip DragcardAnticipation.cs.....	81
Gambar 4. 53 Fungsi Menampilkan Animasi dan Pengecekan Jawaban.....	81
Gambar 4. 54 Tampilkan Panel Informasi Anticipation	82
Gambar 4. 55 Tampilan Awal Puzzle Memotret Figuran	82
Gambar 4. 56 Implementasi Sistem AI Berbasis FSM pada NPC.....	83
Gambar 4. 57 Inisiasi Puzzle dan Fungsi Slider Puzzle.....	84
Gambar 4. 58 Visual Raycast Camera Menuju Sample Objek Utama	84
Gambar 4. 59 Fungsi Proses Pengambilan Foto	85
Gambar 4. 60 Hasil gagal foto dan berhasil foto staging.....	85
Gambar 4. 61 Tampilan Awal Simulasi Teknik Menyusun Gambar.....	86
Gambar 4. 62 Skrip Simulasi4SAPtP.cs	87



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 63 Skrip DragcardSAPtP.cs	87
Gambar 4. 64 Panel Animasi Simulasi Teknik Gambar	88
Gambar 4. 65 Panel Informasi Straight Ahead & Pose to Pose	88
Gambar 4. 66 Tampilan Awal Simulasi Gerakan Pedang Anggar.....	89
Gambar 4. 67 Inisiasi skrip Simulasi5FTOA.....	89
Gambar 4. 68 Fungsi Utama Simulasi	90
Gambar 4. 69 Tampilan Pedang yang Terdeformasi	90
Gambar 4. 70 Panel Informasi Follow Through and Overlapping Action.....	91
Gambar 4. 71 Tampilan Awal Simulasi Kecepatan Mobil	92
Gambar 4. 72 Skrip Simulasi6Mobil.cs	92
Gambar 4. 73 Panel Informasi Slow In Slow Out.....	93
Gambar 4. 74 Tampilan Awal Simulasi Gerakan Bola Bandul	94
Gambar 4. 75 Fungsi Inisiasi Simulasi7Arcs.cs.....	94
Gambar 4. 76 Fungsi Utama Skrip Simulasi7Arcs.cs.....	95
Gambar 4. 77 Panel Informasi Arcs.....	96
Gambar 4. 78 Tampilan Awal Puzzle Memilih Bagian Secondary Action	96
Gambar 4. 79 Skrip Puzzle8SecondaryAction.cs	97
Gambar 4. 80 Panel Informasi Secondary Action.....	98
Gambar 4. 81 Tampilan Awal Simulasi Editor Animasi 2D	98
Gambar 4. 82 Skrip Simulasi9TimingSpacing.cs	99
Gambar 4. 83 Class PinDrag.....	100
Gambar 4. 84 Panel Informasi Timing and Spacing.....	100
Gambar 4. 85 Tampilan Awal Simulasi Tinju	101
Gambar 4. 86 Skrip Simulasi10Exaggeration.cs.....	101
Gambar 4. 87 Panel Informasi Exaggeration	102
Gambar 4. 88 Tampilan Awal Puzzle Memilah Gambar	102
Gambar 4. 89 Skrip Puzzle11SolidDrawing.cs.....	103
Gambar 4. 90 Panel Informasi Solid Drawing	104
Gambar 4. 91 Tampilan Awal Puzzle Menebak Karakter	104
Gambar 4. 92 Setup Puzzle Appeal dan Fungsi Tombol Pilihan.....	105
Gambar 4. 93 Fungsi Pengecekan dan Prosedur Selesai Puzzle Appeal	106
Gambar 4. 94 Panel Informasi Appeal.....	107



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 95 Inisiasi Awal dan Fungsi terkait Panel Kuis	108
Gambar 4. 96 Tampilan Panel Kuis Soal dan Pembahasan	109
Gambar 4. 97 Fungsi terkait Panel Hasil	109
Gambar 4. 98 Panel Hasil Level 1 dan Level 2	110
Gambar 4. 99 Fungsi tombol penutup sistem kuis.....	110
Gambar 4. 100 Panel Hasil jika pemain gagal dan panel popup.....	111
Gambar 4. 101 Scriptable Object DataInfoPanel	111
Gambar 4. 102 Skrip InfoPanerManager.cs	112
Gambar 4. 103 Implementasi Koleksi Pada Scene MainMenu.....	113
Gambar 4. 104 Skrip KoleksiManager.cs	114
Gambar 4. 105 Implementasi Koleksi Pada InGameMenu.....	115
Gambar 4. 106 Skrip InGameMenuManager.cs	115
Gambar 4. 107 AudioManager.cs	116
Gambar 4. 108 Pengaturan Build Game	143

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penguasaan teknik dasar merupakan fondasi utama dalam pembuatan animasi untuk menghasilkan gerakan yang natural. Berdasarkan teori fundamental yang diperkenalkan oleh Thomas dan Johnston (1981), dua belas prinsip animasi berfungsi sebagai pedoman untuk menciptakan pergerakan yang hidup dan memberikan daya tarik visual pada objek statis. Teori ini telah diadaptasi dalam kurikulum pendidikan vokasi Program Studi Teknik Multimedia Digital di Politeknik Negeri Jakarta, mengingat salah satu profil lulusan dari program studi ini adalah mencetak tenaga animator yang kompeten. Prinsip-prinsip ini sangat penting dalam memberikan ilusi kehidupan, sehingga karya animasi yang dihasilkan memiliki daya tarik secara visual serta pesan dari karya animasi yang dihasilkan mudah dipahami oleh penonton (Putra & Panindias, 2023).

Efektivitas media pembelajaran untuk materi ini masih menghadapi tantangan tersendiri di lingkungan pendidikan tinggi. Penggunaan media konvensional seperti teks dan gambar statis dinilai kurang optimal dalam memvisualisasikan konsep gerak yang rumit, sehingga penerapan konsep multimedia yang dinamis sangat diperlukan untuk membantu pemahaman mahasiswa (Staneviciene & Žekienė, 2025). Hal ini dipertegas oleh Ali (2025) yang menyebutkan bahwa penyampaian informasi melalui metode presentasi dan media statis cenderung pasif, sehingga kurang menstimulasi pemahaman visual mahasiswa. Permasalahan ini relevan dengan kondisi faktual yang ditemukan melalui kuesioner awal terhadap 46 mahasiswa program studi Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta yang telah mengambil mata kuliah tersebut. Hasilnya, sebanyak 73,91% responden menilai bahwa format *slide* presentasi maupun buku teks yang tersedia saat ini belum cukup jelas dalam menggambarkan dinamika gerakan animasi.

Keterbatasan visualisasi tersebut berdampak pada kesulitan mahasiswa saat mengidentifikasi penerapan prinsip animasi secara spesifik. Data kuesioner menunjukkan bahwa 74,35% responden sering merasa bingung dalam



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

membedakan prinsip-prinsip yang memiliki kemiripan visual, hal ini berdampak pada rendahnya daya ingat mahasiswa terhadap materi tersebut karena 76,09% responden mengalami kesulitan untuk mempelajari ulang materi dosen secara mandiri tanpa adanya bantuan media interaktif yang dapat diakses dengan mudah di luar kelas.

Untuk mengatasi kendala pemahaman visual dan keterbatasan sarana belajar mandiri tersebut, penulis mengadopsi pendekatan *Game-Based Learning* sebagai solusi dalam merancang media pembelajaran interaktif. Keputusan penerapan pendekatan ini didasarkan pada temuan Setyaningrum dkk. (2025), yang menyimpulkan bahwa metode berbasis game mampu menciptakan lingkungan belajar yang interaktif sehingga sangat efektif dalam membantu peserta didik mencerna dan memahami materi atau konsep yang kompleks. Pendekatan ini sangat sejalan dengan hasil kuesioner, di mana tercatat 82,17% responden menyatakan setuju dan membutuhkan media pembelajaran yang interaktif dan juga memiliki unsur game. Teknologi berbasis tiga dimensi diterapkan dalam penelitian ini didasari pada penelitian Sabirin dkk. (2022), yang menyatakan bahwa media 3D mampu memberikan pengalaman belajar yang mendekati kenyataan.

Berdasarkan identifikasi masalah dan analisis kebutuhan terhadap media pembelajaran yang interaktif, penulis menyusun penelitian ini dengan judul 'PENGEMBANGAN GAME EDUKASI 3D MENGGUNAKAN UNITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TENTANG 12 PRINSIP ANIMASI'.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, ditentukan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu “Bagaimana cara untuk membuat game edukasi 3D menggunakan Unity sebagai media pembelajaran interaktif tentang 12 prinsip animasi?”

1.3 Batasan Masalah



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Fokus utama dari penelitian ini adalah pada aspek perancangan logika permainan serta penyusunan elemen multimedia menggunakan game engine Unity versi 6.3
2. Materi atau konten disesuaikan dengan kurikulum dari Politeknik Negeri Jakarta mengenai mata kuliah Prinsip dan Desain Animasi.
3. Target pengguna dari game edukasi ini adalah untuk mahasiswa Teknik Multimedia Digital yang mengambil matakuliah Prinsip dan Desain Animasi.
4. *Output* dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi *game* dengan format *WebGL* dan dapat diakses secara *online* melalui laman *itch.io*

1.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah game edukasi berbasis 3D menggunakan engine Unity sebagai media pembelajaran interaktif mengenai 12 prinsip animasi untuk mahasiswa Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta. Dengan adanya game edukasi ini, mahasiswa dapat mempelajari materi 12 prinsip animasi secara praktis sekaligus menyenangkan melalui interaksi langsung dan visualisasi 3D yang lebih nyata dibandingkan media pembelajaran konvensional.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan yang terstruktur untuk memudahkan pemahaman terhadap alur pembahasan yang terdiri atas:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan dan manfaat yang ingin dicapai, serta sistematika penulisan laporan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini memaparkan tinjauan pustaka yang digunakan untuk pengerjaan laporan serta informasi tentang penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian penulis.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rancangan penelitian, sumber data, serta instrumen pengumpulan dan teknik analisis data yang digunakan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil karya serta temuan dari penelitian yang telah dilakukan. Di dalamnya terdapat uraian mengenai data yang diperoleh, yang kemudian dianalisis merujuk pada metodologi yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya guna menjawab rumusan masalah.

5. PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan akhir serta saran-saran dari peneliti berdasarkan seluruh rangkaian proses pengembangan dan pengujian game edukasi 3D yang telah dilakukan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dua Belas Prinsip Animasi

Dua belas prinsip animasi merupakan fondasi utama dalam menciptakan ilusi gerakan animasi agar seolah-olah hidup atau nyata. Konsep yang diperkenalkan oleh Thomas dan Johnston (1981) melalui karya *The Illusion of Life: Disney Animation* ini menegaskan bahwa pergerakan animasi tidak hanya bersifat mekanis, tetapi juga harus mampu mengomunikasikan watak dan emosi suatu karakter. Meskipun teknik ini termasuk tradisional, relevansi prinsip ini tetap vital di era digital. Thesen (2020) menekankan bahwa nilai estetika dan fungsional dari dua belas prinsip tersebut tetap menjadi landasan utama dalam animasi modern, yang kini telah disesuaikan dengan konteks teknologi dan perangkat lunak tiga dimensi.

2.2 Multimedia Interaktif

Multimedia interaktif adalah sebuah media yang tercipta dari gabungan berbagai media seperti video, audio, gambar, dan teks yang dilengkapi dengan kontrol navigasi, sehingga memungkinkan pengguna berinteraksi dengan media tersebut. Multimedia interaktif terbukti efektif dalam memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Suryanti, Putra, dan Nurrahman (2021) menyebutkan bahwa penyajian visual yang dinamis sangat membantu dalam menangkap materi yang sulit dijelaskan hanya dengan kata-kata. Keunggulan lain dari multimedia interaktif adalah fleksibilitasnya dalam mendukung pembelajaran mandiri yang adaptif. Kamila, Annas, dan Oktavia (2024) menjelaskan bahwa desain multimedia memungkinkan siswa untuk mengatur kecepatan belajar sesuai dengan kemampuan masing-masing, menciptakan suasana belajar yang lebih nyaman.

2.3 Definisi Game berbasis 3D dan Genre Game

Game merupakan sistem interaktif yang dirancang untuk memberikan pengalaman bermain sekaligus menstimulasi kognisi melalui aturan, tujuan, dan umpan balik



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

yang terstruktur (Mayer, 2019). Dalam konteks pendidikan, game edukasi digunakan untuk meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep melalui mekanisme interaktif yang menuntut partisipasi aktif pemainnya. Dibandingkan dengan format multimedia interaktif lainnya, pembelajaran berbasis game atau *Game-based Learning* mampu menciptakan retensi belajar yang lebih tinggi karena menggabungkan elemen tantangan dan umpan balik dinamis (Chang dkk., 2017).

Jenis permainan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah *game* berbasis tiga dimensi karena lingkungan 3D mampu menghadirkan simulasi ruang yang realistis dibandingkan format dua dimensi (Buyuksalih dan Bayburt, 2017). Karakteristik visual tersebut sangat relevan untuk memvisualisasikan materi prinsip animasi yang membutuhkan detail ruang dan kedalaman gerak.

Klasifikasi genre merupakan aspek fundamental dalam desain gim edukasi karena membantu desainer dalam menetapkan konvensi interaksi yang diharapkan dari pemain (Lee dkk., 2024). Oleh karena itu, pemilihan genre yang tepat harus didasarkan pada tujuan instruksional agar gim tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, tetapi juga sebagai media transfer ilmu yang efektif. Dalam penelitian ini, pengembangan gim edukasi mengintegrasikan empat genre utama berdasarkan taksonomi gameplay facet dari Lee dkk. (2024), yaitu puzzle, simulation, quiz, dan exploration dengan definisi dan maksud penggunaan genre tersebut sebagai berikut:

- a) Genre Puzzle didefinisikan sebagai permainan yang menekankan pada penyelesaian teka-teki, manipulasi objek, dan pengorganisasian elemen untuk menemukan solusi. Dalam gim edukasi, mekanisme puzzle berperan krusial dalam melatih kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis mahasiswa, di mana pemain dituntut untuk menganalisis situasi sebelum mengambil keputusan.
- b) Genre Simulation melibatkan simulasi tindakan atau situasi yang didasarkan pada realitas nyata maupun fiksi. Penggunaan genre simulasi dalam gim edukasi bertujuan untuk memberikan gambaran visual yang realistis terhadap materi yang bersifat abstrak.
- c) Quiz merupakan turunan dari traditional games, di mana mekanik yang dimiliki oleh game dengan genre ini dapat dimainkan di dunia nyata. Fungsi utama genre



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

ini dalam gim edukasi adalah sebagai instrumen evaluasi formatif. Dengan mengintegrasikan elemen kuis, gim dapat memberikan umpan balik instan yang memungkinkan mahasiswa untuk mengoreksi pemahaman mereka terhadap konten pembelajaran secara langsung.

- d) Genre Exploration berfokus pada aktivitas pemain dalam menavigasi lingkungan gim yang luas, menemukan lokasi baru, serta mengumpulkan informasi atau aset di dalamnya. Dalam gim edukasi, genre ini digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran berbasis penemuan. Dengan membiarkan mahasiswa mengeksplorasi materi secara mandiri di dalam gim, rasa ingin tahu dan motivasi intrinsik siswa dapat meningkat karena mereka memiliki kendali atas navigasi belajar mereka sendiri.

2.4 Game Development Life Cycle (GDLC)

GDLC atau Game Development Life Cycle merupakan adaptasi dari model Software Development Life Cycle (SDLC) yang telah dimodifikasi khusus untuk mengakomodasi karakteristik unik industri game seperti aspek artistik, kreativitas desain, dan pengalaman pengguna (Aleem dkk., 2016). Tujuan utama pendekatan ini untuk memastikan bahwa pengembangan aspek teknis, visual, dan mekanisme permainan dapat berjalan dengan baik dari awal hingga akhir pengembangan. kerangka kerja GDLC terdiri dari enam tahapan utama yaitu *initiation*, *Pre-production*, *Production*, *Testing*, *Beta-Test*, dan *Release*.

2.5 Unity

Unity merupakan perangkat lunak *game engine* lintas platform berbasis bahasa pemrograman C# yang dikembangkan oleh Unity Technologies. engine ini memiliki keunggulan fleksibilitas dalam distribusi *game*, karena mampu mendukung berbagai platform mulai dari *desktop*, *mobile*, konsol, situs web, hingga teknologi imersif seperti AR dan VR. Selain itu, Unity juga memfasilitasi pengembangan karya visual baik dalam format dua dimensi maupun tiga dimensi. (Hussain, dan Shakeel 2020).

2.6 Visual Studio Code



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Visual Studio Code (VS Code) adalah aplikasi source code editor ringan dan bersifat open-source yang dikembangkan oleh Microsoft. Aplikasi ini dirancang untuk mendukung berbagai bahasa pemrograman dan sistem operasi, menjadikannya salah satu alat pengembangan yang paling banyak digunakan di industri perangkat lunak. Dalam penelitian ini, Visual Studio Code digunakan sebagai perangkat lunak utama untuk menyusun skrip berbasis bahasa pemrograman C# yang akan diimplementasikan ke dalam game engine Unity seperti penulisan logika permainan, pelacakan bug (debugging), serta pengelolaan struktur kode agar sinkron dengan komponen-komponen objek dalam Unity.

2.7 Finite State Machine

Finite State Machine (FSM) adalah salah satu teknik pemodelan kecerdasan buatan tertua dan paling umum digunakan dalam industri pengembangan game. Secara arsitektur sistem, FSM adalah sebuah mesin keadaan terstruktur yang mengimplementasikan sejumlah keadaan berhingga. Sistem FSM bekerja secara berkala mengikuti *game loop* yang terus memperbarui keadaan dengan cara memeriksa apakah kondisi transisi sudah terpenuhi atau belum (Jagdale, 2021).

Dalam penelitian ini, peran dari FSM adalah untuk mengontrol dan mengatur perilaku suatu objek pada salah satu scenario yang penulis rancang. Tujuannya adalah membuat objek tersebut dapat berinteraksi dengan lingkungan secara lebih cerdas selayaknya memiliki kesadaran sendiri.

2.8 WebGL

WebGL (Web Graphics Library) adalah sebuah *Application Programming Interface* (API) grafis web tingkat rendah yang memungkinkan *browser* yang kompatibel untuk merender grafis 2D dan 3D secara interaktif langsung di dalam halaman web tanpa memerlukan pemasangan komponen tambahan atau plug-in. API ini bekerja dengan memanfaatkan unit pemroses grafis (GPU) yang tertanam pada perangkat pengguna untuk mempercepat proses pembuatan visual yang kompleks. Dalam arsitektur web modern, WebGL bertindak sebagai jembatan yang menghubungkan kode aplikasi web (HTML/JavaScript) di tingkat *browser* melalui sistem operasi menuju modul perangkat keras 3D (Chickerur dkk., 2024).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.9 itch.io

Itch.io merupakan sebuah situs web yang digunakan sebagai platform publikasi game. Situs ini digunakan sebagai platform publikasi game yang dikembangkan menggunakan Unity Engine dengan format WebGL. Pemilihan itch.io sebagai platform distribusi dinilai tepat karena mendukung format WebGL, yaitu platform berbasis Web-based Graphics Library yang merupakan Application Programming Interfaces (APIs) library grafis yang memungkinkan browser internet untuk menjalankan game secara langsung tanpa perlu mengunduh aplikasi terlebih dahulu (Wellson & Atmojo, 2024). Oleh karena itu, itch.io menjadi solusi distribusi yang tepat bagi produk game edukasi yang dihasilkan dalam penelitian ini, mengingat pengguna dapat langsung memainkan game melalui browser web masing-masing tanpa proses instalasi apapun.

2.10 Skala Likert

Skala Likert merupakan instrumen penelitian yang secara luas digunakan untuk berfungsi untuk mengukur sikap, pendapat, atau persepsi seseorang terhadap suatu fenomena dengan menggunakan serangkaian pernyataan yang memiliki pilihan jawaban bergradasi dengan bobot skor-nya masing-masing (Alkharusi, 2022). Seperti, “sangat setuju”, “setuju”, “netral”, “tidak setuju”, dan “sangat tidak setuju”. Pengukuran dilakukan dengan memberikan skor pada setiap pilihan jawaban, kemudian hasilnya dihitung menggunakan rata-rata atau persentase untuk memperoleh kecenderungan umum dari responden.

2.11 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* didefinisikan sebagai pendekatan pengujian fungsional yang berfokus sepenuhnya pada antarmuka luar sistem. Dalam praktiknya, pengujian dilakukan dengan memberikan serangkaian skenario input untuk memverifikasi apakah keluaran sistem sudah sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Menurut Maspupah (2024), fokus utama dari metode ini adalah menjamin validitas fitur-fitur aplikasi agar berjalan sesuai rencana, tanpa harus menyentuh ranah teknis pemrograman atau struktur internal perangkat lunak tersebut. Metode ini sangat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

efektif untuk menguji perangkat lunak interaktif seperti game edukasi, karena pengujian dilakukan dengan menilai perilaku sistem berdasarkan interaksi pemain dan hasil belajar yang dihasilkan (Severo dan Lelli, 2023).

2.12 Penelitian terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengembangan media pembelajaran interaktif berupa game. Penelitian-penelitian ini menjadi acuan dan perbandingan terhadap penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menghindari kesamaan sekaligus menunjukkan letak kebaruan pada penelitian.

- a. Penelitian oleh Wicaksana (2025) berjudul "Pembuatan Game 2D Edukasi Untuk Pengenalan Bahasa Pemrograman C#" mengembangkan sebuah aplikasi game edukasi berbasis 2D yang difokuskan sebagai media pembelajaran materi pengenalan Bahasa pemrograman C#. Penelitian ini relevan karena sama-sama mengembangkan sebuah inovasi media pembelajaran baru dalam bentuk game edukasi yang ditujukan untuk kalangan mahasiswa. Perbedaan mendasarnya terletak pada konten materi dan dimensi game. Penelitian Wicaksana berfokus pada pengenalan Bahasa C# dalam lingkungan 2D, sedangkan penelitian ini mengangkat materi 12 prinsip animasi yang diimplementasikan dalam lingkungan 3D. Penggunaan format 3D dalam penelitian ini dipilih karena ruang 3D memiliki dimensi kedalaman dan volume. Hal ini memungkinkan simulasi objek yang direncanakan bisa divisualisasikan dengan jauh lebih jelas dan terkesan nyata bagi pemain.
- b. Penelitian oleh Syafitri (2024) berjudul "Rancang Bangun Game 3D Pada Media Pembelajaran Interaktif 'Klasifikasi Makhluk Hidup' Berbasis Game 3D" mengembangkan aplikasi game edukasi berbasis 3D yang mengangkat materi klasifikasi makhluk hidup untuk siswa kelas 7. Penelitian ini relevan karena memiliki kesamaan jenis game yang dikembangkan, yakni sama-sama berbasis 3D, serta metode penelitian yang sejalan karena menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC). Perbedaannya terletak pada konten dan target sasaran. Penelitian tersebut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

mengajarkan materi klasifikasi makhluk hidup untuk siswa kelas 7, sementara penelitian ini berfokus pada penyampaian materi 12 prinsip animasi untuk mahasiswa Teknik Multimedia Digital.

- c. Penelitian oleh Damanik (2024) berjudul "Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Pada Materi Konsep Animasi 2D Untuk Siswa Kelas 11 SMK Grafika Desa Putera" mengembangkan game edukasi berbasis 2D yang difokuskan pada pembelajaran materi Animasi 2D dengan menerapkan metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Penelitian ini relevan karena memiliki kesamaan yang sangat erat pada konten dan mekanik game. Kedua penelitian sama-sama memuat pembahasan mengenai materi 12 prinsip animasi dan menggunakan konsep kuis di dalam alur permainan utamanya sebagai alat ukur pemahaman pemain. Perbedaan utamanya terletak pada dimensi visual dan metode perancangan. Penelitian Damanik merupakan game 2D yang dikembangkan menggunakan metode MDLC, sedangkan penelitian ini berupa game 3D yang dikembangkan menggunakan metode GDLC. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan pendekatan genre lain yaitu simulasi dan juga teka-teki atau *puzzle*.

Berdasarkan tinjauan pustaka terhadap beberapa penelitian sejenis di atas, dapat disimpulkan bahwa telah banyak penelitian mengenai media pembelajaran interaktif berbasis game edukasi. Penelitian-penelitian tersebut memiliki berbagai fokus masalah, target audiens, dimensi visual, dan metode yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan tingginya kebutuhan serta efektivitas game edukasi sebagai alternatif inovatif dalam proses pembelajaran.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang game edukasi 3D berjudul *The Secret of Animation*. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Game Development Life Cycle (GDLC)*, yang terdiri dari tahapan *initiation*, *pre-production*, *testing*, *beta testing*, dan *release*. Pendekatan penelitian ini menggunakan metode campuran antara kuantitatif dan kualitatif berdasarkan studi kasus. Penelitian dimulai dengan membuat kuisisioner awal untuk mengidentifikasi kebutuhan mahasiswa. Hasil kuisisioner tersebut kemudian dijadikan sebagai acuan dalam merancang dan membangun game. Setelah produk aplikasi berupa *build game* sudah selesai, *alpha testing* dilakukan untuk menguji produk game dalam internal tim pengembang berdasarkan kategori Sesuai dan Belum Sesuai untuk mengetahui kelayakan game sebelum dilanjutkan ke *beta testing*. *Beta testing* dilakukan dengan memperoleh feedback dari dosen pengampu mata kuliah Prinsip dan Desain Animasi yakni Ibu Noorlela Marcheta ahli materi serta melalui kuisisioner *beta testing* menggunakan skala Likert yang disebarkan kepada responden untuk mengukur sejauh mana game dapat berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif dan menarik untuk mempelajari terkait materi 12 prinsip animasi. Hasil dari kuisisioner kemudian dianalisis dengan pendekatan Deskriptif Kuantitatif pada tahap evaluasi. Teknik pengumpulan data dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1.1 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mengumpulkan informasi dan menyusun landasan teori secara komprehensif dengan membaca serta menganalisis berbagai sumber rujukan, yang secara rinci meliputi:

1. Penulis mengumpulkan dan menganalisis berbagai jurnal ilmiah, baik berskala nasional maupun internasional. Jurnal-jurnal tersebut secara spesifik



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

digunakan untuk membangun landasan teori, memperkuat argumen urgensi masalah pada bagian latar belakang, serta sebagai acuan komparatif dengan studi sejenis pada sub-bab penelitian terdahulu.

2. Untuk keperluan pengembangan, penulis membaca dokumentasi teknis serta literatur panduan pemrograman pendukung lainnya. Dokumentasi ini dianalisis dan diterapkan secara praktis guna membantu merancang alur logika, mengoptimalkan kinerja engine, serta menyelesaikan berbagai kendala teknis selama proses pengembangan gim menggunakan perangkat lunak Unity.

2. Kuesioner

Kuesioner digunakan sebagai instrumen utama untuk mengambil data kuantitatif. Kuesioner disebarkan dalam tiga tahap:

1. Kuesioner Awal: Disebarkan kepada 46 responden yakni mahasiswa Teknik multimedia digital untuk menganalisis masalah akademik yang terjadi dan mengetahui media pembelajaran yang dibutuhkan.

Tabel 3. 1 Isi Kuesioner Awal

No.	Pertanyaan / Pernyataan
1.	Materi pembelajaran dalam format slide presentasi statis ataupun dalam format buku teks tidak mampu menggambarkan dinamika gerakan dari 12 prinsip animasi secara jelas
2.	Saat melihat sebuah gerakan animasi, saya sering bingung menentukan prinsip mana yang sedang diterapkan karena beberapa prinsip terasa hampir sama
3.	Saat melakukan proses animating, saya sering lupa menerapkan beberapa prinsip penting karena kurangnya panduan praktis yang mudah diakses
4.	Mempelajari 12 prinsip animasi secara mandiri saat ini terasa membosankan karena kurangnya variasi media pembelajaran
5.	Saya kesulitan menemukan contoh video referensi yang membedah prinsip animasi secara terstruktur per bagian Saya merasa



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

6.	Pemaparan materi dari dosen di kelas sulit untuk dipelajari kembali di rumah tanpa adanya media pembelajaran interaktif yang mendukung
7.	Saya akan lebih tertarik mempelajari prinsip animasi jika media pembelajarannya lebih interaktif dan juga memiliki unsur permainan
8.	Saya merasa butuh media yang dapat memberikan umpan balik (feedback) seketika terhadap pemahaman saya mengenai setiap prinsip
9.	Keberadaan media pembelajaran yang bisa diakses kapan saja akan sangat membantu saya dalam memahami 12 prinsip animasi
10.	Saya merasa lebih mudah memahami materi jika terdapat fitur perbandingan visual antara penerapan prinsip yang 'tepat' dan yang 'keliru' dalam satu layar
11.	Penggunaan elemen multimedia yang lebih beragam akan membuat ingatan saya terhadap 12 prinsip animasi bertahan lebih lama

2. Kuesioner Validasi Ahli Materi: Disebarkan kepada dosen pengampu mata kuliah Prinsip dan Desain Animasi yakni Ibu Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom. untuk menilai kualitas isi konten terkait materi pembelajaran yang diimplementasikan kedalam game.

Tabel 3. 2 Isi Kuesioner Ahli Materi

No.	Pertanyaan / Pernyataan
1.	Penyampaian materi 12 prinsip animasi di dalam game tersusun secara rapih dan mudah dipahami.
2.	Visualisasi via skenario (simulasi / puzzle), animasi contoh, atau aset modul pembelajaran di dalam game mampu memperjelas konsep dari setiap prinsip animasi yang dipaparkan
3.	Bahasa atau istilah yang digunakan dalam menjelaskan materi prinsip animasi dan pertanyaan pada kuis sudah jelas dan tidak menimbulkan makna ganda
4.	Penerapan skenario berupa simulasi atau puzzle pada setiap ruangan sudah relevan dan mampu mendukung pencapaian pemahaman teoretis mengenai prinsip animasi.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5.	Aset visual dalam objek interaksi modul (buku/poster) sudah relevan dan mampu mendukung pencapaian pemahaman teoretis mengenai prinsip animasi.
6.	Penyusunan kuis di akhir level sebagai syarat penyelesaian level tepat digunakan sebagai instrumen evaluasi untuk mengukur ketercapaian target RPS
7.	Secara keseluruhan, game edukasi 'The Secret of Animation' ini relevan dan layak digunakan sebagai media penunjang untuk mencapai Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang tercantum dalam RPS
8.	Definisi, istilah, dan konsep dasar mengenai 12 prinsip animasi yang disajikan di dalam game sudah benar dan tidak ada kekeliruan secara ilmiah
9.	Cakupan materi yang dimasukkan ke dalam seluruh level game sudah lengkap dan memenuhi standar kompetensi materi 12 prinsip animasi
10.	Contoh visual yang digunakan di dalam game sudah sejalan dengan teks penjelasan teori prinsip animasi yang dipaparkan di kampus
11.	Penerapan skenario berupa simulasi atau puzzle pada setiap ruangan sudah sesuai dengan penjelasan teori prinsip animasi yang dipaparkan
12.	Penyajian materi di dalam game dikemas dengan baik sehingga mampu membuat materi 12 prinsip animasi yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami oleh mahasiswa
13.	Secara keseluruhan, aset dalam game sudah layak digunakan untuk mendukung pembelajaran 12 prinsip animasi.
14.	Pengalaman belajar melalui game ini berdampak positif pada peningkatan pengetahuan sekaligus kemampuan analisis visual mahasiswa terhadap prinsip animasi
15.	Kedalaman materi dan estimasi waktu bermain di dalam game ini sudah proporsional dan sesuai dengan beban belajar/SKS mata kuliah terkait



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

16.	Berdasarkan penilaian menyeluruh pada aspek-aspek di atas, game edukasi "The Secret of Animation" ini dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif terkait 12 prinsip animasi
-----	---

3. Kuesioner Uji Coba Ahli Media: Disebarkan kepada Bapak Muhammad Al Mukhlisiddin selaku *Academy Program Manager* di PT. Agate International. Validasi ahli media diserahkan kepada beliau karena memiliki kompetensi dan pengalaman profesional yang mendalam di industri pengembangan *game*, guna menilai kualitas produk dari aspek fungsionalitas sistem, arsitektur antarmuka, kontrol mekanik, serta stabilitas media.

Tabel 3. 3 Isi Kuesioner Ahli Media

No.	Pertanyaan / Pernyataan
1.	Mekanik permainan ini mudah dipahami oleh pemain baru
2.	Instruksi terkait alur permainan dan juga cara bermain game ini mudah dipahami
3.	Instruksi terkait mekanik untuk setiap skenario simulasi dan puzzle dapat tersampaikan dengan jelas
4.	Sistem kontrol dalam aplikasi ini responsif dan mudah dikuasai
5.	Antarmuka pengguna (UI) untuk game ini sudah jelas dan mudah dinavigasi
6.	Mekanik skenario dalam permainan memberikan rasa tantangan sekaligus menyenangkan
7.	Tantangan pada objek Skenario (berupa simulasi/puzzle prinsip animasi) memberikan umpan balik visual yang jelas atas tindakan yang dilakukan pemain.
8.	Mekanik kuis berupa penerimaan soal, proses menjawab, hingga evaluasi akhir sebagai syarat kelulusan level (win condition) sudah berfungsi dengan baik
9.	Durasi permainan setiap sesi (misalnya, durasi per level, durasi per skenario) terasa pas dan sesuai (tidak terlalu lama atau tidak terlalu cepat)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

10.	Aplikasi ini berjalan dengan lancar tanpa adanya bug atau crash yang krusial
11.	Aspek visual dalam game ini cocok dan mendukung pemain untuk memahami materi yang ingin disampaikan
12.	Aspek Audio dalam game ini sudah baik dan nyaman sehingga tidak mengganggu pengalaman bermain

4. Kuesioner Uji Coba: Disebarkan kepada 32 responden yakni mahasiswa Teknik multimedia digital untuk menilai kualitas media pembelajaran dari aspek visual, interaksi, dan materi.

Tabel 3. 4 Isi Kuesioner Beta Testing

No.	Pertanyaan / Pernyataan
1	Aplikasi game edukasi ini membantu saya memahami konsep 12 Prinsip Animasi dengan lebih mudah.
2	Penjelasan setiap prinsip animasi dalam game mudah dipahami.
3	Contoh visual diberikan dalam game memberikan gambaran nyata mengenai implementasi dari prinsip animasi terkait.
4	Kombinasi antara objek modul (buku/poster) dan skenario (simulasi/puzzle) di setiap ruangan membuat penjelasan prinsip animasi jadi lebih jelas.
5	Simulasi atau puzzle dalam game membantu saya memahami perbedaan antara animasi yang benar dan kurang tepat.
6	Seluruh materi yang disampaikan baik melalui modul buku, poster, atau informasi tambahan dari setiap prinsip dapat dipahami dengan mudah.
7	Setelah memainkan game ini, saya dapat membedakan fungsi dari masing-masing prinsip animasi.
8	Materi kuis di dalam game ini sudah sesuai dengan pemaparan materi prinsip animasi yang diajarkan di perkuliahan.
9	Alur dari permainan ini dapat saya pahami dengan baik.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

10	Mini-game seperti simulasi atau puzzle dalam game ini cocok untuk menggambarkan prinsip animasi terkait.
11	Sistem interaksi dalam permainan ini (point-and-click) dalam mengeksplorasi ruangan berjalan dengan baik.
12	Navigasi dan kontrol dalam game mudah digunakan.
13	Perpaduan gaya visual 3D dan 2D di dalam permainan ini terasa menarik dan nyaman dilihat.
14	Petunjuk atau instruksi dalam setiap skenario (simulasi / puzzle) mudah dipahami.
15	Tombol, ikon, dan elemen UI memiliki ukuran yang nyaman untuk dilihat dan digunakan.
16	Pembahasan terkait prinsip animasi "Squash and Stretch" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
17	Pembahasan terkait prinsip animasi "Anticipation" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
18	Pembahasan terkait prinsip animasi "Staging" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
19	Pembahasan terkait prinsip animasi "Straight Ahead and Pose to Pose" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
20	Pembahasan terkait prinsip animasi "Follow Through and Overlapping Action" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
21	Pembahasan terkait prinsip animasi "Slow In Slow Out" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
22	Pembahasan terkait prinsip animasi "Arcs" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
23	Pembahasan terkait prinsip animasi "Secondary Action" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
24	Pembahasan terkait prinsip animasi "Exaggeration" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
25	Pembahasan terkait prinsip animasi "Timing and Spacing" di dalam game dapat dipahami dengan baik.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

26	Pembahasan terkait prinsip animasi "Solid Drawing" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
27	Pembahasan terkait prinsip animasi "Appeal" di dalam game dapat dipahami dengan baik.
28	Saya merasa pembelajaran menggunakan game lebih efektif dibanding metode biasa atau konvensional.
29	Game tetap terasa menyenangkan dan tidak membosankan meskipun mengandung unsur edukasi.
30	Game ini membantu saya mempelajari dan mengingat materi terkait prinsip animasi.
31	Dengan adanya game edukasi ini, saya menjadi lebih tertarik untuk mempelajari prinsip animasi.
32	Adanya tantangan berupa pengumpulan seluruh informasi ruangan sebelum membuka kuis akhir memotivasi saya untuk menyelesaikan game.
33	Secara keseluruhan, saya merasa puas dengan pengalaman belajar sambil bermain menggunakan aplikasi game ini.
34	Aplikasi ini efektif dan layak direkomendasikan sebagai media penunjang pembelajaran interaktif di perkuliahan.

3.1.2 Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Studi Literatur

Data yang bersumber dari studi literatur dan penelitian terdahulu dianalisis secara komparatif. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi capaian atau hasil yang sudah terjadi serta memetakan persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang sedang dikembangkan. Sementara itu, informasi teori mengenai 12 prinsip animasi yang diperoleh dari berbagai sumber pustaka diolah kembali menjadi acuan untuk menyusun konten yang akan masuk kedalam pembahasan game edukasi nanti.

2. Analisis Data Kuesioner



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Data kuantitatif yang diperoleh dari kuesioner awal, kuesioner pengujian ahli materi, kuesioner pengujian ahli media, dan kuesioner uji coba pengguna (beta testing) dianalisis menggunakan metode Skala Likert. Metode ini digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, serta persepsi para responden dan pakar terhadap aspek fungsionalitas, kualitas visual-audio, serta efektivitas penyampaian materi pada media pembelajaran yang dibuat.

Selain data kuantitatif, ketiga kuesioner tersebut juga menghimpun data kualitatif berupa tanggapan, isian singkat, serta saran deskriptif dari para responden. Data kualitatif ini dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif melalui pendekatan analisis tematik (thematic analysis). Teknis analisis dilakukan dengan cara merangkum, mengelompokkan masukan ke dalam kategori komponen teknis yang spesifik, serta menginterpretasikan umpan balik tersebut secara naratif guna menjadi landasan dalam melakukan perbaikan kualitas produk.

Tabel 3. 5 Bobot Skor Per Jawaban Skala Likert

Jawaban	Bobot Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Netral	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Untuk mengetahui tingkat kelayakan atau persentase persetujuan responden, digunakan rumus perhitungan indeks persentase sebagai berikut:

$$P = (X / X_m) \times 100\%$$

Keterangan:

- A. X (Total Skor) = jumlah skor dari seluruh responden terhadap pertanyaan tersebut
- B. X_m (Skor Maksimum) = Jumlah Responden × Skor Tertinggi

Hasil perhitungan persentase tersebut kemudian dikonversikan ke dalam kategori hasil berdasarkan tabel interpretasi berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3. 6 Kategori Hasil Skala Likert

Persentase	Hasil
0% - 20%	Sangat Tidak Setuju
21% - 40%	Tidak Setuju
41% - 60%	Netral
61% - 80%	Setuju
81% - 100%	Sangat Setuju

3. Analisis Data Alpha Testing

Data yang diperoleh dari hasil alpha testing dengan metode *Black Box* dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil pengujian setiap fitur dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu "Sesuai" dan "Tidak Sesuai". Apabila terdapat data yang masuk dalam kategori "Tidak Sesuai", maka fitur tersebut menjadi fokus utama perbaikan hingga statusnya berubah menjadi "Sesuai". Proses ini dilakukan untuk memastikan sistem bebas dari kesalahan dan layak untuk dilanjutkan ke tahap pengujian pengguna.

4. Analisis Data Beta Testing

a) Analisis Data Validasi Ahli Materi dan Ahli Media:

Data yang diperoleh dari para ahli menggunakan dua metode gabungan. Data kuantitatif berupa skor penilaian dihitung untuk mengukur tingkat kelayakan media, sedangkan data kualitatif berupa isian singkat, kritik, serta saran perbaikan dianalisis menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui pendekatan analisis tematik (*thematic analysis*). Hasil interpretasi jawaban ini berfungsi sebagai validasi mutlak atas ketepatan penyajian materi prinsip animasi, fungsionalitas sistem, serta kualitas visual-audio dalam permainan.

b) Analisis Data Kuantitatif Pengguna (Beta Testing):

Data hasil pengujian beta testing yang diperoleh dari kuesioner responden mahasiswa dianalisis secara kuantitatif menggunakan Skala Likert. Setiap butir instrumen pertanyaan dihitung persentase skornya untuk mengevaluasi kualitas

Hak Cipta :

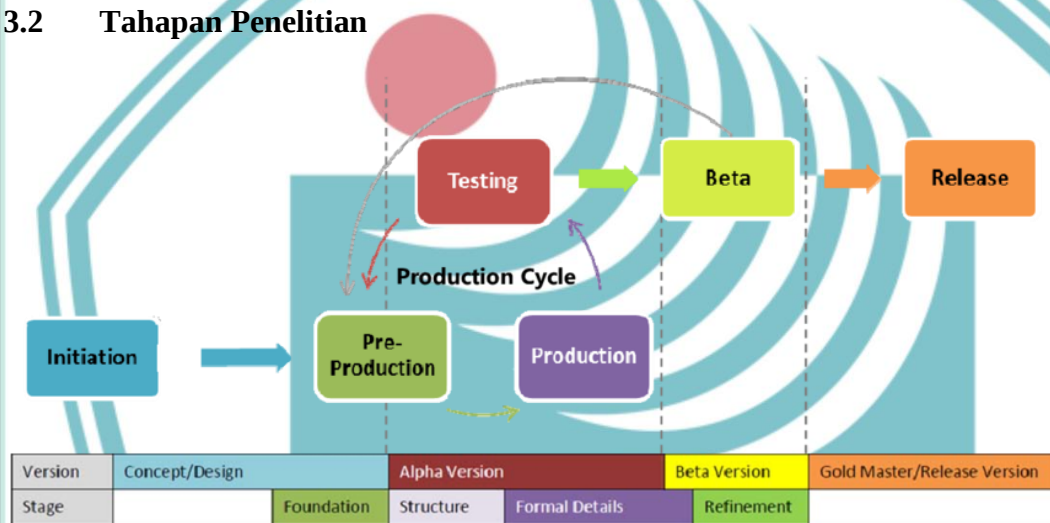
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

media pembelajaran dari aspek kemudahan mekanik, kejelasan instruksi, responsivitas kontrol, hingga kenyamanan antarmuka pengguna (UI).

c) Analisis Data Kualitatif Pengguna (Beta Testing):

Tanggapan bebas, keluhan teknis, serta masukan tertulis yang diisi oleh responden mahasiswa pada akhir kuesioner diolah menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif. Data ini dirangkum dan dikelompokkan secara tematik guna mengidentifikasi potensi bug, kendala keterbacaan teks, atau hambatan navigasi yang masih dirasakan oleh pengguna baru.

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1 Game Development Life Cycle (GDLC)

Sumber: personanonymous.wordpress.com

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Game Development Life Cycle* (GDLC). Metode ini dipilih karena memiliki tahapan yang spesifik untuk industri *game*, yang tidak hanya berfokus pada fungsi teknis pemrograman, tetapi juga desain visual, dan pengalaman pengguna. metode ini memiliki enam tahapan pengembangan yaitu *initiation*, *pre-production*, *production*, *testing*, *beta*, dan *release*. Alur penelitian serta rincian setiap tahap dalam metode ini sebagai berikut:

1) Initiation



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tahapan ini merupakan tahap awal pengembangan yang berfokus pada fondasi dasar game edukasi yang ingin dikembangkan seperti perumusan ide dasar dan penetapan tujuan. Pada tahap ini, dilakukan penyebaran kuisioner awal sebagai indentifikasi latar belakang masalah dan juga kebutuhan pengguna.

2) Pre-production

Tahap perencanaan di mana tim pengembang menyusun *Game Design Document* (GDD) yang mencakup rancangan *gameplay*, gaya visual, dan alur cerita sesuai dengan hasil kuisioner dan saran pengguna. Fase ini sangat penting untuk menyamakan visi antara seorang game programmer yakni penulis dan seorang game artist yakni Farhan Kurnia Danendra sebelum tahapan produksi dimulai.

3) Production

Tahap inti dari siklus pengembangan di mana seluruh aset visual, animasi, dan logika pemrograman dibuat serta diintegrasikan menjadi satu sistem permainan yang utuh. Secara teknis, setiap skenario dan penempatan objek interaktif disusun agar berkaitan dengan poin materi prinsip animasi yang akan dipelajari. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa aset yang dibangun tidak hanya berfungsi secara visual, tetapi juga memfasilitasi proses belajar yang baik.

4) Testing

Tahap pengujian internal yang dilakukan oleh tim pengembang dengan tujuan untuk mendeteksi kesalahan program serta mengevaluasi performa aplikasi sebelum dilakukan pengujian external. Penulis menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memverifikasi fungsionalitas aplikasi, memastikan bahwa sistem permainan dan navigasi antarmuka dapat berjalan dengan baik tanpa kendala teknis.

5) Beta Test

Tahap pengujian beta dilakukan oleh pihak eksternal yang disebut beta tester. Pengujian ini memiliki tujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan berjalan dan berfungsi dengan baik Ketika digunakan oleh pengguna. Pada tahap ini, aplikasi yang sudah dirancang akan di uji coba oleh ahli materi, ahli media, serta pengujian langsung oleh subjek penelitian ini yaitu mahasiswa Teknik Multimedia Digital dengan hasil pengujian berupa kuesioner. Penilaian Skala



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Likert dan juga analisis masukan dari para ahli dan responden juga dilakukan agar produk ini sudah siap di distribusikan.

6) Release

Tahap akhir dari pengembangan game untuk merilis dan menyebarkan hasil game setelah dilakukan penyempurnaan kembali dari hasil beta test yang diperoleh sebelumnya. Selain mempublikasi produk, pemeliharaan dan pembaruan aplikasi juga dapat direncanakan jika memang dibutuhkan. Game edukasi yang sudah dikembangkan ini akan didistribusikan kedalam *website itch.io* dengan format akhir webGL sehingga pemain bisa langsung mengakses dan memainkannya pada *browser desktop*.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sebuah produk aplikasi game edukasi berbasis 3D dengan judul *The Secret of Animation* sebagai media pembelajaran interaktif tentang 12 prinsip animasi. Format akhir produk ini yakni WebGL yang berjalan meyang dipublikasikan dan bisa dimainkan melalui *website itch.io*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PENELITIAN

4.1 Analisis Kebutuhan (*Initiation*)

Analisis kebutuhan terkait penyusunan produk tugas akhir ini disesuaikan dengan tahap pertama dalam Game Development Life Cycle (GDLC), yaitu tahap initiation, dilakukan analisis kebutuhan untuk merancang game edukasi berjudul “The Secret of Animation”. Game ini dikembangkan dalam format WebGL untuk mengajarkan materi 12 prinsip animasi bagi mahasiswa aktif Program Studi Teknik Multimedia Digital, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta. Analisis kebutuhan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap elemen instruksional di dalam game mulai dari struktur level, objek interaksi modul dan skenario, hingga sistem kuis sebagai system umpan balik sekaligus evaluasi mampu menyampaikan materi prinsip animasi secara akurat, interaktif, serta efektif dalam mendukung proses pembelajaran mandiri maupun kebutuhan kurikulum yang tercantum pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS) program studi Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta.

Inisiasi pengembangan proyek ini berawal dari pemilihan topik tugas akhir yang diajukan oleh dosen pembimbing sekaligus dosen pengampu mata kuliah Prinsip dan Desain Animasi, yaitu Ibu Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom. Untuk memvalidasi urgensi dari topik tersebut, dilakukan pengumpulan data kebutuhan melalui penyebaran kuesioner awal kepada mahasiswa aktif Program Studi Teknik Multimedia Digital Politeknik Negeri Jakarta.

Hasil kuesioner awal membuktikan bahwa mayoritas mahasiswa menghadapi kendala dalam memahami materi ini secara konvensional, sebanyak 73,91% responden menyatakan bahwa format slide presentasi statis maupun buku teks tidak mampu menggambarkan dinamika gerakan dari 12 prinsip animasi secara jelas. Hal tersebut diperkuat oleh 76,09% mahasiswa yang merasa pemaparan materi di kelas sulit untuk dipelajari kembali di rumah tanpa adanya dukungan media pembelajaran yang interaktif. Kondisi ini selaras dengan hasil diskusi bersama Ibu Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom., yang mengonfirmasi perlunya inovasi media untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

membantu mahasiswa memvisualisasikan esensi dari setiap prinsip gerakan animasi.

Berdasarkan hasil analisis koesioner dan diskusi tersebut, maka disusunlah spesifikasi kebutuhan pengembangan game edukasi "The Secret of Animation" yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 User Requirement

Jenis Produk	Game edukasi berbasis 3D Sebagai media interaktif alternatif untuk mempelajari materi 12 prinsip animasi.
Nama Produk	The Secret of Animation
Tujuan Produk	Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan sebuah game edukasi 12 prinsip animasi bagi mahasiswa Teknik Multimedia Digital. Aplikasi game atau media interaktif yang dibuat bersifat alternatif atau tambahan agar mahasiswa memiliki media pembelajaran yang interaktif dan mudah diakses.
Target Pengguna	Mahasiswa Prodi Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta
Konten Produk dan Batasannya	1. Game yang dikembangkan hanya akan membahas tentang materi 12 prinsip animasi mencakup penjelasan umum dan contoh pengaplikasiannya. 2. Pembahasan atau materi yang dicantumkan didalam game akan divalidasi kesesuaiannya dengan RPS Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta oleh dosen pengampu mata kuliah Prinsip Desain Animasi. 3. Setiap pembahasan prinsip animasi akan memiliki skenario tersendiri dengan format simulasi atau teka-teki (puzzle). 4. Selain pembahasan dengan skenario tertentu, setiap prinsip akan diberikan modul pembelajaran terkait. Format modul dapat berbentuk buku dan juga poster.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sumber Materi	Materi yang disampaikan atau ditampilkan berdasarkan jurnal yang membahas tentang 12 prinsip animasi karya Frank Thomas dan Ollie Johnston.
Hardware yang Digunakan	Laptop Acer Nitro AN515-57
Software yang Digunakan	Unity, VS Code.
Output Produk	Build WebGL yang bisa diakses dan dimainkan langsung melalui website itch.io
Platform Produk	Desktop

4.2 Pra-Produksi (*Pre-Production*)

4.2.1 Deskripsi dan Cerita Game

Game berjudul "The Secret of Animation" ini mengusung genre edukasi yang dikombinasikan dengan elemen eksplorasi point-and-click, kuis, simulasi, dan puzzle. Tujuan utama dari game ini adalah memberikan pemahaman mendalam serta pengalaman interaktif bagi mahasiswa dalam menguasai 12 prinsip dasar animasi melalui pendekatan pemecahan masalah di setiap ruangnya.

Game ini mengisahkan perjalanan seorang animator pemula yang mendapatkan informasi mengenai keberadaan sebuah warisan berharga yang sangat misterius. Meskipun lokasi detail dari warisan tersebut tidak diketahui secara pasti, ia mendapatkan petunjuk sebuah alamat rumah tua yang diyakini menyimpan rahasia tersebut. Cerita dimulai disaat animator pemula tersebut mengunjungi rumah tua itu. Begitu ia melangkah masuk dan membuka pintu utama, pandangannya langsung tertuju pada sebuah surat misterius yang terletak didepan pintu masuk utama. Di dalam surat tersebut tertulis instruksi bahwa ada sebuah harta karun yang bisa didapatkan oleh siapapun yang bisa mencapai lantai 2 dan untuk dapat membuka kunci tangga menuju lantai 2, ia harus mengeksplorasi dan mengumpulkan seluruh informasi yang tersebar di setiap ruangan pada lantai 1. Di sinilah petualangan dan permainan dimulai.

Setelah berhasil menyelesaikan seluruh tantangan dan kuis evaluasi di lantai 2, kunci peti terbuka dan sang animator pemula akhirnya berhasil menemukan harta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

warisan berharga yang di mana pemain akan mendapatkan ranguman mengenai 12 prinsip animasi.

4.2.2. Game Design

Pengalaman yang ingin disampaikan melalui game ini adalah proses pembelajaran aktif yang melibatkan pemain secara langsung, di mana pemain dapat merasakan sendiri proses eksplorasi dan pemecahan masalah spasial dalam memahami prinsip animasi. Game ini menyajikan simulasi aktivitas eksplorasi ruangan didalam rumah, di mana pada setiap ruangan pemain mendapatkan penjelasan teori melalui objek modul serta menguji kepekaan visual mereka melalui objek skenario berupa puzzle atau simulasi interaktif. Dengan pendekatan game design ini, diharapkan pemain tidak hanya menghafal definisi 12 prinsip animasi secara teoretis, tetapi juga mampu menanamkan kemampuan analisis kritis dalam mengenali dinamika gerakan animasi melalui pengalaman bermain secara langsung.

4.2.2.1. Core Gameplay Loop

Core gameplay loop dari game ini berpusat pada siklus eksplorasi ruang belajar virtual, pemecahan tantangan, dan evaluasi capaian materi yang terus berulang pada setiap levelnya. Siklus tersebut terdiri dari langkah-langkah utama sebagai berikut:

1. Pemain memulai siklus dengan memilih lantai atau level permainan dengan total pilihan lantai yaitu dua. Setelah memasuki scene level tersebut pemain akan tiba di area *lobby* dan sistem akan mengarahkan pemain untuk mengeksplorasi dan mengumpulkan seluruh informasi yang tersebar di 6 ruangan prinsip animasi yang tersedia.
2. Di dalam setiap ruangan, pemain wajib berinteraksi dengan 2 objek utama, yaitu objek modul dan objek skenario. Kedua objek ini harus diselesaikan secara penuh agar pemain dianggap berhasil mengamankan informasi pada ruangan tersebut sebelum diizinkan kembali ke area *lobby* untuk memilih ruangan prinsip animasi lainnya. Objek skenario dalam ruangan ini dapat berbentuk simulasi atau teka-teki.
3. Setelah seluruh informasi dari ke-6 ruangan berhasil dikumpulkan, pemain akan mendapatkan hak akses ke area transisi level (area tangga untuk Level 1, atau

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

area peti harta karun untuk Level 2). Objek transisi ini bertindak sebagai gerbang menuju tantangan akhir, di mana pemain akan dievaluasi pemahamannya melalui fitur kuis.

4. Jika pemain berhasil menyelesaikan kuis dengan perolehan nilai lebih dari 70, pemain dinyatakan lulus dan kemajuan level akan diperbarui. Pada Level 1, keberhasilan kuis akan membuka kunci tangga menuju lantai 2. Sementara pada Level 2, keberhasilan kuis akan membuka gembok peti harta karun utama sebagai reward akhir sekaligus menandakan penyelesaian seluruh permainan.

4.2.2.2. Level Design

Tabel 4. 2 Spesifikasi Konten dan Skenario

Detail Informasi Ruangan	Tipe dan Konten Modul	Tipe dan Konsep Umum Skenario
Level: 1 Ruangan: 1 Prinsip Animasi: Squash and Stretch	Tipe modul berupa buku digital yang memuat definisi dasar mengenai prinsip Squash and Stretch, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini.	Tipe skenario berupa simulasi mekanika gerak yang menyajikan gerakan pantulan bola, di mana pemain dapat memanipulasi dan mengamati secara langsung perubahan volume elastis objek.
Level: 1 Ruangan: 2 Prinsip Animasi: Anticipation	Tipe modul berupa poster infografis yang memuat definisi umum mengenai prinsip Anticipation, penjelasan cara, serta manfaat penggunaan prinsip ini.	Tipe skenario berupa permainan puzzle yang menuntut pemain untuk pemilihan frame gerakan yang belum lengkap.
Level: 1 Ruangan: 3 Prinsip Animasi: Staging	Tipe modul berupa poster infografis yang memuat definisi umum mengenai prinsip Staging, penjelasan cara penggunaannya melalui pengaturan komposisi kamera, tata letak karakter, dan	Tipe skenario berupa permainan puzzle yang menantang pemain untuk mengambil foto suatu objek dengan mempertimbangkan



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	latar suasana dalam suatu frame, serta manfaat penggunaan prinsip ini.	aspek pencahayaan serta visibilitas objek .
Level: 1 Ruangan: 4 Prinsip Animasi: Straight Ahead and Pose to Pose	Tipe modul berupa poster infografis yang memuat definisi umum mengenai dua metode pembuatan gerakan yaitu Straight Ahead dan Pose to Pose, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan dari masing-masing teknik.	Tipe skenario berupa simulasi prosedural yang menyajikan interaksi penyusunan urutan frame animasi menggunakan kombinasi teknik Straight Ahead (gambar berurutan) dan Pose to Pose (gambar kunci).
Level: 1 Ruangan: 5 Prinsip Animasi: Follow Through and Overlapping Action	Tipe modul berupa buku digital yang memuat definisi umum mengenai prinsip Follow Through dan Overlapping Action, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini.	Tipe skenario berupa simulasi yang menampilkan representasi gerakan pedang anggar guna memperlihatkan bagaimana bagian tertentu tetap bergerak dinamis meskipun gerakannya sudah berhenti.
Level: 1 Ruangan: 6 Prinsip Animasi: Slow In and Slow Out	Tipe modul berupa buku digital yang memuat definisi umum mengenai prinsip Slow In and Slow Out, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini.	Tipe skenario berupa simulasi mekanika yang mengimplementasikan visualisasi gerakan mobi.
Level: 2 Ruangan: 7 Prinsip Animasi: Arcs	Tipe modul berupa poster infografis yang memuat definisi umum mengenai prinsip Arcs, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini untuk menciptakan visualisasi gerak yang organik, luwes, dan sesuai dengan sistem pergerakan makhluk hidup.	Tipe skenario berupa simulasi kinematika yang menyajikan interaksi gerakan bola bandul, bertujuan agar pemain dapat menganalisis dan memvalidasi jalur lintasan melengkung yang dihasilkan oleh objek bergerak.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Level: 2 Ruangan: 8 Prinsip Animasi: Secondary Action	Tipe modul berupa buku digital yang memuat definisi umum mengenai prinsip Secondary Action, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini	Tipe skenario berupa permainan puzzle, di mana pemain ditugaskan untuk mengamati video gerakan yang berjalan lalu menentukan objek mana yang bertindak sebagai pendukung aksi utama.
Level: 2 Ruangan: 9 Prinsip Animasi: Timing and Spacing	Tipe modul buku digital yang memuat definisi umum mengenai kesatuan konsep Timing dan Spacing, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini	Tipe skenario berupa simulasi yang memfasilitasi pemain untuk bereksperimen dalam menentukan durasi animasi beserta pembagian jarak antar-gerak objek.
Level: 2 Ruangan: 10 Prinsip Animasi: Exaggeration	Tipe modul berupa poster infografis yang memuat definisi umum mengenai prinsip Exaggeration, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini	Tipe skenario berupa simulasi aksi meninju karakter NPC, di mana sistem akan menyajikan beberapa perbandingan contoh animasi gerakan.
Level: 2 Ruangan: 11 Prinsip Animasi: Solid Drawing	Tipe modul berupa buku digital yang memuat definisi umum mengenai prinsip Solid Drawing, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini.	Tipe skenario berupa permainan puzzle di mana pemain ditantang untuk menganalisis dan memilah gambar berdasarkan konsistensi volume dan akurasi anatomi.
Level: 2 Ruangan: 12 Prinsip Animasi: Appeal	Tipe modul berupa poster infografis yang memuat definisi umum mengenai prinsip Appeal, penjelasan cara penggunaannya, serta manfaat penggunaan prinsip ini	Tipe skenario berupa permainan puzzle di mana pemain diminta untuk menganalisis sebuah potret karakter lalu mengidentifikasi sifat dan peran nya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai tindak lanjut dari tabel tersebut, setiap ruangan divisualisasikan ke dalam bentuk skenario gameplay interaktif yang memiliki karakteristik respons sistem yang berbeda. Pada tipe skenario puzzle, *feedback* didesain untuk menunjukkan status keberhasilan atau kegagalan pemain dalam menyelesaikan tantangan. Sementara itu, pada tipe skenario simulasi, *feedback* disajikan dalam bentuk visualisasi komparatif mengenai bagaimana dinamika gerakan yang terjadi jika prinsip animasi tersebut diimplementasikan maupun ketika tidak digunakan. Detail rancangan komprehensif mengenai visualisasi mekanik skenario serta bentuk respons visual sistem saat pemain berinteraksi di dalam tiap ruangan disajikan secara sistematis pada tabel berikut:

Tabel 4. 3 Desain Skenario Prinsip Animasi

Materi	Isi dan Alur Penyelesaian Skenario	Umpan Balik yang Dihasilkan
Squash and Stretch	Nama Skenario: Simulasi Pantulan Bola Komponen Utama: Objek 3D bola, panel instruksi, dan slider pengatur tingkat kelenturan objek. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, kamera akan berpindah dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi bola pantul ini.	Pemain diberikan visualisasi objek bola 3D yang memantul. Karakteristik pantulan bola tersebut akan berubah secara dinamis bergantung pada pin slider yang diatur oleh pemain Selain itu, Setelah pemain menyelesaikan seluruh instruksi yang telah disediakan di dalam skenario ini, sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai relevansi hasil simulasi dengan teori prinsip Squash and Stretch.
Anticipation	Nama Skenario: Puzzle Memilih Kartu Antisipasi	Setelah pemain menekan tombol play, akan muncul panel video yang akan menampilkan animasi



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Komponen Utama: panel instruksi, area kartu kosong, tiga pilihan kartu, tombol play Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, visual puzzle dalam bentuk 2D akan muncul dan panel petunjuk akan muncul. Pemain harus memilih kartu yang menunjukkan gerakan antisipasi dengan cara kartu tersebut ditarik ke area kartu kosong. Setelah itu pemain bisa menekan tombol play untuk menjalankan animasi.	berdasarkan pilihan pemain. Jika pemain memilih kartu yang salah, setelah animasi dijalankan pemain akan Kembali di visual puzzle dengan petunjuk baru. Jika pemain memilih kartu yang benar, setelah animasi dijalankan sistem akan menampilkan panel informasi tentang prinsip Anticipation.
<i>Staging</i>	Nama Skenario: Puzzle Foto Figuran Komponen Utama: objek figuran 3D, panel instruksi, area slider cahaya, slider kamera, tombol foto Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, kamera akan berpindah dan panel petunjuk akan muncul. Pemain menyesuaikan posisi cahaya agar tepat menyinari objek figuran dan juga posisi kameranya agar mendapatkan tampilan objek yang tidak terhalang objek lain. Setelah itu pemain bisa menekan tombol foto untuk mengambil foto.	Setelah pemain menekan tombol play, akan muncul panel baru yang akan menampilkan hasil foto yang didapat dan deskripsinya. Jika foto yang didapat belum sesuai kriteria, pada akan muncul deskripsi terkait kriteria apa yang belum tercukupi. Jika foto yang didapat sudah sesuai kriteria, pada akan muncul deskripsi terkait prinsip Staging.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

<i>Straight Ahead and Pose to Pose</i>	Nama Skenario: Simulasi Teknik Menyusun Gambar Komponen Utama: panel instruksi, lima area frame kosong, area frame susun, tombol play, tombol mode. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, visual simulasi dalam bentuk 2D akan muncul dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi Teknik Straight Ahead dan Pose to Pose.	Setelah pemain menyelesaikan instruksi baik untuk Teknik Straight Ahead maupun Teknik Pose to Pose, panel video akan muncul untuk menjalankan animasi yang sudah disusun. Lalu sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
<i>Follow Through and Overlapping Action</i>	Nama Skenario: Simulasi Gerakan Pedang Anggar Komponen Utama: Objek 3D pedang anggar, panel instruksi, toggle untuk ganti mode, slider gerak pedang. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, kamera akan berpindah dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi gerak pedang anggar ini.	Pemain akan mendapatkan visualisasi objek Pedang Anggar 3D yang bisa bergerak horizontal menggunakan slider yang tersedia. Karakteristik gerak pedang tersebut akan berubah bergantung mode yang sedang dijalankan. Selain itu, Setelah pemain menyelesaikan seluruh instruksi yang telah disediakan di dalam skenario ini, sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
<i>Slow In and Slow Out</i>	Nama Skenario: Simulasi Kecepatan Mobil Komponen Utama: Objek 3D mobil, panel instruksi, toggle	Pemain diberikan visualisasi objek mobil 3D yang berevolusi. Kecepatan mobil tersebut akan berubah secara dinamis



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	untuk ganti mode, slider kecepatan mobil Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, kamera akan berpindah dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi ini.	bergantung pada pin slider yang diatur oleh pemain Selain itu, Setelah pemain menyelesaikan seluruh instruksi yang telah disediakan di dalam skenario ini, sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
Arcs	Nama Skenario: Simulasi Gerakan Bola Bandul Komponen Utama: Objek 3D Bola, panel instruksi, toggle untuk ganti mode, tombol animasi. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, kamera akan berpindah dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi gerak pedang anggar ini.	Pemain diberikan visualisasi objek bola 3D yang bergerak dengan linear ataupun melengkung. Pola gerak ini bisa diatur menggunakan toggle yang tersedia. Selain itu, Setelah pemain menyelesaikan seluruh instruksi yang telah disediakan di dalam skenario ini, sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
Secondary Action	Nama Skenario: Puzzle Memilih Bagian Secondary Action Komponen Utama: Area Video, panel informasi, area foto pilihan. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, visual puzzle dalam bentuk 2D akan muncul. Pemain harus memilih foto atau bagian mana	Jika pemain memilih foto yang salah, panel informasi akan muncul dan pilihan-pilihan foto pemain sebelumnya di <i>refresh</i>. Jika pemain memilih foto yang benar, panel informasi akan muncul dan sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	yang termasuk kedalam gerakan secondary action.	
Timing And Spacing	Nama Skenario: Simulasi Editor Animasi 2D Komponen Utama: Objek Bola 2D, panel instruksi, dropdown timing, slider spacing, dropdown spacing, tombol play Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, visual simulasi dalam bentuk 2D akan muncul dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi ini.	Setelah pemain menekan tombol play, pemain diberikan visualisasi objek bola 2D yang bergerak horizontal. Durasi gerakan dan juga titik2 perpindahan bola tersebut dipengaruhi oleh dropdown timing dan juga slider spacing. Selain itu, Setelah pemain menyelesaikan seluruh instruksi yang telah disediakan di dalam skenario ini, sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
Exaggeration	Nama Skenario: Simulasi Tinju Komponen Utama: Karakter 3D NPC, panel instruksi, toggle untuk ganti mode. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, kamera akan berpindah dan sistem akan memberikan instruksi tentang cara kerja simulasi ini.	Pemain diberikan visualisasi karakter NPC 3D yang memiliki animasi. Animasi pemain dapat berubah Pola gerak ini bisa diatur menggunakan toggle yang tersedia. Selain itu, Setelah pemain menyelesaikan seluruh instruksi yang telah disediakan di dalam skenario ini, sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
Solid Drawing	Nama Skenario: Puzzle Memilah Gambar	Jika pilahan gambar tersebut belum benar semua, gambar yang



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Appeal	Komponen Utama: Area gambar pilahan, catatan instruksi, area jawaban salah, area jawaban benar, tombol cek, foto feedback. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, visual puzzle dalam bentuk 2D akan muncul. Pemain harus memilah beberapa foto yang sudah disiapkan dengan cara klik area jawaban terkait. Setelah semua foto sudah dipilah, pemain bisa tekan tombol cek untuk cek hasilnya.	salah pilah akan dikembalikan lagi, lalu foto feedback akan memunculkan gambar silang. Jika pilahan gambar tersebut sudah benar semua, foto feedback akan memunculkan gambar centang dan sistem akan menampilkan panel informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
	Nama Skenario: Puzzle Menebak Karakter Komponen Utama: Gambar karakter 2D, area pilihan sifat, area pilihan peran, panel instruksi. Alur Penyelesaian: Ketika pemain memasuki skenario ini, visual puzzle dalam bentuk 2D akan muncul. Pemain harus memilih sifat dan peran yang cocok dengan gambar karakter yang tersedia. Ketika pemain sudah memilih sifat dan peran dari suatu karakter, system akan melakukan pengecekan jawaban.	Jika tebakan pemain tentang peran atau sifat karakter terkait salah semua, panel instruksi salah2 akan muncul dan warna teks sifat dan peran akan berubah menjadi merah. Jika salah satu diantara peran atau sifat karakter terjawab dengan benar, panel instruksi salah1 akan muncul dan warna teks sifat dan peran akan berubah menjadi kuning. Jika seluruh karakter sudah ditebak dengan benar, panel instruksi akhir akan muncul dan sistem akan menampilkan panel



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

		informasi yang memuat penjelasan mengenai prinsip terkait.
--	--	--

Penjabaran skenario pada tabel di atas menunjukkan bagaimana setiap ruangan permainan disusun secara sistematis mengikuti urutan kronologis 12 prinsip dasar animasi yang dirumuskan oleh Frank Thomas dan Ollie Johnston. Setiap ruangan dirancang secara spesifik untuk memfasilitasi salah satu dari dua jenis metode interaksi yaitu berupa skenario simulasi langsung atau permainan puzzle pemecahan masalah visual.

Melalui pembagian dua karakteristik skenario tersebut, mahasiswa tidak hanya diperkenalkan pada definisi konseptual, tetapi juga dapat mengevaluasi pemahamannya secara mandiri melalui umpan balik sistem. Pada skenario simulasi, respons visual disajikan dalam bentuk komparasi dinamis untuk memperlihatkan perbedaan nyata ketika prinsip gerakan diimplementasikan maupun diabaikan. Sementara pada skenario puzzle, sistem memberikan indikator evaluasi yang jelas terhadap konsekuensi pilihan benar dan salah. Pendekatan visual dan fungsional ini diharapkan mampu menjembatani pemahaman mahasiswa dalam mengaitkan antara teori teoretis prinsip animasi dan efek dinamis gerak yang dihasilkan di dalam game. Dengan desain ruangan yang konsisten dan berbasis pada struktur literatur asli, game edukasi ini diharapkan menjadi media pembelajaran mandiri yang efektif, komunikatif, dan interaktif bagi pengguna.

4.2.2.3. Rules

Game edukasi "The Secret of Animation" memiliki serangkaian aturan dasar (rules) yang dirancang untuk mengatur progresi pemain serta mendukung efektivitas penyampaian materi, di antaranya:

1. Pada Level 1, pemain hanya diizinkan untuk mengakses Ruangan 1 sebagai ruangan pertama sebelum ruangan lainnya terbuka.
2. Ketika pemain memutuskan untuk memasuki suatu ruangan prinsip animasi, sistem akan mengunci akses keluar. Pemain baru diizinkan kembali ke area



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

lobby utama setelah seluruh informasi di dalam ruangan tersebut selesai dikumpulkan.

3. Terkait aturan aksesibilitas skenario, pemain hanya dapat menyelesaikan skenario puzzle sebanyak satu kali. Jika puzzle tersebut telah berhasil diselesaikan, pemain tidak dapat mengakses kembali. Untuk skenario simulasi pemain diberikan akses tanpa batas untuk menjalani skenario tersebut, tetapi rangkaian instruksi simulasi hanya akan dimunculkan pada kunjungan pertama pemain.
4. Pemain tidak diberikan batasan percobaan dalam mengerjakan tantangan akhir berupa kuis evaluasi pada setiap lantai, sehingga pemain dapat mencoba kembali hingga mencapai syarat kelulusan level.
5. Level 2 baru akan terbuka dan dapat diakses setelah pemain berhasil menyelesaikan seluruh rangkaian misi dan evaluasi di Level 1.
6. Setiap level yang sudah diselesaikan secara penuh oleh pemain akan dikunci oleh sistem dan tidak dapat dimasuki kembali.

4.2.2.4. Quest Structure

Untuk memandu jalannya narasi cerita serta mengarahkan alur eksplorasi pemain agar tidak membingungkan, dirancang sebuah sistem misi yang terstruktur. Sistem misi ini bertindak sebagai pemandu pemain secara implisit melalui rangkaian objektif yang harus dipenuhi untuk memicu progresi cerita selanjutnya. Rancangan struktur misi pada game edukasi "The Secret of Animation" terbagi ke dalam beberapa tahapan utama yang disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Struktur dan Alur Misi Permainan

Nama Misi Utama	Prasyarat Pemicu	Objektif Misi
Lantai 1 : Tutorial	Pemain menjalankan level satu.	Mengunjungi alamat rumah tua dan membaca surat misterius yang terletak di atas meja ruang utama.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lantai 1 : Investigasi Ruangan	Setelah pemain menjalankan seluruh rangkaian tutorial lantai 1.	Memasuki seluruh 6 ruangan secara bergantian, mengumpulkan semua informasi dengan cara membaca modul dan menyelesaikan skenario-nya.
Lantai 1: Tangga yang Terkunci	Setelah pemain menjalankan mendapatkan seluruh informasi di semua ruangan.	Berinteraksi dengan area tangga dan menyelesaikan tantangan berupa Kuis Evaluasi Level 1.
Lantai 2 : Investigasi Ruangan	Pemain menjalankan level dua.	Memasuki seluruh 6 ruangan secara bergantian, mengumpulkan semua informasi dengan cara membaca modul dan menyelesaikan skenario-nya.
Lantai 2 : Harta yang Terkunci	Setelah pemain menjalankan mendapatkan seluruh informasi di semua ruangan.	Berinteraksi dengan area Harta Karun dan menyelesaikan tantangan berupa Kuis Evaluasi Level 2.
Lantai 2 : Selesai	Setelah Pemain menyelesaikan kuis evaluasi level 2.	Berinteraksi dengan area Harta Karun untuk membuka peti dan menyelesaikan game.

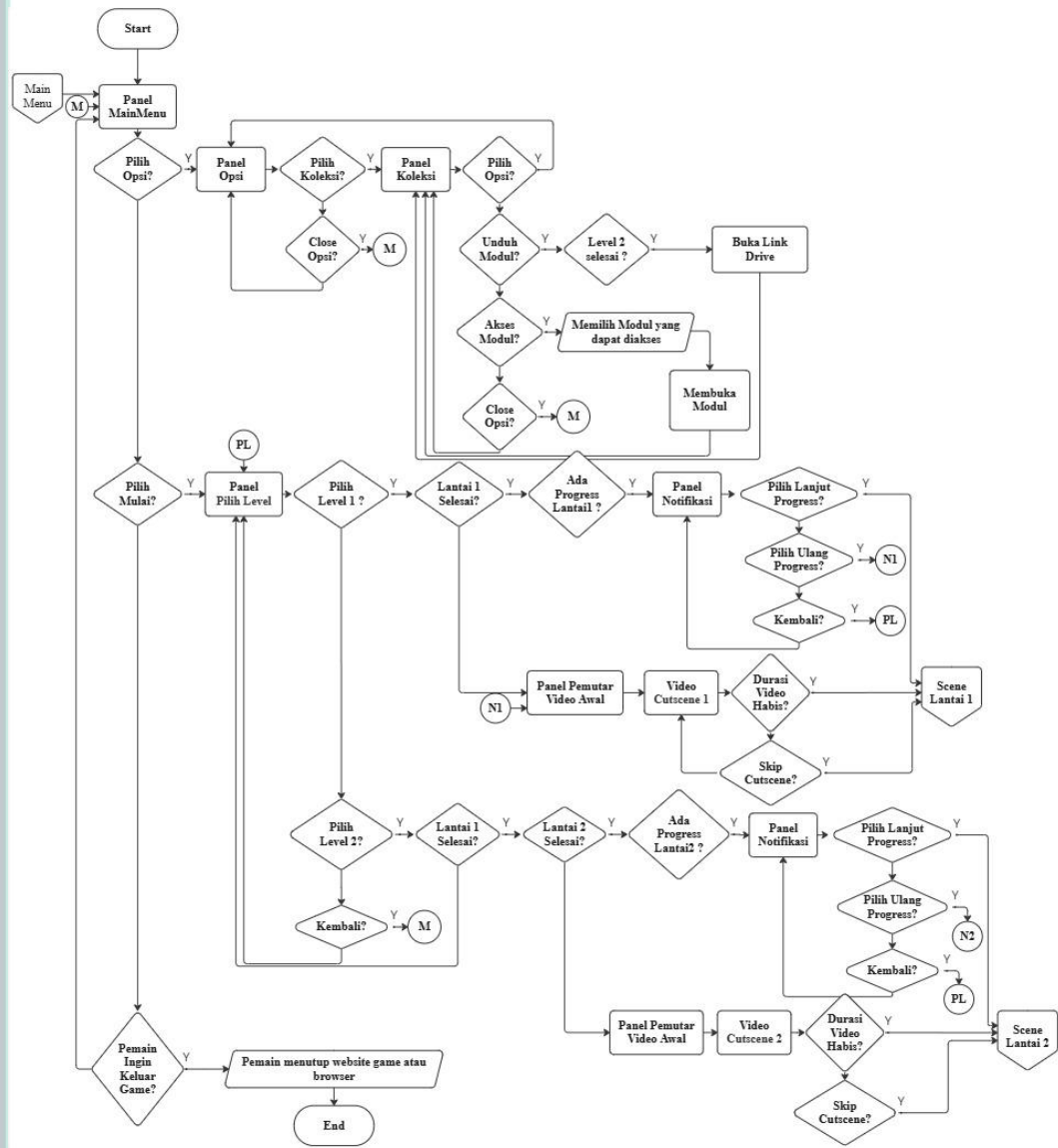
4.2.3. Flowchart

Diagram alir (flowchart) dalam tahap ini dirancang untuk menggambarkan peta logika dan mekanika permainan secara menyeluruh. Melalui panduan visual ini, proses pengembangan sistem dapat berjalan lebih terstruktur karena tersedianya acuan baku mengenai interaksi pengguna dari awal hingga akhir game. Di samping itu, flowchart ini mempermudah identifikasi seluruh jalur percabangan keputusan di dalam permainan, yang nantinya akan mempercepat proses pengembangan

sistem.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 1 Flowchart Scene MainMenu

Flowchart Main Menu pada Gambar 4.1 menggambarkan fondasi awal permainan ketika aplikasi pertama kali dijalankan oleh pengguna. Penyusunan percabangan keputusan (decision) bernilai "Tidak/No" diarahkan lurus ke bawah untuk melanjutkan pengecekan kondisi berikutnya, sedangkan percabangan bernilai "Ya/Yes" diarahkan ke sisi kanan menuju proses penanganan menu terkait.

Alur sistem dimulai dari titik Start menuju Panel MainMenu. Pada pengecekan kondisi pertama, jika pengguna memilih menu opsi, sistem akan membuka Panel Opsi. Di dalam panel ini, pengguna dapat mengakses Panel Koleksi untuk



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

mengunduh modul rangkuman via tautan Google Drive eksternal apabila syarat kelulusan level 2 telah terpenuhi, membuka fitur peninjau modul, atau kembali ke menu utama.

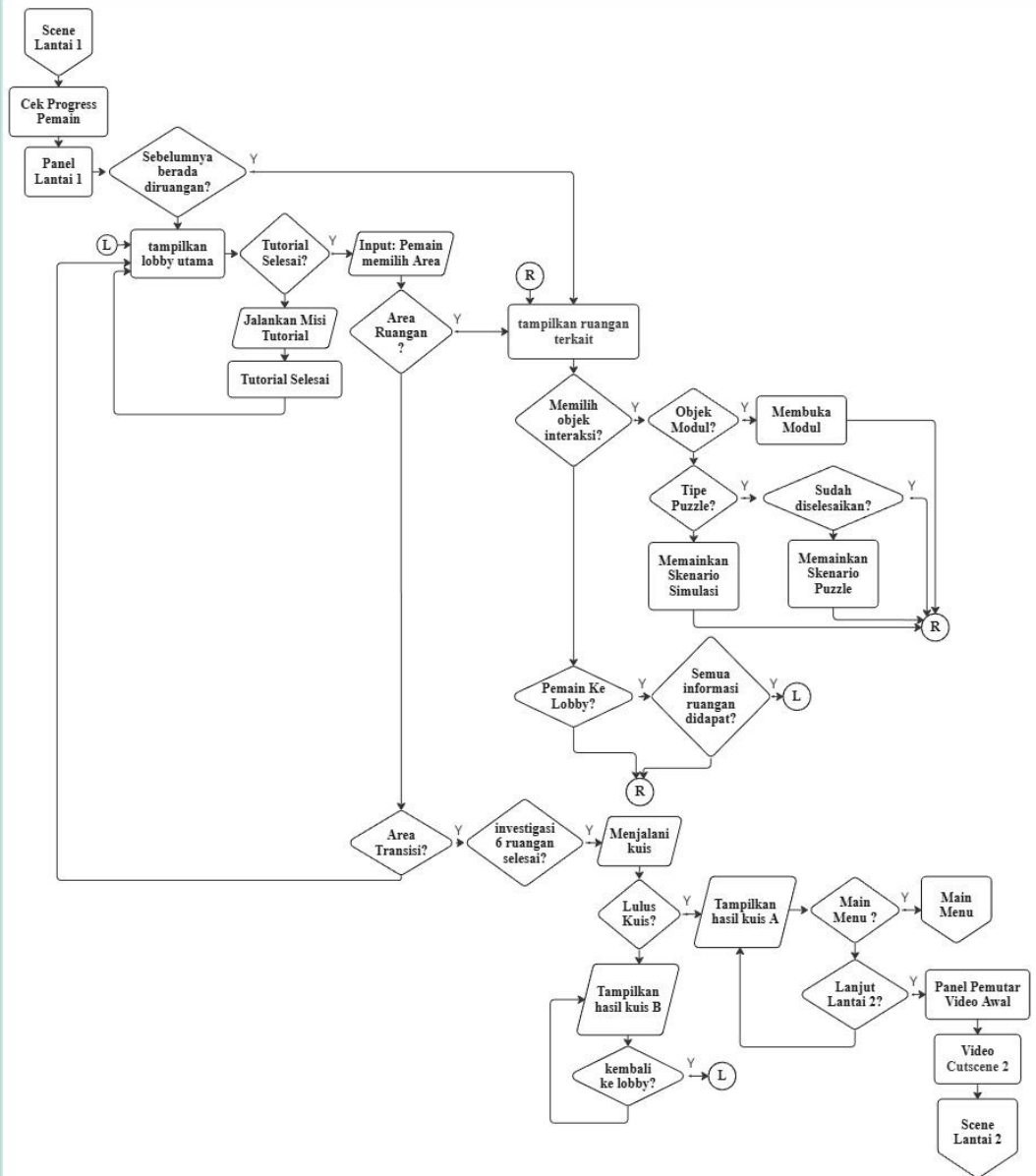
Jika kondisi awal bernilai No, alur bergerak ke bawah menuju kondisi Pilih Mulai Apabila bernilai Yes, pengguna diarahkan ke Panel Pilih Level untuk memilih tingkat permainan. Ketika pengguna memilih level, sistem melakukan validasi data penyimpanan. Jika level belum pernah diselesaikan namun ditemukan rekaman data lama, Panel Notifikasi akan muncul untuk memberikan opsi melanjutkan progres atau mengulanginya dari awal. Jika tidak ditemukan progres awal, sistem langsung mengaktifkan Panel Pemutar Video untuk mengeksekusi Video Cutscene sebelum mengarahkan pemain masuk ke Scene Lantai 1. Apabila pengguna memilih tingkat kedua, hal yang sama akan dilakukan dengan akhir menuju Scene Lantai 2. Namun terkait Lantai 2, pemain harus menyelesaikan terlebih level 1 terlebih dahulu.

Dikarenakan platform aplikasi yang dibangun berbasis WebGL untuk desktop browser, sistem tidak menyediakan tombol Quit konvensional pada antarmuka menu. Sebagai gantinya, alur pemrosesan keluar dari permainan hingga menuju titik End diwakili langsung oleh aksi fisik pengguna saat menutup tab atau jendela pada web browser.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



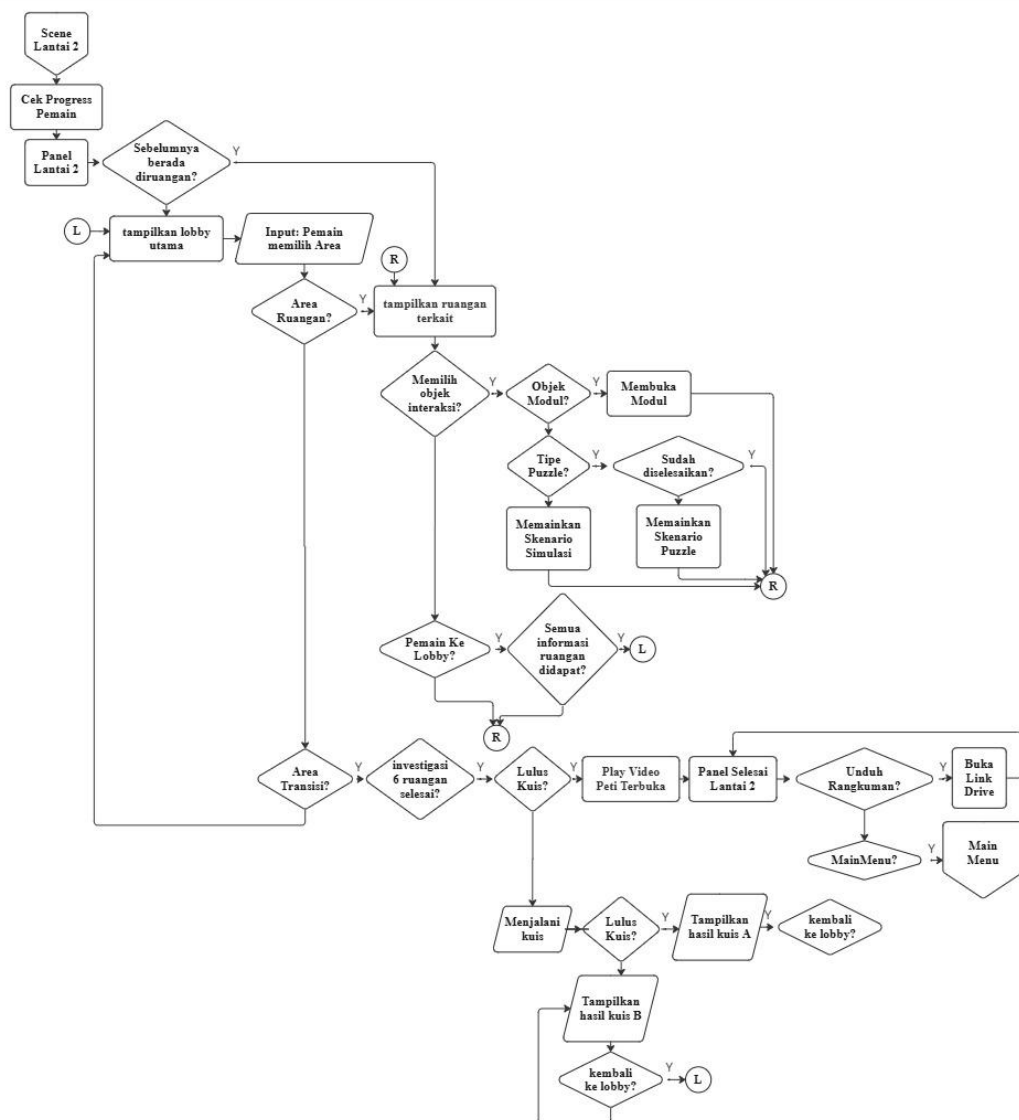
Gambar 4. 2 Flowchart Scene Lantai1

Flowchart Lantai 1 pada Gambar 4.2 menjelaskan alur logika sistem ketika pengguna memasuki tahapan pembelajaran berbasis ruangan pada level pertama. Ketika memasuki Scene Lantai 1, sistem akan memvalidasi status tutorial pemain. Jika pemain baru pertama kali bermain, sistem secara sekuensial akan menjalankan misi tutorial wajib di Ruang 1 sebelum membuka akses penuh ke Lobby Utama. Di dalam Lobby Utama, pemain diberikan kebebasan memilih area eksplorasi. Pemain harus mengunjungi seluruh ruangan prinsip animasi yang tersedia dan menginvestigasi objek di dalamnya. Pada setiap ruangan, pengguna wajib mempelajari materi pada objek modul dan menyelesaikan tantangan interaktif

berdasarkan tipenya, baik berupa Skenario Puzzle maupun Skenario Simulasi. Selain untuk kepentingan akademik dan pemahaman pemain, interaksi tersebut diwajibkan agar pemain dalam Kembali ke Lobby Utama. Setelah investigasi Seluruh ruangan selesai, akses area transisi “tangga menuju lantai2” akan terbuka dan mengarahkan pemain ke menu Quiz Lantai 1. Jika pengguna lulus kuis berdasarkan evaluasi skor sistem, data progres akan disimpan dan akses menuju Lantai 2 akan terbuka. Sebaliknya, jika gagal, pemain akan dikembalikan ke area Lobby.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 3 Flowchart Scene Lantai2



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

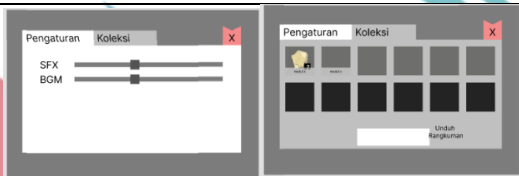
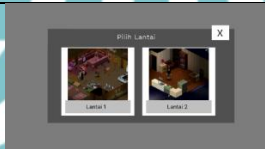
Flowchart Lantai 2 pada Gambar 4.3 menerangkan kelanjutan alur sistem pada tingkat kedua yang memiliki sedikit perbedaan mekanik pada awal dan akhir permainan. Alur pada Lantai 2 mengadopsi struktur kontrol yang serupa dengan Lantai 1, dimulai dari pemeriksaan progress, akses Lobby Utama, hingga eksplorasi ruangan prinsip animasi yang tersisa. Namun pada level, pemain tidak lagi diberikan rangkaian tutorial sehingga pemain sudah bebas mengunjungi ruangan sedari awal. Perbedaan signifikan terletak pada fase penyelesaian level. Setelah investigasi seluruh ruangan di Lantai 2 terpenuhi, pemain akan diarahkan menuju Quiz Lantai 2 melalui area transisi yakni area harta karun. Jika pengguna berhasil mencapai syarat batas kelulusan kuis, sistem akan memicu Event Play Video Peti Terbuka dan menampilkan Panel Selesai Lantai 2. Pada panel akhir ini, hak akses eksklusif untuk mengunduh rangkuman materi .PNG via tautan Google Drive yang akan aktif secara otomatis setelah pemain menekan tombol Unduh Modul. Pemain kemudian diberikan pilihan mutlak untuk menyudahi permainan dan kembali ke halaman utama.

4.2.4. Storyboard

Storyboard pada Tabel 4.5 memetakan rangkaian rancangan halaman, tata letak antarmuka, serta representasi visual dari setiap *scene* di dalam permainan. Melalui penyusunan storyboard ini, transisi tampilan aplikasi dan alur interaksi pemain pada

setiap tahapan level dapat direncanakan serta divalidasi dengan jelas sebelum memasuki tahap implementasi pada game engine.

Tabel 4. 5 Storyboard Antarmuka Pengguna

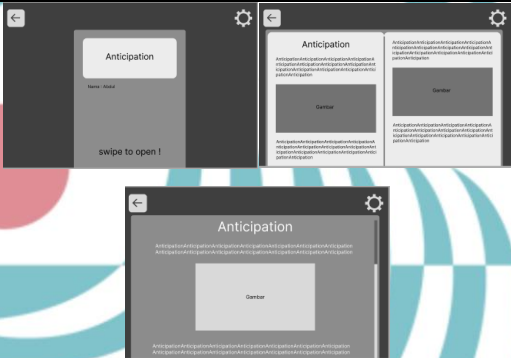
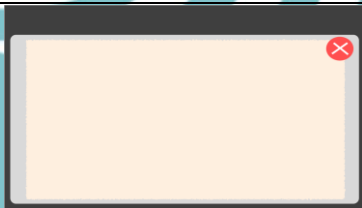
Detail Halaman	Rancangan Tampilan
Scene MainMenu - Panel MainMenu	
Scene MainMenu - Panel Opsi, Tab Pengaturan	
Scene MainMenu -Panel PilihLantai	
Scene MainMenu – Panel Video. Scene Lantai1 – Panel Video Lantai2.	
Scene Lantai 1 dan Scene Lantai 2 – UI Lobby Utama	
Scene Lantai 1 dan Scene Lantai 2 - Rancangan UI Ruangan	
Scene Lantai 1, Lantai 2 - Panel Kuis Soal dan Kuis Pembahasan.	
Scene Lantai 1, Lantai 2 - Panel Hasil Kuis Lulus dan Gagal	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

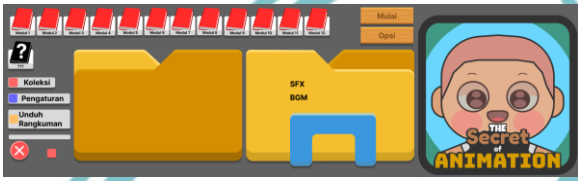
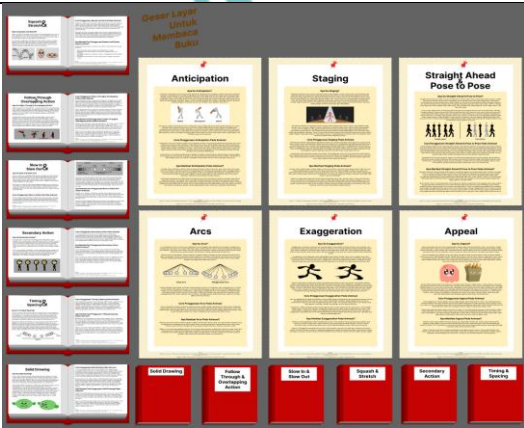
Scene Lantai 1 dan Scene Lantai 2 Panel Ingame Menu Tab Pengaturan, Panel Ingame Menu Tab Koleksi, Panel Ingame Menu Tab MainMenu.	
Scene MainMenu, Scene Lantai 1, dan Scene Lantai 2 Panel Modul Buku Cover, Panel Modul Buku Isi, Panel Modul Poster.	
Scene Lantai 1 dan Scene Lantai 2 Panel Informasi	
Scene Lantai 1 dan Scene Lantai 2 Rancangan UI Skenario	

4.2.5. Material Collecting

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan berbagai material yang diperlukan untuk pengembangan permainan edukasi "The Secret of Animation" bertema 12 prinsip animasi. Aset yang dikumpulkan meliputi model objek 3D, elemen antarmuka pengguna, serta elemen audio. Selain itu, materi edukasi seperti teori dasar 12 prinsip animasi, skenario tantangan interaktif (puzzle dan simulasi), serta draf soal

evaluasi kuis juga dijadikan referensi utama dalam pembuatan konten pembelajaran. Seluruh aset ini diperoleh dari berbagai sumber terpercaya serta aset kustom yang disesuaikan secara spesifik dengan kebutuhan visual oleh rekan proyek saya yakni seorang Game Artist bernama Farhan Kurnia Danendra. Detail material tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 6 Material Collecting

Aset Visual	Klasifikasi Aset	Sumber
	Aset 2D Untuk Panel Main Menu dan Panel Opsi di Main Menu	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D Untuk Panel Pilih Lantai	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D Untuk UI Lobby Utama, Ruangan, dan instruksi misi.	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D UI Background	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D UI Ingame Menu	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D Modul Pembelajaran	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

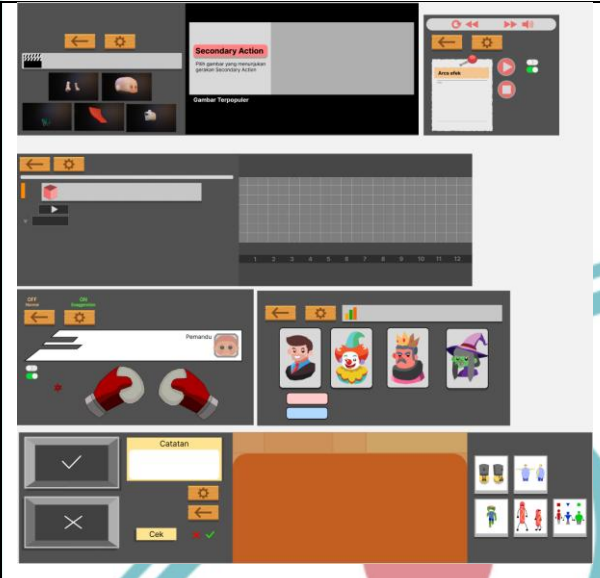
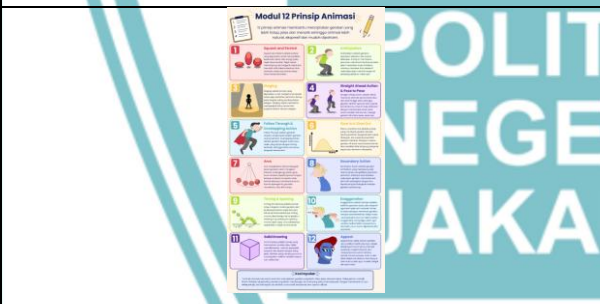
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Aset 2D Panel Informasi Untuk Skenario Lantai 1	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D Panel Informasi Untuk Skenario Lantai 2	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D UI Skenario Lantai 1 untuk	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)

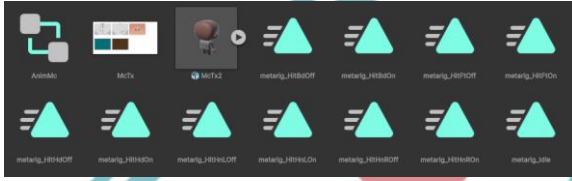
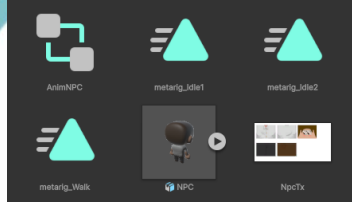
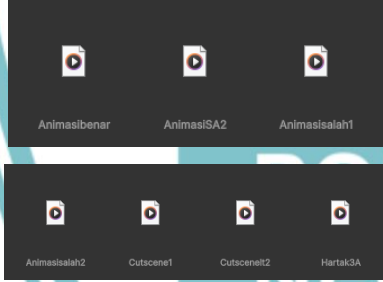
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Aset 2D UI Skenario untuk Lantai 2	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D Panel Kuis dan Hasil Kuis	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D surat tutorial	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Modul Unduh	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D Panel Selesai Lantai 2	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 2D notifikasi tambahan	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

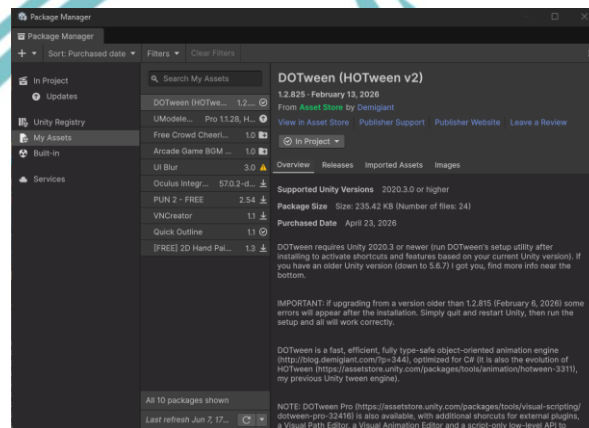
	Aset 3D Lantai 1	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 3D Lantai 2	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 3D NPC Tinju beserta animasi	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset 3D NPC Penghalang beserta animasi	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Aset Video mp4	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Font Game	Game Artist (Farhan Kurnia Danendra)
	Background Music mp3	Pixabay

4.3. Tahap Produksi (*Production*)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pada tahap produksi, proses implementasi dan integrasi elemen-elemen permainan dilakukan secara menyeluruh. Pengembangan permainan edukasi "The Secret of Animation" ini menggunakan Unity Engine sebagai platform utama yang mendukung proses integrasi antara berbagai aset visual 3D maupun 2D, audio, serta dokumen rancangan yang telah disiapkan sebelumnya. Dengan mengacu pada metode Game Development Life Cycle (GDLC), tahap ini menjadi inti dari realisasi dokumen perancangan ke dalam bentuk permainan yang dapat dimainkan secara utuh.



Gambar 4. 4 Unity Asset "DOTween (HOTween v2)"

Selain integrasi aset utama, tahap produksi ini juga melibatkan proses polishing untuk meningkatkan kualitas pengalaman pengguna melalui aset pihak ketiga dari Unity Asset Store bernama DOTween (HOTween v2). Aset ini diimplementasikan secara luas untuk menangani seluruh transisi antarmuka dan animasi prosedural di dalam permainan, seperti efek fade-in/out pada panel menu dan gerakan panel notifikasi. Dengan memanfaatkan sistem scripting DOTween, animasi panel tidak lagi bersifat kaku, melainkan memiliki dinamika visual yang lebih organik melalui penerapan berbagai tipe easing.

4.3.1. Scene MainMenu

Scene MainMenu merupakan scene pertama yang ditampilkan kepada pemain dan berfungsi sebagai titik navigasi utama game. Seluruh logikanya dikendalikan oleh satu skrip terpusat, yaitu MainMenuManager.cs. Skrip ini bertanggung jawab atas manajemen tiga panel UI utama, perpindahan antar-scene, serta persistensi data

progres pemain melalui *PlayerPrefs*. Ketiga panel tersebut adalah Panel Title Screen, Panel Pilih Lantai, dan Panel Opsi.

```
void Start() {
    ShowPanel(panelTitleScreen);
    if(FadePanel != null) FadePanel.alpha = 0f;
    if(panelPopupProgress != null) panelPopupProgress.SetActive(false);
    CekStatusTombolWebsite();
}
0 references
public void BukaPilihLantai() { ShowPanel(panelPilihLantai); UpdateUIPilihLantai(); }
0 references
public void BukaOpsi() { ShowPanel(panelOpsi); BukaTabPengaturan(); }
5 references
private void ShowPanel(GameObject panelTarget) {
    panelTitleScreen.SetActive(panelTarget == panelTitleScreen);
    panelPilihLantai.SetActive(panelTarget == panelPilihLantai);
    panelOpsi.SetActive(panelTarget == panelOpsi);
}
```

Gambar 4. 5 Potongan skrip MainMenuManager.cs

Perpindahan antarpanel dikendalikan oleh fungsi *ShowPanel()*, hanya menerapkan panel yang menjadi argumen fungsi yang diaktifkan, sementara panel lainnya dinonaktifkan secara bersamaan. Pendekatan ini mencegah terjadinya tumpang tindih antarpanel pada satu waktu.

a) Panel Title Screen



Gambar 4. 6 Panel Title Screen

Panel Title Screen adalah tampilan pertama yang dilihat pemain saat memasuki scene MainMenu dan panel ini diaktifkan secara otomatis oleh metode *Start()*. Dari panel ini, pemain dapat menavigasi ke Panel Pilih Lantai atau Panel Opsi melalui tombol yang tersedia.

b) Panel Pilih Lantai

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 7 Panel Pilih Lantai

Panel Pilih Lantai menampilkan status progres setiap level beserta sistem penguncian progresif, di mana Lantai 2 hanya dapat diakses setelah Lantai 1 diselesaikan. Seluruh logika pembaruan tampilan dikelola oleh fungsi *UpdateUIPilihLantai()* yang membaca data dari *PlayerPrefs* setiap kali panel ini dibuka.

```
private void UpdateUIPilihLantai() {
    int statusLantai1 = PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai1, 0);
    int statusLantai2 = PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai2, 0);
    if(statusLantai1 == 1) {
        btnLantai1.interactable = false; panelRaporLantai1.SetActive(true);
        teksNilaiLantai1.text = PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai1 + "_Nilai", 0).ToString();
        int percobaan1 = PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai1 + "_Percobaan", 1);
        displayMedaliLantai1.sprite = (percobaan1 == 1) ? medal1 : (percobaan1 == 2) ? medal2 : medal3;
    } else {
        btnLantai1.interactable = true; panelRaporLantai1.SetActive(false);
    }
    if(statusLantai2 == 1) {
        btnLantai2.interactable = false; imageBtnLantai2.sprite = gambarLantai2Buka;
        panelRaporLantai2.SetActive(true);
        teksNilaiLantai2.text = PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai2 + "_Nilai", 0).ToString();
        int percobaan2 = PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai2 + "_Percobaan", 1);
        displayMedaliLantai2.sprite = (percobaan2 == 1) ? medal1 : (percobaan2 == 2) ? medal2 : medal3;
    } else {
        panelRaporLantai2.SetActive(false);
        btnLantai2.interactable = (statusLantai1 == 1);
        imageBtnLantai2.sprite = (statusLantai1 == 1) ? gambarLantai2Buka : gambarLantai2Kunci;
    }
    CekStatusTombolWebsite();
}
```

Gambar 4. 8 Skrip Terkait Logika Visual dan Akses untuk Pilih Lantai

Sistem membaca nilai integer dari *PlayerPrefs* untuk setiap lantai, di mana nilai 1 menandakan level telah diselesaikan. Apabila Lantai 1 selesai, tombolnya dinonaktifkan, panel rapor ditampilkan, dan jenis medali ditentukan berdasarkan jumlah percobaan pemain. Untuk Lantai 2, sistem memeriksa status Lantai 1 terlebih dahulu. Jika selesai, tombol Lantai 2 bisa diinteraksi. Namun jika belum, tombol akan menampilkan gambar terkunci.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 9 Panel Konfirmasi

Saat pemain menekan tombol untuk memulai lantai, sistem memeriksa apakah terdapat progres yang tersimpan melalui kunci `_IndeksQuestUtama` di `PlayerPrefs`. Jika ada, Panel Konfirmasi ditampilkan untuk menanyakan apakah pemain ingin melanjutkan atau mengulang dari awal.

c) Panel Opsi

```
public void BukaTabPengaturan() { isiTabPengaturan.SetActive(true); isiTabKoleksi.SetActive(false); }
0 references
public void BukaTabKoleksi() { isiTabPengaturan.SetActive(false); isiTabKoleksi.SetActive(true); }
1 reference
private void SetupSliderAudio() {
    sliderBGM.value = PlayerPrefs.GetFloat("VolumeBGM", 1f);
    sliderBGM.onValueChanged.AddListener(UbahVolumeBGM);
    sliderSFX.value = PlayerPrefs.GetFloat("VolumeSFX", 1f);
    sliderSFX.onValueChanged.AddListener(UbahVolumeSFX);
}
1 reference
public void UbahVolumeBGM(float nilaiBaru) {
    PlayerPrefs.SetFloat("VolumeBGM", nilaiBaru); PlayerPrefs.Save(); AudioManager.Instance.SetVolumeBGM(nilaiBaru); }
1 reference
public void UbahVolumeSFX(float nilaiBaru) {
    PlayerPrefs.SetFloat("VolumeSFX", nilaiBaru); PlayerPrefs.Save(); AudioManager.Instance.SetVolumeSFX(nilaiBaru); }
2 references
private void CekStatusTombolWebsite() {
    if(btnUnduhWebsite == null) return;
    btnUnduhWebsite.interactable = (PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai1, 0) == 1 && PlayerPrefs.GetInt(namaSceneLantai2, 0) == 1);
}
0 references
public void BukaWebsite() => Application.OpenURL(linkTujuan);
```

Gambar 4. 10 Skrip Fungsi Terkait Panel Pengaturan

Panel Opsi menyediakan dua tab yang dapat berpindah, yaitu tab Pengaturan dan tab Koleksi. Perpindahan tab menggunakan pola yang sama dengan `ShowPanel()`, yakni mengaktifkan satu tab sambil menonaktifkan tab lainnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 11 Panel Opsi Tab Pengaturan

Fitur utama tab Pengaturan adalah kontrol volume audio melalui dua komponen *Slider* untuk BGM dan SFX.



Gambar 4. 12 Panel Opsi Tab Koleksi

Panel Koleksi memuat fitur koleksi dan juga tombol unduhan *website* yang hanya aktif apabila pemain telah menyelesaikan kedua lantai.

d) Video Pengantar dan Transisi Scene

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
private void MulaiBaruLantai() {
    string prefix = targetSceneSaatIni + ".";
    string regKey = prefix + "BukuRiwayatKunci";
    string isiRiwayat = PlayerPrefs.GetString(regKey, "");
    if(!string.IsNullOrEmpty(isiRiwayat)) {
        foreach(string kunci in isiRiwayat.Split(new char[]{'.'}, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries)) {
            PlayerPrefs.DeleteKey(kunci);
        }
    }
    PlayerPrefs.DeleteKey(regKey); PlayerPrefs.DeleteKey(targetSceneSaatIni);
    PlayerPrefs.DeleteKey(prefix + "Nilai"); PlayerPrefs.DeleteKey(prefix + "Percobaan");
    PlayerPrefs.DeleteKey(prefix + "IndeksQuestUtama"); PlayerPrefs.Save();
    string videoYangDiputar = (targetSceneSaatIni == namaScenelantai1) ? namaFileIntroVideo : "";
    if (targetSceneSaatIni == namaScenelantai2) videoYangDiputar = namaFileIntroVideoLantai2;
    if(!string.IsNullOrEmpty(videoYangDiputar)) StartCoroutine(ProsesFadeKeVideo(videoYangDiputar));
    else StartCoroutine(ProsesFadePindahScene(false, targetSceneSaatIni));
}

1 reference
private IEnumerator ProsesFadeKeVideo(string namaFileVideo) {
    sedangTransisi = true; FadePanel.blocksRaycasts = true;
    yield return FadePanel.DOFade(1f, 1f).WaitForCompletion();
    ShowPanel(null);
    videoPlayer.url = Application.streamingAssetsPath + "/" + namaFileVideo;
    videoPlayer.Prepare();
    while(!videoPlayer.IsPrepared) yield return null;
    videoPlayer.Play();
    if(AudioManager.Instance != null) AudioManager.Instance.StopBGM();
    yield return FadePanel.DOFade(0f, 1f).WaitForCompletion();
    if(btnSkipVideo) btnSkipVideo.gameObject.SetActive(true);
    FadePanel.blocksRaycasts = false;
}

1 reference
public void SkipVideo() { KeluarDariVideo(); }

3 references
private void SelesaiVideoDanPindahScene(VideoPlayer vp) { KeluarDariVideo(); }

2 references
private void KeluarDariVideo() {
    if(btnSkipVideo) btnSkipVideo.gameObject.SetActive(false);
    videoPlayer.loopPointReached -= SelesaiVideoDanPindahScene;
    videoPlayer.Pause();
    StartCoroutine(ProsesFadePindahScene(true, targetSceneSaatIni));
}

3 references
private IEnumerator ProsesFadePindahScene(bool bersihkanVideo, string sceneTujuan) {
    sedangTransisi = true; FadePanel.blocksRaycasts = true;
    yield return FadePanel.DOFade(1f, 1f).WaitForCompletion();
    if(AudioManager.Instance != null) AudioManager.Instance.StopBGM();
    if(bersihkanVideo && videoPlayer != null) {
        videoPlayer.Stop(); videoPlayer.targetTexture = null; videoPlayer.gameObject.SetActive(false);
    }
    yield return new WaitForEndOfFrame();
    SceneManager.LoadSceneAsync(sceneTujuan);
}
```

Gambar 4. 13 Skrip Alur Transisi Scene Mainmenu ke Scene Lantai

Setelah pemain mengonfirmasi untuk memulai sesi baru pada suatu lantai, sistem menjalankan dua tahap berurutan sebelum scene level dimuat yakni pemutaran video pengantar dan transisi fade ke scene tujuan. Kedua proses ini diimplementasikan menggunakan *Coroutine* agar dapat berjalan secara bertahap tanpa membekukan jalannya aplikasi. *Coroutine* ini menyiapkan dan memutar video dari folder *StreamingAssets* sambil menunggu dalam *loop* hingga video benar-benar siap sebelum dilanjutkan. Selama video berjalan, BGM dihentikan dan tombol Skip Video dimunculkan sebagai opsi bagi pemain.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 14 Panel Video Cutscene Awal Lantai 1

Ketika video berakhir ataupun pemain melanjutkan *progress level* tersebut akan memicu *coroutine ProsesFadePindahScene()*. Setelah itu, *SceneManager.LoadSceneAsync()* dipanggil untuk memuat *scene level* dan memasukkan pemain ke dalam *level* terkait.

4.3.2. Implementasi Scene dan Narasi Level

Implementasi alur narasi dan progres misi di dalam setiap *scene* dikelola secara dinamis melalui sinkronisasi antara sistem data misi, sistem dialog interaktif, dan ditutup narasi ditutup dengan fitur kuis dan juga outro untuk level dua.

1. Inisialisasi Progres dan Prosedur Masuk Scene

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void Awake() {
    if(Instance == null) Instance = this; else Destroy(gameObject);
    prefixScene = SceneManager.GetActiveScene().name + "_"; MustProgres();
}

0 references | 0 Unity Message
void Start() {
    idRuangAktif = ""; UpdateUI(); UpdateStatusLock();
    bool sudahPernahMain = PlayerPrefs.HasKey(prefixScene + "IndeksQuestUtama");
    if(Qaktif == 0) {
        if(!sudahPernahMain) {
            if(gunakanPosterIntro) panelPosterIntro.SetActive(true);
            else {
                if(panelPosterIntro != null) panelPosterIntro.SetActive(false);
                MainDialogManager.Instance.MulaiDialog(listQutama[Qaktif].dialogMulai);
            }
        } else { if(panelPosterIntro != null) panelPosterIntro.SetActive(false); }
        else if(panelPosterIntro != null) panelPosterIntro.SetActive(false);
    }
}

0 references
public void TutupIntro() {
    if(panelPosterIntro != null) panelPosterIntro.SetActive(false);
    if(listQutama.Count > 0 && listQutama[Qaktif].dialogMulai != null && listQutama[Qaktif].dialogMulai.Count > 0)
        MainDialogManager.Instance.MulaiDialog(listQutama[Qaktif].dialogMulai);
}

1 reference
private void MuatProgres() {
    Qaktif = PlayerPrefs.GetInt(prefixScene + "IndeksQuestUtama", 0);
    if(listQutama.Count > 0 && Qaktif < listQutama.Count) {
        statusQU = new QuestState(listQutama[Qaktif].questID);
        statusQU.currentProgress = PlayerPrefs.GetInt(prefixScene + "UtamaProg_" + statusQU.questID, 0);
        statusQU.isCompleted = PlayerPrefs.GetInt(prefixScene + "UtamaComp_" + statusQU.questID, 0) == 1;
    } else if(listQutama.Count > 0) statusQU = new QuestState(listQutama[0].questID);
    statusQR.Clear();
    foreach(var q in listQRuangan) {
        QuestState stateBaru = new QuestState(q.questID);
        stateBaru.currentProgress = PlayerPrefs.GetInt(prefixScene + "RuangProg_" + q.questID, 0);
        stateBaru.isCompleted = PlayerPrefs.GetInt(prefixScene + "RuangComp_" + q.questID, 0) == 1;
        statusQR.Add(stateBaru);
    }
}
```

Gambar 4. 15 Inisiasi dan Tahap Awal Skrip QuestManager.cs

Setiap kali scene level dimuat, skrip QuestManager.cs mengeksekusi metode *Awake()* untuk memuat data progres terakhir pemain melalui fungsi *MuatProgres()*.



Gambar 4. 16 Panel Surat dan DialogMulai

Jika pemain baru pertama kali memulai level, sistem secara otomatis mengaktifkan panel surat instruksi untuk lantai 1 atau langsung memicu dialog pembuka dari data misi tutorial.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void Awake() {
    if (Instance == null) Instance = this;
    else Destroy(gameObject);
    mainCamera = Camera.main;
    prefixScene = SceneManager.GetActiveScene().name + "_";
}
0 references | 0 Unity Message
void Start() => StartCoroutine(InitCam());
1 reference
private IEnumerator InitCam() {
    isTransisi = true;
    InteractionManager.Instance.enabled = false;
    yield return null;
    string savedRoomID = PlayerPrefs.GetString(prefixScene + "SavedRoomID", "");
    string savedCamName = PlayerPrefs.GetString(prefixScene + "SavedCameraName", "");
    if (!string.IsNullOrEmpty(savedRoomID) && !string.IsNullOrEmpty(savedCamName)){
        Camera targetCam = null;
        foreach (Camera cam in semuaKameraRuangan) if (cam.gameObject.name == savedCamName) { targetCam = cam; break; }
        if (targetCam != null) {
            isDiRuangan = true; idRuanganAktif = savedRoomID; kameraAktifSaatIni = targetCam;
            mainCamera.gameObject.SetActive(false); targetCam.gameObject.SetActive(true);
            GameEvents.OnMasukRuangan?.Invoke(savedRoomID);
        }
        else mainCamera.gameObject.SetActive(true);
    }
    else mainCamera.gameObject.SetActive(true);
    yield return new WaitForSeconds(0.2f);

    GeneralUIManager.Instance.DoFadeIn() => {InteractionManager.Instance.enabled = true; isTransisi = false;});
}
```

Gambar 4. 17 Inisiasi dan Fungsi Awal pada Skrip CameraManager.cs

Proses ini berjalan beriringan dengan fungsi *InitCam()* pada CameraManager.cs yang mengatur efek *fade-in* transisi layar untuk memberikan pengalaman visual yang halus.

```
public void MulaiDialog(List<BarisDialog> dialogBaru) {
    if (dialogBaru == null || dialogBaru.Count == 0) {
        OnDialogSelesai?.Invoke(); return;
    }
    panelDialogUtama.SetActive(true);
    rectDialog.anchoredPosition = new Vector2(posisiAsli.x, posisiAsli.y - jarakSwipeBawah);
    rectDialog.DOAnchorPos(posisiAsli, durasiAnim).SetEase(easeMuncul);
    antreanDialog.Clear();
    foreach (BarisDialog baris in dialogBaru) antreanDialog.Enqueue(baris);
    TampilkanKalimatSelanjutnya();
}
1 reference
public void ProsesKlikLanjut(){
    if (mengetik) SelesaikanKetikInstan();
    else TampilkanKalimatSelanjutnya();
}
2 references
private void TampilkanKalimatSelanjutnya() {
    UIHighlighter.Instance.HideHighlight(0.5f);
    if (antreanDialog.Count == 0) { SembunyikanDialog(); return; }

    barisSaatIni = antreanDialog.Dequeue();
    if (!string.IsNullOrEmpty(barisSaatIni.kodeEventTrigger))
        OnEventDialogMemicu?.Invoke(barisSaatIni.kodeEventTrigger);

    if (coroutineMengetik != null) StopCoroutine(coroutineMengetik);
    coroutineMengetik = StartCoroutine(KetikKalimat(barisSaatIni.kalimat));
}
1 reference
private IEnumerator KetikKalimat(string kalimatTujuan) {
    mengetik = true;
    teksDialog.text = "";
    foreach (char huruf in kalimatTujuan.ToCharArray()) {
        teksDialog.text += huruf; yield return new WaitForSeconds(txtSpeed);
    }
    mengetik = false;
}
1 reference
private void SembunyikanDialog(){
    rectDialog.DOAnchorPos(new Vector2(posisiAsli.x, posisiAsli.y - jarakSwipeBawah), durasiAnim)
        .SetEase(easeSembunyi).OnComplete(() => {
        panelDialogUtama.SetActive(false);
        OnDialogSelesai?.Invoke();
    }));
}
```

Gambar 4. 18 Skrip DialogManager.cs

Untuk memperkuat penyampaian narasi, skrip MainDialogManager.cs bekerja secara reaktif terhadap data misi yang sedang aktif. Sistem ini memiliki fungsi krusial dalam memandu pemain. Setiap baris dialog dapat membawa kodeEventTrigger.

```
void OnEnable() {
    GameEvents.OnObjectProgress += ProsesKlikObjek; GameEvents.OnMasukRuangan += GantiViewKeRuangan;
    GameEvents.OnKembaliKeLobby += GantiViewKeLobby; MainDialogManager.OnEventDialogMemicu += ResponEventDialog;
}

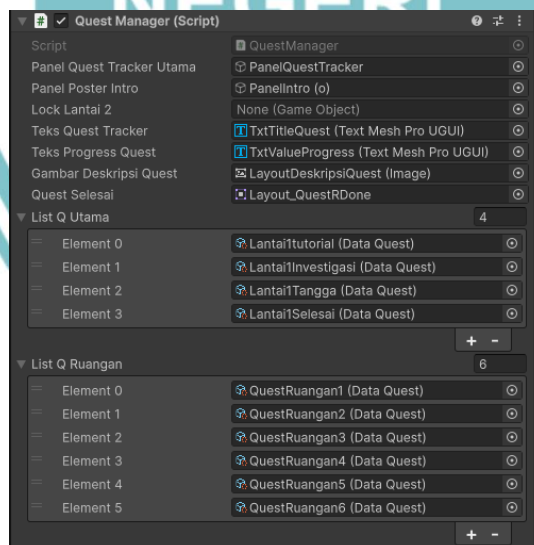
0 references | 0 Unity Message
void OnDisable() {
    GameEvents.OnObjectProgress -= ProsesKlikObjek; GameEvents.OnMasukRuangan -= GantiViewKeRuangan;
    GameEvents.OnKembaliKeLobby -= GantiViewKeLobby; MainDialogManager.OnEventDialogMemicu -= ResponEventDialog;
}

2 references
private void ResponEventDialog(string kodeEvent) {
    if(kodeEvent == "TunjukRuang1" && TunjukRuang1 != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(TunjukRuang1, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjukbuku1" && Tunjukbuku1 != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjukbuku1, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjukbtnkembali" && Tunjukbtnkembali != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjukbtnkembali, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjukbtnsetting" && Tunjukbtnsetting != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjukbtnsetting, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjukquest1" && Tunjukquest1 != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjukquest1, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjuktanggal" && Tunjuktanggal != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjuktanggal, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjukharta1" && Tunjukharta1 != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjukharta1, 0.5f);
    else if(kodeEvent == "Tunjukharta2" && Tunjukharta2 != null) UIHighlighter.Instance.ShowHighlight(Tunjukharta2, 0.5f);
}
```

Gambar 4. 19 Eventlistener Dari Dialog Pada Skrip QuestManager.cs

Saat baris tersebut ditampilkan, sistem mengirimkan sinyal melalui OnEventDialogMemicu yang ditangkap oleh QuestManager untuk menginstruksikan fitur narasi lainnya seperti UIHighlighter untuk memberikan sorotan visual pada elemen penting.

2. Alur Manajemen Misi



Gambar 4. 20 Tampilan Inspector skrip QuestManager.cs

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Seluruh urutan navigasi dan aktivitas pemain dikendalikan secara dinamis oleh skrip QuestManager.cs melalui dua hierarki misi yang saling terintegrasi. Pertama, Misi Utama mengelola alur di setiap lantai, seperti fase tutorial hingga pembukaan akses kuis akhir.

```
public void TambahProgressQuestUtama() {
    if(statusQU == null || statusQU.isCompleted) return;
    statusQU.currentProgress++;
    if(statusQU.currentProgress >= listQUtama[QUaktif].targetProgress) {
        statusQU.isCompleted = true;
        if(listQUtama[QUaktif].dialogSelesai != null && listQUtama[QUaktif].dialogSelesai.Count > 0)
            MainDialogManager.Instance.MulaiDialog(listQUtama[QUaktif].dialogSelesai);
        QUaktif++; UpdateStatusLock();
        if(QUaktif < listQUtama.Count) {
            statusQU = new QuestState(listQUtama[QUaktif].questID);
            if(idRuanganAktif == "") { if(listQUtama[QUaktif].dialogMulai != null && listQUtama[QUaktif].dialogMulai.Count > 0)
                MainDialogManager.Instance.MulaiDialog(listQUtama[QUaktif].dialogMulai); }
            else { holdDialog = true; hDialognya = listQUtama[QUaktif].dialogMulai; }
        }
    }
    UpdateUI();
}
```

Gambar 4. 21 Fungsi Progres Misi Utama di QuestManager.cs

Melalui metode TambahProgressQuestUtama(), sistem memvalidasi akumulasi progres terhadap target misi yang aktif. Jika target tercapai, status misi berubah menjadi isCompleted, meningkatkan indeks misi (QUaktif), serta mengeksekusi UpdateStatusLock() untuk membuka akses area baru.

```
void OnEnable() {
    GameEvents.OnObjectProgress += ObjekKelar; GameEvents.OnMasukRuangan += GantiViewKeRuangan;
    GameEvents.OnKembaliKeLobby += GantiViewKeLobby; MainDialogManager.OnEventDialogMemicu += ResponEventDialog;
}
0 references [Unity Message]
void OnDisable() {
    GameEvents.OnObjectProgress -= ObjekKelar; GameEvents.OnMasukRuangan -= GantiViewKeRuangan;
    GameEvents.OnKembaliKeLobby -= GantiViewKeLobby; MainDialogManager.OnEventDialogMemicu -= ResponEventDialog;
}
2 references
private void ObjekKelar(string objQuestID) {
    if(statusQU != null && objQuestID == statusQU.questID && !statusQU.isCompleted) { TambahProgressQuestUtama(); return; }
    int index = listQRuangan.FindIndex(q => q.questID == objQuestID);
    if(index != -1 && !statusQR[index].isCompleted) {
        statusQR[index].currentProgress++;
        if(statusQR[index].currentProgress >= listQRuangan[index].targetProgress) {
            statusQR[index].isCompleted = true;
            if(listQRuangan[index].dialogSelesai != null && listQRuangan[index].dialogSelesai.Count > 0)
                MainDialogManager.Instance.MulaiDialog(listQRuangan[index].dialogSelesai); //khusus tutor
            TambahProgressQuestUtama();
        }
    }
    UpdateUI();
}
```

Gambar 4. 22 Fungsi Progres Misi Ruangan di QuestManager.cs

Kedua, Misi Ruangan beroperasi secara independen untuk memantau aktivitas instruksional di dalam setiap ruangan prinsip animasi. Hubungan umpan balik dijembutani oleh metode ObjekKelar(), di mana setiap penyelesaian interaksi

modul atau skenario akan meningkatkan nilai progres pada objek QuestState ruangan terkait.

```
public void TampilkanQuestTracker(bool tampil) {panelQuestTrackerUtama.SetActive(tampil); }
5 references
private void UpdateUI() {
    if(idRuanganAktif == "") {
        if(QAktif < listQUtama.Count) {
            DataQuest questAktif = listQUtama[QAktif];
            if(teksQuestTracker != null) teksQuestTracker.text = questAktif.namaQuest;
            if(gambarDeskripsiQuest != null) gambarDeskripsiQuest.sprite = questAktif.deskripsiQuest;
            if(teksProgressQuest != null) teksProgressQuest.text = $"{statusQU.currentProgress}/{questAktif.targetProgress}";
        }
    } else {
        int index = listQRuangan.FindIndex(q => q.questID == idRuanganAktif);
        if(index != -1) {
            QuestState status = statusQR[index]; DataQuest definisi = listQRuangan[index];
            if(!status.isCompleted) {
                if(teksQuestTracker != null) teksQuestTracker.text = definisi.namaQuest;
                if(teksProgressQuest != null) teksProgressQuest.text = $"{status.currentProgress}/{definisi.targetProgress}";
                if(gambarDeskripsiQuest != null) gambarDeskripsiQuest.sprite = definisi.deskripsiQuest;
                if(GeneralUIManager.Instance != null) GeneralUIManager.Instance.SembunyikanBtnKembaliLobby();
            } else {
                if(teksQuestTracker != null) teksQuestTracker.text = definisi.namaQuest;
                if(gambarDeskripsiQuest != null) gambarDeskripsiQuest.sprite = questSelesai;
                if(teksProgressQuest != null) teksProgressQuest.text = $"{definisi.targetProgress}/{definisi.targetProgress}";
                if(GeneralUIManager.Instance != null) GeneralUIManager.Instance.TampilkanBtnKembaliLobby();
            }
        }
    }
}
```

Gambar 4. 23 Fungsi Panel Quest Tracker dan Tombol Kembali Lobby

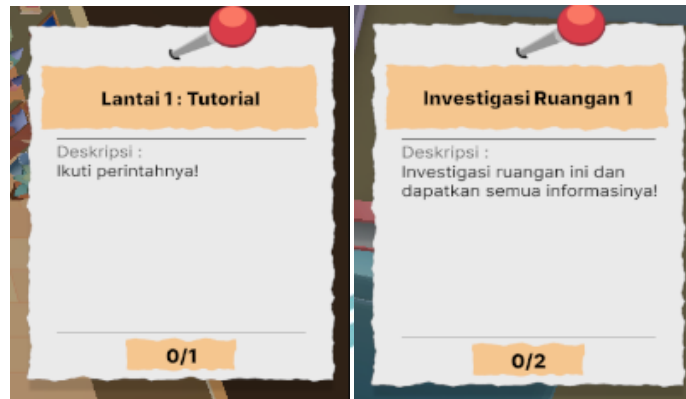
Keberlanjutan alur tersebut didukung oleh fungsi UpdateUI() yang bertanggung jawab memperbarui informasi pada panel Quest Tracker secara *real-time*. Fungsi ini bekerja dengan mendeteksi posisi pemain. Selain itu, untuk penyelesaian misi ruangan akan memicu fungsi TampilkanBtnKembaliLobby() pada GeneralUIManager untuk menampilkan kembali tombol navigasi keluar ruangan sekaligus memberikan kiriman sinyal progres tambahan untuk menaikkan nilai capaian pada komponen Misi Utama yang sedang berjalan. Sehingga pemain baru bisa Kembali ke lobby utama setelah system memastikan seluruh objek didalam ruangan tersebut sudah berhasil diselesaikan oleh pemain.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

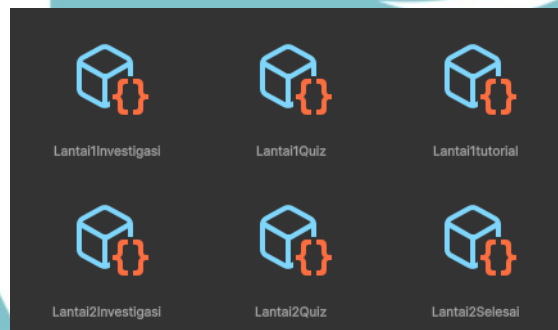
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 24 Visualisasi Panel Quest Tracker

Saat berada di lobby utama, panel akan menampilkan deskripsi dan progres dari Misi Utama. Sebaliknya, saat pemain memasuki ruangan, fungsi ini akan secara otomatis mengubah tampilan informasi mengikuti target Misi Ruang yang spesifik. Melalui sinkronisasi ini, panel Quest Tracker dapat menyajikan instruksi yang akurat, visualisasi ikon tugas yang relevan, serta status bar progres yang membantu pemain memantau pencapaian pembelajaran mereka selama permainan berlangsung.

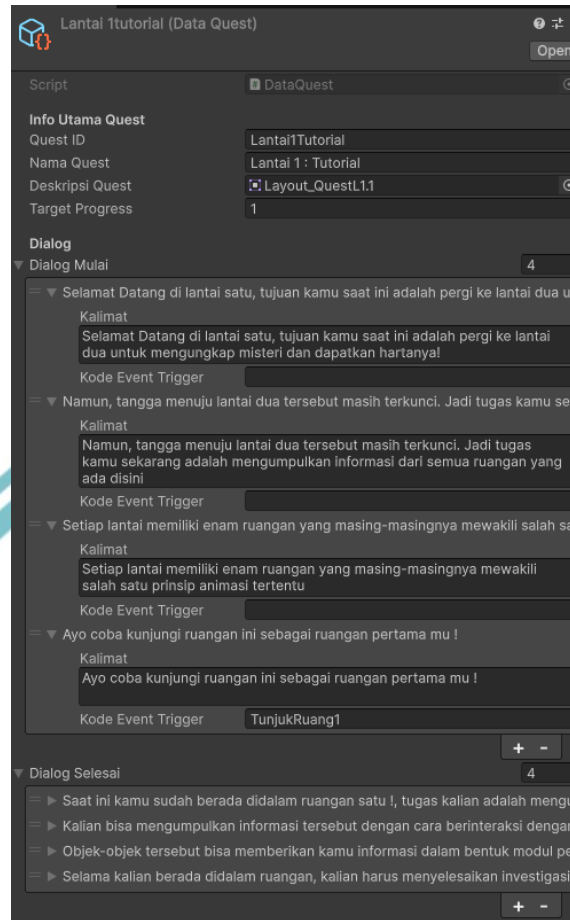


Gambar 4. 25 Scriptable Object Data Misi Utama

Data konfigurasi narasi dan target capaian dari kedua hierarki misi tersebut diimplementasikan menggunakan arsitektur *Scriptable Object Unity*. Melalui pendekatan ini, penulis dapat melakukan modularisasi konten instruksional tanpa harus mengubah struktur kode program utama. Contoh struktur data dan visualisasi dari konfigurasi *Scriptable Object* untuk Misi Utama dan Misi Ruang beserta rentetan isi dialognya ditunjukkan pada gambar berikut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 26 Inspector Terkait Scriptable Object DataQuest

Penyampaian misi dan alur pembelajaran di dalam permainan disampaikan kepada pemain melalui parameter-parameter fungsional berikut:

- a) Setiap berkas menyimpan string pengenalan seperti Lantai1Tutorial yang berfungsi sebagai kunci registrasi data pada memori lokal PlayerPrefs. Parameter namaQuest akan ditarik oleh fungsi UpdateUI() untuk ditampilkan langsung sebagai judul instruksi pada panel Quest Tracker beserta asset gambar untuk deskripsinya.
- b) Variabel numerik Target Progres ini menentukan ambang batas yang harus dipenuhi pemain. Variabel ini bernilai 1 untuk beberapa misi utama seperti tutorial dan quiz, bernilai 2 untuk misi ruangan, dan bernilai 6 untuk misi utama terkait investigasi ruangan.
- c) Parameter dialogMulai & dialogSelesai berisi teks narasi instruksional untuk memandu pemain, di mana dialogMulai berfungsi memberikan instruksi atau

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

cerita saat misi baru aktif sedangkan dialogSelesai akan dipicu sebagai umpan balik penyelesaian target misi tersebut.

- d) *kodeEventTrigger* ini mengintegrasikan string kode khusus pada baris dialog tertentu. Kode ini dibaca oleh skrip *MainDialogManager.cs* untuk mengirimkan sinyal visual lewat *UIHighlighter*, sehingga elemen objek 3D atau tombol antarmuka yang dimaksud dalam narasi akan memancarkan efek sorotan visual.

Melalui integrasi arsitektur *Scriptable Object* ini, seluruh misi edukasi mengenai 12 prinsip dasar animasi dapat disajikan dalam bentuk narasi kronologis yang interaktif.

3. Prosedur Narasi Akhir dan Keluar Scene

Setelah seluruh materi pada ruangan prinsip animasi berhasil diinvestigasi, pemain diarahkan menuju area transisi untuk menempuh misi evaluasi akhir berupa kuis. Berdasarkan program pada skrip *QuizManager.cs*, prosedur penutupan *scene* setelah kuis dinyatakan lulus dibagi menjadi dua mekanisme berdasarkan lantai level yang sedang aktif.

```
private void QuizBerhasilPindah(string tujuan) {
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Nilai", nilaiAkhirPemain);
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Percobaan", jumlahPercobaan);
    if(QuestManager.Instance!=null) QuestManager.Instance.SaveProgress();
    PlayerPrefs.SetInt(SceneManager.GetActiveScene().name, 1); PlayerPrefs.Save();
    if(tujuan == namaSceneLantai2 && videoIntro != null) StartCoroutine(TransisiVideoLantai2(tujuan));
    else SceneManager.LoadScene(tujuan);
}

1 reference
private IEnumerator TransisiVideoLantai2(string tujuan) {
    bool fDone = false;
    GeneralUIManager.Instance.DoFadeOut(()=>fDone = true);
    yield return new WaitUntil(()=>fDone);
    AudioManager.Instance.StopBGM();
    if(panelVideo) panelVideo.SetActive(true);
    videoIntro.source = VideoSource.Url;
    videoIntro.url = Application.streamingAssetsPath + "/" + videoFileName;
    videoIntro.Prepare(); yield return new WaitUntil(()=>videoIntro.isPrepared);
    videoIntro.Play(); yield return new WaitUntil(()=>videoIntro.isPlaying);
    fDone = false;
    GeneralUIManager.Instance.DoFadeIn(()=>fDone = true); yield return new WaitUntil(()=>fDone);
    yield return new WaitUntil(()=>!videoIntro.isPlaying);
    fDone = false;
    GeneralUIManager.Instance.DoFadeOut(()=>fDone = true); yield return new WaitUntil(()=>fDone);
    SceneManager.LoadScene(tujuan);
}
```

Gambar 4. 27 Fungsi Terkait Penyelesaian Kuis Lantai 1

Jika pemain berhasil menyelesaikan kuis pada Lantai 1, sistem akan mengaktifkan opsi navigasi lanjutan melalui fungsi *QuizBerhasilPindah()*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 28 Panel Video dengan Cutscene Awal Lantai 2

Pemain dapat memilih untuk langsung memuat *scene* tingkat berikutnya (Lantai2) yang diawali dengan pemutaran video transisi asinkron via *StreamingAssets*, atau memilih opsi kembali ke halaman MainMenu.

```
private void QuizBerhasil() {
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Nilai", nilaiAkhirPemain);
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Percobaan", jumlahPercobaan); PlayerPrefs.Save();
    if(QuestManager.Instance!=null) QuestManager.Instance.SaveProgress();
    if(InGameMenuManager.Instance!=null) InGameMenuManager.Instance.HideBtnMenu(false);
    panelHasilArea.SetActive(false); gameObject.SetActive(false);
    if(bendaPemicu != null) bendaPemicu.SelesaikanQuest();
}
```

Gambar 4. 29 Fungsi Terkait Penyelesaian Kuis Lantai 2

Berbeda dengan lantai pertama, kelulusan kuis pada Lantai 2 tidak langsung mengarahkan pemain ke halaman perpindahan *scene* secara konvensional. Pemain harus menekan tombol selesai lulus yang akan mengeksekusi metode *QuizBerhasil()*, yang bertugas menutup seluruh panel evaluasi dan menyelesaikan misi pada objek pemicu di dalam ruangan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

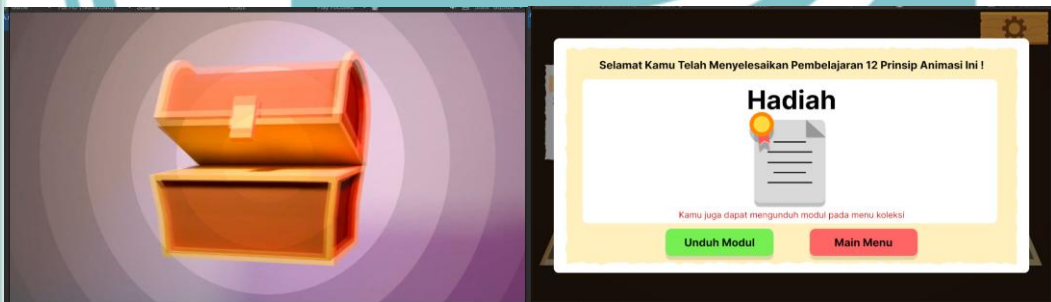
```
void Awake() {
    if(btnUnduh!=null) btnUnduh.onClick.AddListener(()=> Application.OpenURL(urlWeb));
    if(btnMenu!=null) btnMenu.onClick.AddListener(KembaliKeMenu);
    if(vPlayer!=null) vPlayer.loopPointReached += SelesaiVideo;
}

no commands
void OnDestroy() { if(vPlayer!=null) vPlayer.loopPointReached -= SelesaiVideo; }
no commands
public void MulaiOutro() {
    QuizManager.Instance.panelKuisArea.SetActive(false); QuizManager.Instance.panelHasilArea.SetActive(false);
    QuizManager.Instance.panelPopupGagal.SetActive(false);
    gameObject.SetActive(true); panelAkhir.SetActive(false); panelVideo.SetActive(true);
    if (vPlayer != null) {
        string videoPath = System.IO.Path.Combine(Application.streamingAssetsPath, namaFileVideo);
        vPlayer.url = videoPath;
        vPlayer.Play();
    } else SelesaiVideo(null);
}

no commands
private void SelesaiVideo(VideoPlayer vp) { panelVideo.SetActive(false); panelAkhir.SetActive(true); }
no commands
private void KembaliKeMenu() {
    PlayerPrefs.SetInt(SceneManager.GetActiveScene().name, 1);
    PlayerPrefs.Save();
    SceneManager.LoadScene("MainMenu");
}
```

Gambar 4. 30 Skrip OutroManager.cs

Dengan begitu pemain dapat melanjutkan misi terakhir pada level 2 dengan cara mengakses area transisi Kembali, skrip OutroManager.cs akan berjalan untuk memutar video *outro* penutup permainan secara utuh.



Gambar 4. 31 Video Intro dan Panel Selesai

Setelah video tersebut selesai diputar pemain diberikan hak akses unduh rangkuman materi dan tombol final untuk menutup aplikasi menuju *scene* Main Menu.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 32 Tampilan Panel Pilih Lantai Ketika Permainan Selesai

Seluruh data nilai akhir dan rekaman jumlah percobaan pemain akan disimpan secara otomatis ke dalam PlayerPrefs sebelum perpindahan *scene* dieksekusi. Sehingga Panel Pilih Lantai pada *scene* mainmenu juga akan terbaru.

4.3.3. Sistem Interaksi *Point and Click*

Sistem navigasi dan eksekusi tindakan di dalam permainan sepenuhnya mengandalkan metode interaksi *point-and-click* yang dikelola oleh skrip *InteractionManager.cs*. Skrip ini mengimplementasikan pola desain *Singleton* untuk menjamin arsitektur manajer tunggal yang dapat diakses secara global oleh komponen lain tanpa tumpang tindih. Secara teknis, sistem ini memanfaatkan modul komponen *Unity Input System* modern dan algoritma *Raycasting 3D* untuk mendeteksi koordinat kursor pemain di layar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void Update() {
    if(Mouse.current != null) {
        CekHoverKursor();
        if(Mouse.current.leftButton.wasPressedThisFrame && (EventSystem.current == null || !EventSystem.current.IsPointerOverGameObject())) PerformRaycast();
    }
}
1 reference
void CekHoverKursor() {
    if(EventSystem.current != null && EventSystem.current.IsPointerOverGameObject()) { HapusHover(); return; }
    Ray ray = Camera.allCameras[0].ScreenPointToRay(Mouse.current.position.ReadValue());
    if(Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hit, 100f, interactableLayer)) {
        InteractableObject obj = hit.collider.GetComponent<InteractableObject>();
        if(obj != null && !(obj.sudahDiselesaikan && obj.offOutlineSelesai)) {
            if(objekTerhoverSaatIni != obj) { HapusHover();
                objekTerhoverSaatIni = obj; objekTerhoverSaatIni.HoverVisual(true); }
            } else HapusHover();
        } else HapusHover();
    }
}
1 reference
void PerformRaycast() {
    Ray ray = Camera.allCameras[0].ScreenPointToRay(Mouse.current.position.ReadValue());
    if(Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hit, 100f, interactableLayer)) {
        InteractableObject obj = hit.collider.GetComponent<InteractableObject>();
        if(obj != null && !(obj.sudahDiselesaikan && obj.offOutlineSelesai)) { HapusHover(); obj.OnInteract(); }
    }
}
5 references
void HapusHover() { if(objekTerhoverSaatIni != null) {
    objekTerhoverSaatIni.HoverVisual(false); objekTerhoverSaatIni = null; } }
```

Gambar 4. 33 Skrip InteractionManager.cs

Melalui fungsi Update(), sistem memvalidasi posisi kursor dengan. Jika kursor berada di atas elemen visual UI, deteksi objek di latar belakang otomatis dihentikan. Fungsi CekHoverKursor() memancarkan sinar imajiner (Ray) dari kamera utama menuju koordinat kursor pada lapisan interactableLayer. Jika mengenai komponen collider objek interaktif yang valid, fungsi HoverVisual(true) dipicu untuk mengaktifkan outline penanda, sementara objek lama yang sudah tidak tersorot akan dibersihkan melalui HapusHover().

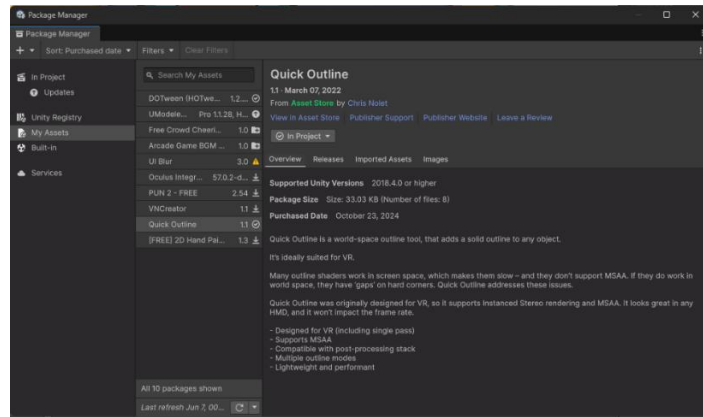
Saat pemain menekan tombol kiri mouse, fungsi PerformRaycast() dipicu untuk memancarkan kembali sinar raycast ke koordinat target. Jika mendeteksi objek interaktif yang sah, sistem langsung mengeksekusi metode OnInteract() milik skrip InteractableObjects.cs pada objek tersebut untuk memicu aksi permainan serta memanggil fungsi HapusHover() guna membersihkan memori sorotan kursor.

4.3.4. Sistem *Interactable Objects*

Sistem interaksi utama di dalam lingkungan permainan menggunakan metode point-and-click yang dikendalikan secara terpusat melalui skrip InteractableObject.cs. Skrip ini berfungsi untuk mengatur logika perilaku objek interaktif, batasan akses ruangan, serta memicu transisi UI modul maupun skenario tantangan berdasarkan status progresi pemain.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 34 Unity Asset "Quick Outline"

Untuk meningkatkan aspek discoverability dan memberikan penanda visual yang jelas kepada pemain, sistem ini mengintegrasikan aset pihak ketiga dari Unity Asset Store bernama Quick Outline. Integrasi ini diimplementasikan ke dalam komponen objek melalui logika operasional sebagai berikut:

```
void Start() {
    if(!string.IsNullOrEmpty(questID) && PlayerPrefs.GetInt(prefixScene + "QuestComp_" + questID, 0) == 1) sudahDiselesaikan = true;
    if(modeInteraksi == TipeInteraksi.PindahRuangan || modeInteraksi == TipeInteraksi.FinalScenario) {
        portalRenderer = GetComponent<MeshRenderer>();
        if(portalRenderer != null) { portalMaterial = portalRenderer.material; if(portalMaterial != null) portalMaterial.color = hoverDefault; }
    } else {
        outlineKomponen = gameObject.AddComponent<Outline>();
        outlineKomponen.OutlineMode = Outline.Mode.OutlineVisible; outlineKomponen.OutlineWidth = ketebalanOutline;
        if(sudahDiselesaikan && offOutlineSelesai) outlineKomponen.enabled = false;
        else if(!string.IsNullOrEmpty(IDRuanganPemilik)) outlineKomponen.enabled = false;
    }
}

2 references
private void OutlineVisibility(string roomID) {
    if(modeInteraksi == TipeInteraksi.PindahRuangan || modeInteraksi == TipeInteraksi.FinalScenario) return;
    if(!string.IsNullOrEmpty(IDRuanganPemilik)) {
        if(IDRuanganPemilik == roomID) {
            if(sudahDiselesaikan && offOutlineSelesai) outlineKomponen.enabled = false;
            else { outlineKomponen.enabled = true; HoverVisual(false); }
        } else outlineKomponen.enabled = false;
    }
}

3 references
public void HoverVisual(bool isHovered) {
    if(isHovered && ((!isObjectLobby && CameraManager.Instance.idRuanganAktif != IDRuanganPemilik) ||
    (isObjectLobby && CameraManager.Instance.idRuanganAktif != ""))) return;
    if(modeInteraksi == TipeInteraksi.PindahRuangan || modeInteraksi == TipeInteraksi.FinalScenario) {
        portalMaterial.color = isHovered ? hoverGlow : hoverDefault; ThumbnailVisual(isHovered);
    } else if(outlineKomponen.enabled) outlineKomponen.OutlineColor = isHovered ? outlineColor : outlineIdle;
}
```

Gambar 4. 35 Fungsi Terkait Visual Outline Objek dan Hover Ruangan

Aturan visual komponen outline dikondisikan secara otomatis melalui fungsi Start(). Pada objek bertipe materi atau skenario, sistem akan menambahkan komponen Outline secara dinamis dengan parameter ketebalan outline. Sebaliknya, jika objek bertipe perpindahan ruang, visualisasi umpan balik dikendalikan menggunakan manipulasi material warna dasar komponen MeshRenderer.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 36 Visual Ketika Ruang Dihover dan Objek Dihover

Respons visual saat kursor tikus menyorot objek interaktif dikendalikan melalui fungsi `HoverVisual(bool isHovered)`. Sistem akan mendeteksi posisi kamera aktif pemain untuk memastikan kesesuaian lokasi; jika kondisi valid, warna outline akan berubah secara dinamis. Fungsi ini juga memicu aktivasi visual thumbnail preview sebagai representasi grafis sekaligus material lantai dari area target.

```
public void OnInteract() {
    if(sudahDiselesaikan && offOutlineSelesai && modeInteraksi != TipeInteraksi.FinalScenario) return;
    if(!isObjectLobby && CameraManager.Instance.idRuangAktif != IDRuangPemilik || (isObjectLobby && CameraManager.Instance.idRuangAktif != "")) return;
    switch(modeInteraksi) {
        case TipeInteraksi.PindahRuang:
            if((QuestManager.Instance.QAktif == 0 && !string.IsNullOrEmpty(tutorRuang) && targetRoomID != tutorRuang) {
                ThumbnailVisual(false); GeneralUIManager.Instance.MunculkanPeringatan("Akses Ditolak!"); return;
            }
            ThumbnailVisual(false);
            CameraManager.Instance.PindahCamRuang(namaKameraTujuan, targetRoomID, () => {
                if (!string.IsNullOrEmpty(questID) && !sudahDiselesaikan) SelesaikanQuest();
            });
            break;
        case TipeInteraksi.FinalScenario:
            ThumbnailVisual(false);
            if(!sudahDiselesaikan) {
                if(QuestManager.Instance.QAktif >= QuestManager.Instance.listQutama.Count - 2) {
                    QuizManager manajerFinal = canvasTarget.GetComponentInChildren<QuizManager>(true);
                    if(manajerFinal != null) { manajerFinal.bendaPemicu = this; manajerFinal.SetupQuiz(); canvasTarget.SetActive(true); }
                } else GeneralUIManager.Instance.MunculkanPeringatan("Kumpulkan seluruh informasi terlebih dahulu!");
            } else {
                OutroManager outro = canvasTarget.GetComponentInChildren<OutroManager>(true);
                if(outro != null) { canvasTarget.SetActive(true); outro.MulaiOutro(); }
                else { PlayerPrefs.SetInt(SceneManager.GetActiveScene().name, 1); PlayerPrefs.Save(); SceneManager.LoadScene("MainMenu"); }
            }
            break;
        case TipeInteraksi.ModulMateri: if(dataModul != null) GeneralUIManager.Instance.BukaUIModul(this); break;
        case TipeInteraksi.OpenScenario:
            var s1 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Simulasi1Bola>(true); if(s1 != null) { s1.bendaPemicu = this; s1.SetupSimulasi(); }
            var s2 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Puzzle2Anticipation>(true); if(s2 != null) { s2.bendaPemicu = this;
            var s3 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Puzzle3Staging>(true); if(s3 != null) { s3.bendaPemicu = this; s3.SetupPuzzle(); }
            var s4 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Simulasi4SAPtP>(true); if(s4 != null) { s4.bendaPemicu = this;
            var s5 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Simulasi5FTOA>(true); if(s5 != null) { s5.bendaPemicu = this; s5.SetupSimulasi(); }
            var s6 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Simulasi6Mobil>(true); if(s6 != null) { s6.bendaPemicu = this; s6.SetupSimulasi(); }
            var s7 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Simulasi7Arcs>(true); if(s7 != null) { s7.bendaPemicu = this; s7.SetupSimulasi(); }
            var s8 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Puzzle8SecondaryAction>(true); if(s8 != null) { s8.bendaPemicu = this; s8.SetupPuzzle(); }
            var s9 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Puzzle9TimingSpacing>(true); if(s9 != null) { s9.bendaPemicu = this; s9.SetupPuzzle(); }
            var s10 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Simulasi10Exaggeration>(true); if(s10 != null) { s10.bendaPemicu = this; s10.SetupSimulasi(); }
            var s11 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Puzzle11SolidDrawing>(true); if(s11 != null) { s11.bendaPemicu = this; s11.SetupPuzzle(); }
            var s12 = canvasTarget.GetComponentInChildren<Puzzle12Appeal>(true); if(s12 != null) { s12.bendaPemicu = this; s12.SetupPuzzle(); }
            canvasTarget.SetActive(true); break;
    }
}
```

Gambar 4. 37 Fungsi Utama Skrip InteractableObjects.cs

Ketika pemain melakukan klik kiri pada objek interaktif, fungsi `OnInteract()` akan mengevaluasi tipe interaksi objek tersebut melalui struktur keputusan switch-case:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. PindahRuangan: Memvalidasi status tutorial pemain sebelum mengizinkan CameraManager melakukan perpindahan sudut pandang kamera menuju ruangan target.
2. ModulMateri: Mengirimkan instruksi ke komponen GeneralUIManager untuk membuka antarmuka buku digital atau poster pembelajaran.
3. OpenScenario: Mengidentifikasi komponen simulasi atau teka-teki terkait (Skenario 1 hingga Skenario 12) lalu mengaktifkan canvas skenario interaktif yang dituju.
4. FinalScenario: Memeriksa kelengkapan seluruh informasi ruangan pada lantai terkait; jika prasyarat terpenuhi, sistem akan memicu pembukaan panel kuis evaluasi akhir.

```

public void SelesaikanQuest() {
    if(!sudahDiselesaikan) {
        string idLaporan = !string.IsNullOrEmpty(IDRuanganPemilik) ? IDRuanganPemilik : questID;
        if(!string.IsNullOrEmpty(idLaporan)) GameEvents.OnObjectProgress?.Invoke(idLaporan);
        sudahDiselesaikan = true;
    }
    if(offOutlineSelesai && outlineKomponen != null) outlineKomponen.enabled = false;
}

```

Gambar 4. 38 Fungsi Penyimpanan Progres Objek

Setelah interaksi berhasil diselesaikan secara penuh, fungsi SelesaikanQuest() akan mengubah status bendera logika sudahDiselesaikan menjadi bernilai benar (true) dan menonaktifkan komponen outline secara permanen.

4.3.4.1. Modul Pembelajaran



Gambar 4. 39 Objek Modul Tipe Buku dan Poster

Modul pembelajaran diimplementasikan sebagai media penyampaian teori prinsip animasi yang dapat diakses pemain melalui interaksi langsung dengan objek di dalam ruangan. Sistem ini dirancang untuk mendukung dua tipe format visual yaitu

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

tipe Buku dan tipe Poster, yang masing-masing memiliki karakteristik interaksi unik untuk memvalidasi progres pembelajaran pemain.

```
public void BukaUIModul(InteractableObject objekModul) {
    modulAktifSaatIni = objekModul;
    if (objekModul.dataModul.tipeModul == TipeModul.Buku) {
        panelBukuUtama.SetActive(true);
        tombolTutupModul.SetActive(false);
        if (!objekModul.sudahDiselesaikan) {
            displayCover.gameObject.SetActive(true);
            displayCover.sprite = objekModul.dataModul.gambarCover;
            instruksiSwipe.SetActive(true);
            displayIsiModul.gameObject.SetActive(false);
        }
        else TampilkanIsiBuku();
    }
    else if (objekModul.dataModul.tipeModul == TipeModul.Poster) {
        imagePosterKonten.sprite = objekModul.dataModul.gambarPoster;
        scrollRectPoster.verticalNormalizedPosition = 1f;
        panelPosterUtama.SetActive(true);
        if (objekModul.sudahDiselesaikan) tombolTutupModul.SetActive(true);
    }
}
```

Gambar 4. 40 Fungsi Buka Panel Modul

Proses kemunculan antarmuka modul dipicu saat pemain melakukan klik pada objek interaktif dengan kategori ModulMateri. Skrip InteractableObject.cs akan mengirimkan referensi data ScriptableObject modul tersebut ke fungsi BukaUIModul() pada GeneralUIManager.cs. Sistem kemudian melakukan pengecekan terhadap status penyelesaian objek.

```
private void OnPosterDiScroll(Vector2 posisiScroll) {
    if (modulAktifSaatIni != null && modulAktifSaatIni.dataModul.tipeModul == TipeModul.Poster) {
        if (!modulAktifSaatIni.sudahDiselesaikan && posisiScroll.y <= 0.05f) {
            tombolTutupModul.SetActive(true);
            modulAktifSaatIni.SelesaikanQuest();
        }
    }
}

1 reference
public void EventSwipeBerhasil() {
    if (modulAktifSaatIni != null && !modulAktifSaatIni.sudahDiselesaikan) {
        TampilkanIsiBuku();
        modulAktifSaatIni.SelesaikanQuest();
    }
}

2 reference
```

Gambar 4. 41 Fungsi Interaksi Modul pada GeneralUIManager.cs

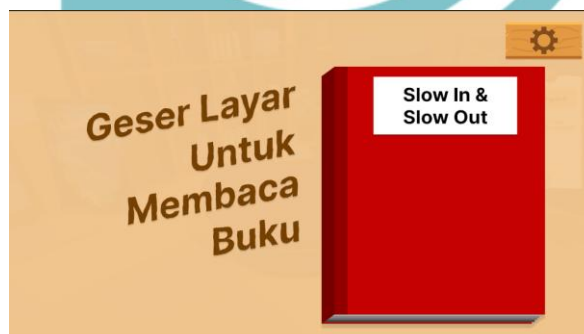
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public class SwipeBuku : MonoBehaviour, IBeginDragHandler, IEndDragHandler, IDragHandler
{
    1 reference
    private float jarakMinimalSwipe = 30f;
    2 references
    private Vector2 posisiAwalDrag;
    0 references
    public void OnDrag(PointerEventData eventData) { }
    0 references
    public void OnBeginDrag(PointerEventData eventData) => posisiAwalDrag = eventData.position;
    0 references
    public void OnEndDrag(PointerEventData eventData)
    {
        Vector2 arahGeser = eventData.position - posisiAwalDrag;
        if (arahGeser.magnitude > jarakMinimalSwipe) {
            if (Mathf.Abs(arahGeser.x) > Mathf.Abs(arahGeser.y) && arahGeser.x < 0)
                GeneralUIManager.Instance.EventSwipeBerhasil();
        }
    }
}
```

Gambar 4. 42 Sistem Swipe Untuk Interaksi Modul Buku

Pemain diwajibkan melakukan interaksi fisik tertentu pada antarmuka modul untuk dapat menyelesaikan misi ruangan dan menambah progres pada Quest Tracker. Mekanisme validasi penyelesaian dibedakan berdasarkan tipenya.

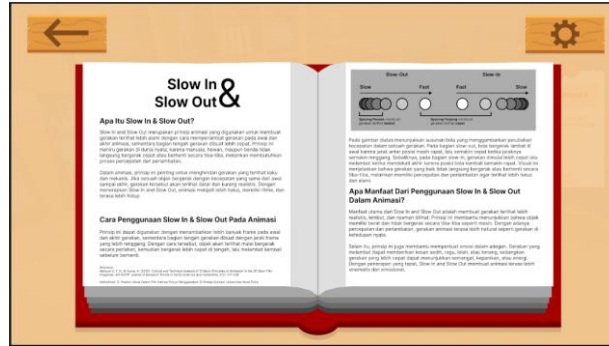


Gambar 4. 43 Tampilan Panel Modul Cover Buku

Untuk modul yang memakai tipe buku, pada kunjungan pertama akan menampilkan sampul buku dan instruksi geser. Pemain harus melakukan aksi geser ke kiri menggunakan skrip SwipeBuku.cs yang mendeteksi arah tarikan kursor minimal sejauh 30 unit.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 44 Tampilan Panel Modul Isi Buku

Jika berhasil, fungsi EventSwipeBerhasil() akan dipicu untuk menampilkan isi materi, mengaktifkan tombol tutup, serta mengeksekusi metode SelesaikanQuest() untuk menambah progres misi utama.



Gambar 4. 45 Tampilan Panel Modul Poster

Tipe Modul Poster: Antarmuka akan menampilkan konten infografis dalam komponen ScrollRect. Pemain diharuskan melakukan aktivitas membaca dengan menggulirkan (scrolling) konten hingga mencapai batas bawah poster. Melalui fungsi OnPosterDiScroll(), sistem memvalidasi jika posisi vertikal gulir sudah berada pada nilai yang mendekati 0, maka tombol tutup akan muncul dan status misi pemain akan diperbarui menjadi selesai.

4.3.4.2. Skenario Simulasi Pantulan Bola

Skenario Simulasi Pantulan Bola dirancang untuk memvisualisasikan implementasi prinsip animasi Squash and Stretch secara langsung. Melalui simulasi ini, pemain dapat bereksperimen mengubah nilai elastisitas objek bola.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public void SetupSimulasi() {
    kameraPemain = Camera.main; QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
    kekuatanPantulOtomatis = Mathf.Sqrt(2f * Mathf.Abs(gravitasi) * (batasYTertinggi - batasYTerendah));
    posisiYSaatIni = batasYTertinggi; kecepatanY = 0f; sedangMenyentuhLantai = false; pantulanTerhitung = 0;
    pivotSkalaBola.localScale = Vector3.one;
    rootBola.gameObject.SetActive(true);
    rootBola.localPosition = new Vector3(rootBola.localPosition.x, posisiYSaatIni, rootBola.localPosition.z);
    sliderSquash.value = 0f; sliderSquash.interactable = true;
    step = bendaPemicu.sudahDiselesaikan ? 4 : 0; UpdateStep();
    kameraPemain.gameObject.SetActive(false); kameraSimulasi.gameObject.SetActive(true);
}
3 references
private void UpdateStep() {
    areaImageUtama.gameObject.SetActive(step < 4); displayImage.gameObject.SetActive(step < 4);
    panelSlider.SetActive(step >= 2); tombolClose.gameObject.SetActive(step >= 4);
    if(step == 0) { displayImage.sprite = image1; areaImageUtama.interactable = true; }
    else if(step == 1) { displayImage.sprite = image2; }
    else if(step == 2) {
        displayImage.sprite = image3; areaImageUtama.interactable = false;
        StartCoroutine(UIHighlighter.Instance.HighlightSequence(targetslicer1, 1.5f));
    }
}
0 references
public void NextStep() { if(step == 0 || step == 1) { step++; UpdateStep(); } }
```

Gambar 4. 46 Inisiasi Awal Simulasi pada Skrip Simulasi1Bola.cs

Saat pemain pertama kali berinteraksi dengan objek simulasi, fungsi SetupSimulasi() akan dipicu untuk menonaktifkan sementara panel pelacak tugas utama dan mengalihkan sudut pandang kamera aktif ke kameraSimulasi.



Gambar 4. 47 Tampilan Awal Simulasi Bola Pantul

Untuk memandu pemain yang baru pertama kali bermain, sistem mengaktifkan menampilkan petunjuk visual instruksi secara sekuensial melalui pembagian tahapan (step). Pemain harus mengeklik area gambar petunjuk tersebut untuk lanjut ke petunjuk selanjutnya. Selama fase instruksi awal ini berjalan, komponen panelSlider dinonaktifkan dan aktif ketika panduan ke-3 dimulai.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

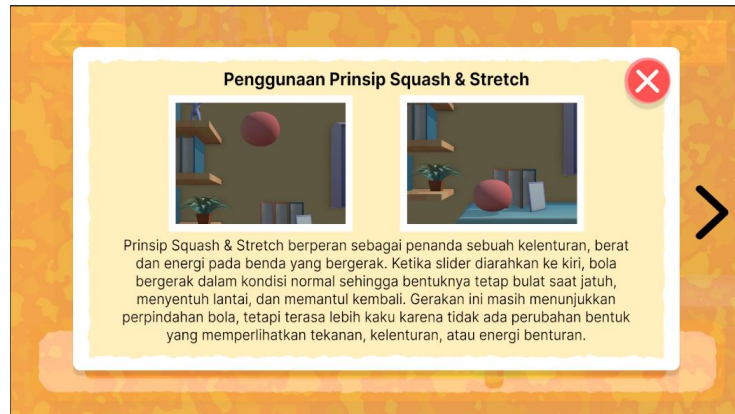
```
void Update() {
    float nilaiSlider = sliderSquash.value;
    if(step == 2 && nilaiSlider >= targetNilaiSlider) step = 3;
    if(sedangMenyentuhLantai) {
        timerBenturan -= Time.deltaTime;
        float gegengY = Mathf.Max(0.1f, 1f - (maksimalSquash * nilaiSlider));
        float lebarXZ = 1f + (maksimalSquash * nilaiSlider);
        pivotSkalaBola.localScale = Vector3.Lerp(pivotSkalaBola.localScale,
        new Vector3(lebarXZ, gegengY, lebarXZ), Time.deltaTime * 30f);
        if(timerBenturan <= 0f) {
            sedangMenyentuhLantai = false; kecepatanY = kekuatanPantulOtomatis;
            if(step == 3) {
                pantulanTerhitung++;
                if(pantulanTerhitung >= jumlahPantulanTunggu) {
                    step = 4; UpdateStep(); InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(dataInfoAkhir);
                }
            }
        } else {
            kecepatanY += gravitasi * Time.deltaTime; posisiYSaatIni += kecepatanY * Time.deltaTime;
            if(posisiYSaatIni <= batasYTerendah) {
                posisiYSaatIni = batasYTerendah; sedangMenyentuhLantai = true;
                timerBenturan = maksimalDurasiBenturan * nilaiSlider; kecepatanY = 0f;
            }
        }
        rootBola.localPosition = new Vector3(rootBola.localPosition.x, posisiYSaatIni, rootBola.localPosition.z);
        float rasioKecepatan = Mathf.Clamp(Mathf.Pow(Mathf.Abs(kecepatanY) / Mathf.Max(0.1f, kekuatanPantulOtomatis), 2f), 0f, 1.5f);
        float stretchY = Mathf.Max(0.2f, 1f + (rasioKecepatan * maksimalStretch * nilaiSlider));
        float kurusXZ = Mathf.Max(0.2f, 1f - (rasioKecepatan * maksimalStretch * 0.5f) * nilaiSlider);
        pivotSkalaBola.localScale = Vector3.Lerp(pivotSkalaBola.localScale,
        new Vector3(kurusXZ, stretchY, kurusXZ), Time.deltaTime * 15f);
    }
}
```

Gambar 4. 48 Fungsi Utama Simulasi Bola Pantul

Sistem menjalankan perhitungan kalkulasi fisika secara prosedural di dalam fungsi Update(). Apabila bola berada dalam kondisi, nilai kecepatanY akan terus dipengaruhi oleh variabel gravitasi untuk memanipulasi posisi koordinat vertikal bola. Efek deformasi visual dihitung secara dinamis berdasarkan rasio kecepatan jatuh bola menggunakan fungsi matematika kuadratik (rasioKecepatan). Perhitungan ini menghasilkan efek pemanjangan bentuk layaknya prinsip “Stretch” saat bola bergerak mendekati lantai Ketika objek menyentuh batas rendah, kondisi berubah menjadi benturan. Pada momen sepersekian detik ini, nilai deformasi visual dibalik menggunakan variabel sliderSquash untuk menghasilkan efek pendataran objek layaknya prinsip “Squash” berdasarkan nilai preferensi input yang diatur oleh pemain. Komponen skala objek kemudian diperbarui secara halus menggunakan fungsi Vector3.Lerp dengan faktor pengali Time.deltaTime * 15f untuk menghasilkan transisi perubahan wujud yang organik.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 49 Panel Informasi Terkait Squash And Stretch

Mekanisme pencatatan progres misi dikendalikan oleh fungsi penghitung pantulan otomatis. Begitu akumulasi jumlah pantulan telah mencapai 2, sistem mengidentifikasi bahwa aktivitas eksperimen pemain telah terpenuhi. Dampak langsung dari tercapainya kondisi selesai ini adalah sistem mengubah fase simulasi ke tahap akhir, memicu pemanggilan fungsi `UpdateStep()`, serta mengeksekusi `InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(dataInfoAkhir)` untuk memunculkan panel informasi edukasi rangkuman teori Squash and Stretch. Bersamaan dengan itu, objek tombol penutup akan diaktifkan secara otomatis pada antarmuka layar, memberi hak akses bagi pemain untuk menutup canvas simulasi serta mengirimkan data progres ke `QuestManager` melalui skrip `bendaPemicu.SelesaikanQuest()`.

4.3.4.3. Skenario Puzzle Memilih Kartu Antisipasi

Skenario teka-teki ini dirancang untuk menguji pemahaman pemain mengenai prinsip animasi *Anticipation*. Melalui mekanik *drag-and-drop* kartu, pemain ditantang untuk menganalisis dan menentukan *frame* gerakan yang bertindak sebagai fase antisipasi yang tepat sebelum suatu aksi utama terjadi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void Awake() {
    btnReplayChat.onClick.AddListener(PlaySekuensChat); btnTutupPuzzle.onClick.AddListener(TutupCanvasPuzzle);
    canvasGroupChat = displayChat.GetComponent<CanvasGroup>();
    if(canvasGroupChat == null) canvasGroupChat = displayChat.gameObject.AddComponent<CanvasGroup>();
}
0 references | 0 Unity Message
void Start() {
    warnaSlotAsli = slotKosong.color;
    foreach(DragcardAnticipation kartu in daftarKartu) kartu.manager = this;
    btnPlay.onClick.AddListener(BukaPanelAnimasi); btnLayarSentuh.onClick.AddListener(ProsesKlikLayarAnimasi);
    panelAnimasiGroup = panelAnimasi.GetComponent<CanvasGroup>();
    if(panelAnimasiGroup == null) panelAnimasiGroup = panelAnimasi.AddComponent<CanvasGroup>();
    videoPlayer.prepareCompleted += (vp) => {
        displayAnimasi.texture = vp.texture; displayAnimasi.color = Color.white;
        vp.Play(); vp.Pause(); StartCoroutine(TransisiFadeInAnimasi());
    };
    videoPlayer.loopPointReached += OnVideoSelesai; videoPlayer.playOnAwake = false; videoPlayer.waitForFirstFrame = true;
}
0 references | 0 Unity Message
void OnEnable() { ResetPuzzle(); PlaySekuensChat(); }
2 references
private void PlaySekuensChat() {
    if(chatIntroImages.Length == 0) return;
    if(sekuensChat != null && sekuensChat.IsActive()) sekuensChat.Kill();
    panelChatUtama.SetActive(true); sekuensChat = DOTween.Sequence();
    for(int i = 0; i < chatIntroImages.Length; i++) {
        int index = i;
        sekuensChat.AppendCallback(() => { displayChat.sprite = chatIntroImages[index];
        displayChat.rectTransform.anchoredPosition = new Vector2(displayChat.rectTransform.anchoredPosition.x, yTengah - 24); canvasGroupChat.alpha = 0f; });
        sekuensChat.Append(displayChat.rectTransform.DOFade(1f, durasiAnimasiChat).SetEase(Ease.OutQuad));
        sekuensChat.Join(canvasGroupChat.DOFade(1f, durasiAnimasiChat));
        sekuensChat.AppendInterval(waktuTahanChat);
        sekuensChat.Append(displayChat.rectTransform.DOFade(0f, durasiAnimasiChat).SetEase(Ease.InQuad));
        sekuensChat.Join(canvasGroupChat.DOFade(0f, durasiAnimasiChat));
    }
    sekuensChat.OnComplete(() => { canvasGroupChat.alpha = 0f; });
}
```

Gambar 4. 50 Inisiasi Awal Puzzle Anticipation

Saat objek pemicu *puzzle* diaktifkan, sistem akan menginisialisasi komponen melalui skrip *Puzzle2Anticipation.cs*.



Gambar 4. 51 Tampilan Puzzle Antisipasi

Tahapan awal dimulai dengan menampilkan narasi bermodel percakapan secara sekuensial menggunakan deretan gambar petunjuk yang muncul di area pojok kanan bawah. Disaat petunjuk tersebut bejalan, sistem juga membuka area utama permainan yang berisi sebuah slot kosong dan deretan kartu pilihan yang diatur oleh komponen skrip *DragcardAnticipation.cs*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public void OnBeginDrag(PointerEventData eventData) {
    posisiAwal = transform.position; parentAwal = transform.parent; indexAwal = transform.GetSiblingIndex();
    placeholder = new GameObject("Placeholder"); placeholder.transform.SetParent(parentAwal);
    LayoutElement le = placeholder.AddComponent<LayoutElement>(); RectTransform rect = GetComponent<RectTransform>();
    le.preferredWidth = rect.rect.width; le.preferredHeight = rect.rect.height; placeholder.transform.SetSiblingIndex(indexAwal);
    if(canvasUtama != null) { transform.SetParent(canvasUtama.transform); transform.SetAsLastSibling(); }
    canvasGroup.blocksRaycasts = false;
}
0 references
public void OnDrag(PointerEventData eventData) { transform.position = eventData.position; }
0 references
public void OnEndDrag(PointerEventData eventData) {
    canvasGroup.blocksRaycasts = true; bool suksesMasukSlot = false;
    if(eventData.pointerCurrentRaycast.gameObject != null && eventData.pointerCurrentRaycast.gameObject.CompareTag("SlotAnticipation")) {
        manager.TerimaKartuMasuk(this); suksesMasukSlot = true;
    }
    if(placeholder != null) Destroy(placeholder);
    transform.SetParent(parentAwal); transform.SetSiblingIndex(indexAwal); transform.position = posisiAwal;
    if(suksesMasukSlot) JadikanTransparan(true);
}
3 references
public void JadikanTransparan(bool transparan) { canvasGroup.alpha = transparan ? 0f : 1f; canvasGroup.blocksRaycasts = !transparan; }
```

Gambar 4. 52 Skrip DragcardAnticipation.cs

Saat pemain mulai menyeret kartu, sistem menciptakan objek penanda posisi secara dinamis pada tata letak agar susunan kartu lain tidak berantakan, lalu mematikan deteksi raycast kartu. Ketika kartu dilepaskan, sistem memvalidasi objek tujuan menggunakan deteksi Raycast. Jika kartu dilepaskan di atas area dengan tag "SlotAnticipation", skrip manager akan memicu fungsi TerimaKartuMasuk() untuk mengunci ID kartu tersebut, mengubah visual kartu menjadi transparan, dan mematikan panel pemilihan utama untuk beralih ke fase uji animasi.

```
private void BukaPanelAnimasi() {
    if(sekuensChat != null) sekuensChat.Kill();
    canvasGroupChat.alpha = 0f; panelAnimasi.SetActive(true); panelAnimasiGroup.alpha = 0f;
    teksInstruksi.text = teksVideoAwal; teksInstruksi.gameObject.SetActive(true);
    displayAnimasi.texture = null; displayAnimasi.color = Color.white; videoSelesaiDiputar = false;
    string namaKlipPilihan = TentukanVideo();
    if(!string.IsNullOrEmpty(namaKlipPilihan)) {
        videoPlayer.source = VideoSource.Url; videoPlayer.url = Application.streamingAssetsPath + "/" + namaKlipPilihan;
        videoPlayer.renderMode = VideoRenderMode.APIOnly; videoPlayer.Prepare();
    }
}
1 reference
private string TentukanVideo() {
    if(idKartuSaatIni == idJawabanBenar) return namaVideoBenar;
    if(idKartuSaatIni == 1) return namaVideoSalah1;
    return namaVideoSalah2;
}
1 reference
private IEnumerator TransisiFadeInAnimasi() {
    float durasiFade = 0.5f, waktu = 0f;
    while(waktu < durasiFade) { waktu += Time.unscaledDeltaTime;
        panelAnimasiGroup.alpha = Mathf.Lerp(0f, 1f, waktu / durasiFade); yield return null; }
    panelAnimasiGroup.alpha = 1f; panelPuzzle.SetActive(false);
}
1 reference
private void ProsesKlikLayarAnimasi() {
    if(videoPlayer.isPlaying) return;
    if(videoSelesaiDiputar) {
        if(idKartuSaatIni != idJawabanBenar) { ResetPuzzle(); TampilkanChatSalah(); }
    } else { teksInstruksi.gameObject.SetActive(false); videoPlayer.Play(); }
}
```

Gambar 4. 53 Fungsi Menampilkan Animasi dan Pengecekan Jawaban

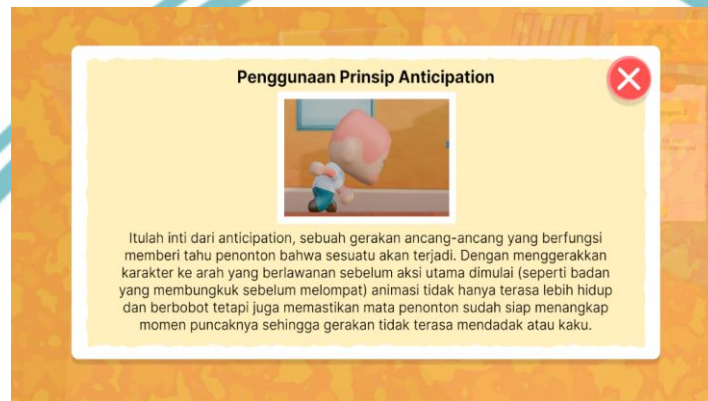
Fase pengujian logika dilakukan pada area panelAnimasi via media pemutar video. Sistem akan memuat berkas video secara dinamis dari folder *StreamingAssets* berdasarkan ID kartu yang dimasukkan oleh pemain. Saat pemain menyentuh layar,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

video demonstrasi gerakan akan diputar. Begitu durasi video mencapai akhir, fungsi validasi akan mengevaluasi kecocokan nilai antara idKartuSaatIni dengan idJawabanBenar

Jika ID kartu tidak cocok, sistem akan mengubah teks instruksi menjadi pesan kegagalan, dan menampilkan antarmuka tanggapan salah. Pemain diwajibkan untuk Kembali ke panel puzzle dan mengulang kembali proses analisis gerakan.



Gambar 4. 54 Tampilkan Panel Informasi Anticipation

Jika ID kartu cocok, sistem langsung mengeksekusi metode `bendaPemicu.SelesaikanQuest()` untuk mencatat progres misi pemain, memanggil `InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(dataInfoAkhir)` guna memunculkan panel rangkuman edukasi teori *Anticipation*, serta menutup keseluruhan *canvas puzzle*.

4.3.4.4. Skenario Puzzle Memotret Figuran



Gambar 4. 55 Tampilan Awal Puzzle Memotret Figuran

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Skenario *Puzzle* ini dirancang untuk menguji pemahaman pemain mengenai prinsip animasi *Staging*. Melalui mekanik manipulasi sudut pandang kamera, pencahayaan, dan penghindaran objek penghalang, pemain ditantang untuk menonjolkan subjek utama secara jelas agar fokus perhatian pengamat tidak terdistraksi oleh elemen lingkungan sekitar.

```
void Update() {
    if(timerCooldown > 0) timerCooldown -= Time.deltaTime;
    switch(currentState) {
        case NPCState.Patrol: Patrol(); break;
        case NPCState.Idle: Idle(); break;
        case NPCState.Notice: Notice(); break;
        case NPCState.Observe: Observe(); break;
    }
}

1 reference
private void Patrol() {
    agenNavigasi.stoppingDistance = stoppingDistanceBawaan;
    if(Vector3.Distance(transform.position, karakterUtama.position) <= jarakDeteksiMelihat && timerCooldown <= 0) {
        GantiState(NPCState.Notice); return;
    }
    agenNavigasi.SetDestination(titikWaypoint[indexWaypointSaatIni].position);
    if(!agenNavigasi.pathPending && agenNavigasi.remainingDistance <= agenNavigasi.stoppingDistance + 0.1f) GantiState(NPCState.Idle);
}

1 reference
private void Idle() {
    timerState += Time.deltaTime;
    if(timerState >= durasiIdle) {
        int titikBaru = indexWaypointSaatIni;
        while(titikBaru == indexWaypointSaatIni) titikBaru = Random.Range(0, titikWaypoint.Length);
        indexWaypointSaatIni = titikBaru; GantiState(NPCState.Patrol);
    }
}

1 reference
private void Notice() {
    agenNavigasi.stoppingDistance = jarakMulaiObserve; agenNavigasi.SetDestination(karakterUtama.position);
    if(Vector3.Distance(transform.position, karakterUtama.position) <= jarakMulaiObserve + 0.1f ||
    (!agenNavigasi.pathPending && agenNavigasi.remainingDistance <= agenNavigasi.stoppingDistance)) GantiState(NPCState.Observe);
}

1 reference
private void Observe() {
    MenghadapKe(karakterUtama.position); timerState += Time.deltaTime;
    if(timerState >= durasiObserve) { timerCooldown = durasiCooldown; GantiState(NPCState.Patrol); }
}

6 references
private void GantiState(NPCState stateBaru) {
    currentState = stateBaru; timerState = 0f;
    if(currentState == NPCState.Idle || currentState == NPCState.Observe)
    { agenNavigasi.isStopped = true; agenNavigasi.velocity = Vector3.zero; }
    else agenNavigasi.isStopped = false;
    switch(currentState) {
        case NPCState.Patrol: animNPC.CrossFade("Walk", 0.1f); break;
        case NPCState.Idle: animNPC.CrossFade("Idle1", 0.1f); break;
        case NPCState.Notice: animNPC.CrossFade("Walk", 0.1f); break;
        case NPCState.Observe: animNPC.CrossFade("Idle2", 0.1f); break;
    }
}
```

Gambar 4. 56 Implementasi Sistem AI Berbasis FSM pada NPC

Untuk menciptakan tantangan dinamis pada skenario *Staging*, objek figuran penghalang dikendalikan oleh sistem kecerdasan buatan berbasis *Finite State Machine* melalui skrip NPC_FSM.cs. Sistem ini membagi perilaku kecerdasan objek figuran ke dalam empat status kondisi yang saling terikat sebagai berikut:

1. Patrol: Status awal di mana NPC bergerak mengelilingi area dari satu titik koordinat ke titik koordinat lain memanfaatkan komponen NavMeshAgent.
2. Idle: Ketika mencapai suatu titik koordinat tujuan, NPC akan berhenti selama durasi tertentu untuk menjalankan animasi santai sebelum melanjutkan patroli.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3. Notice: Jika jarak posisi antara objek utama pemain dengan NPC berada di dalam radius deteksi penglihatan. NPC akan menghentikan rute patrolinya dan mulai berjalan mendekati atau menghadap ke arah karakter utama.
4. Observe: Begitu NPC berhasil mendekati karakter utama dalam radius *observe*, NPC akan menghadap penuh ke arah pemain, dan melakukan animasi pengamatan selama beberapa detik. Tindakan ini secara mekanik sengaja dirancang untuk menutupi bidang pandang lensa kamera *puzzle* pemain.

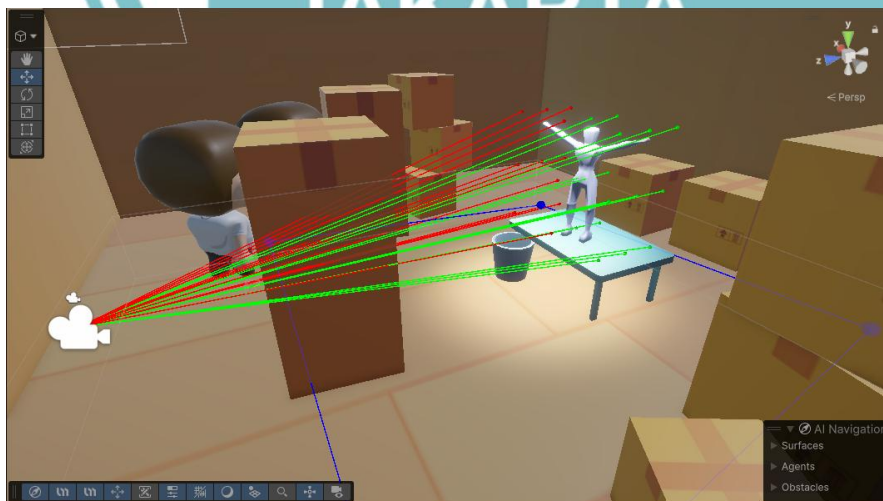
```
public void SetupPuzzle() {
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
    if(!hasInitialized) {
        posisiAwalLampu = pivotLampu.localPosition; offsetKameraAwal = kameraPuzzle.transform.position - subjekUtama.transform.position;
        rotasiAwalKamera = kameraPuzzle.transform.rotation; rotasiAwalSubjek = subjekUtama.transform.rotation; hasInitialized = true;
    }
    if(kameraPemain == null) kameraPemain = Camera.main; Time.timeScale = 1f;
    sliderLampu.value = 0f; sliderKamera.value = 0f; UpdatePosisiLampu(0f); UpdatePosisiKamera(0f);
    kameraPemain.gameObject.SetActive(false); kameraPuzzle.gameObject.SetActive(true); panelHasilFoto.SetActive(false);
}

2 references
private void UpdatePosisiLampu(float nilaiSlider) {
    if(!hasInitialized) return;
    pivotLampu.localPosition = new Vector3(Mathf.Lerp(posisiAwalLampu.x - batasGeserLampu, posisiAwalLampu.x + batasGeserLampu, nilaiSlider),
        posisiAwalLampu.y, posisiAwalLampu.z);
}

2 references
private void UpdatePosisiKamera(float nilaiSlider) {
    if(!hasInitialized) return;
    float sudut = Mathf.Lerp(batasSudutKamera, batasSudutKamera, nilaiSlider);
    subjekUtama.transform.rotation = putarSubjekUtama ? rotasiAwalSubjek * Quaternion.Euler(0f, 0f, sudut) : rotasiAwalSubjek;
    kameraPuzzle.transform.position = subjekUtama.transform.position + (Quaternion.Euler(0f, sudut, 0f) * offsetKameraAwal);
    kameraPuzzle.transform.rotation = Quaternion.Euler(0f, sudut, 0f) * rotasiAwalKamera;
}
```

Gambar 4. 57 Inisiasi Puzzle dan Fungsi Slider Puzzle

Pada saat memasuki puzzle, pemain dapat mengatur posisi cahaya secara horizontal dan juga kamera secara radial dengan titik tengahnya yakni objek utama. Saat memotret, tingkat kejelasan subjek utama dihitung secara matematis melalui fungsi `CekVisibilitasKamera()`.



Gambar 4. 58 Visual Raycast Camera Menuju Sample Objek Utama

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sistem memancarkan titik sinar penembus (*Raycast*) secara matriks 3x3x3 yang menyelimuti seluruh batas volume dari objek utama. Sinar dipancarkan dari posisi kameraPuzzle menuju setiap titik sampel tersebut. Apabila sinar *raycast* terhalang oleh objek lain sebelum mencapai subjek utama, maka titik tersebut dianggap tidak terlihat. Pemain harus mengatur arah kamera melalui sliderKamera dan posisi lampu via sliderLampu untuk memosisikan subjek utama pada ruang kosong yang terbebas dari halangan objek lain.

```
private void ProsesKlikShoot() {
    bool lampuPas = sliderLampu.value >= targetCahayaMin && sliderLampu.value <= targetCahayaMax;
    bool kameraClear = cekVisibilitasKamera() >= ambangVisibilitas;
    string pesanHasil = (lampuPas && kameraClear) ? teksSukses : (!lampuPas && !kameraClear) ? teksGagalTotal : (!kameraClear) ? teksGagalTertutup : teksGagalCahaya;
    StartCoroutine(FlashEffect(pesanHasil, lampuPas && kameraClear));
}

IEnumerator FlashEffect(string pesan, bool sukses) {
    tombolShoot.interactable = false; Time.timeScale = 0f;
    if(fotoTersimpan != null) Destroy(fotoTersimpan);
    penampilFotoHasil.texture = fotoTersimpan = RenderFoto();
    float alpha = 0f;
    while(alpha < 1f) { alpha += Time.unscaledDeltaTime * kecepatanFlashNaik; efekFlash.color = new Color(1f, 1f, 1f, alpha); yield return null; }
    efekFlash.color = new Color(1f, 1f, 1f, 1f);
    panelHasilFoto.SetActive(true); teksHasilFoto.text = pesan;
    tombolKembali.gameObject.SetActive(!sukses); ReaksiGagal.gameObject.SetActive(!sukses);
    tombolSelesai.gameObject.SetActive(sukses); ReaksiBerhasil.gameObject.SetActive(sukses);
    alpha = 1f;
    while(alpha > 0f) { alpha -= Time.unscaledDeltaTime * kecepatanFlashTurun; efekFlash.color = new Color(1f, 1f, 1f, alpha); yield return null; }
    efekFlash.color = new Color(1f, 1f, 1f, 0f); tombolShoot.interactable = true;
}

Texture2D RenderFoto() {
    RenderTexture rtTemp = new RenderTexture(resolusiFoto, resolusiFoto, 24);
    KameraPuzzle.targetTexture = rtTemp; KameraPuzzle.Render();
    RenderTexture.active = rtTemp; Texture2D foto = new Texture2D(resolusiFoto, resolusiFoto, TextureFormat.RGB24, false);
    foto.ReadPixels(new Rect(0, 0, resolusiFoto, resolusiFoto), 0, 0); foto.Apply();
    KameraPuzzle.targetTexture = null; RenderTexture.active = null; Destroy(rtTemp);
    return foto;
}
```

Gambar 4. 59 Fungsi Proses Pengambilan Foto

Ketika pemain menekan tombolShoot, sistem akan memicu efek kilatan kamera menggunakan fungsi interpolasi linear pada komponen efekFlash. Hasil kalkulasi rasio visibilitas kemudian dievaluasi terhadap variabel nilai ambangVisibilitas.



Gambar 4. 60 Hasil gagal foto dan berhasil foto staging

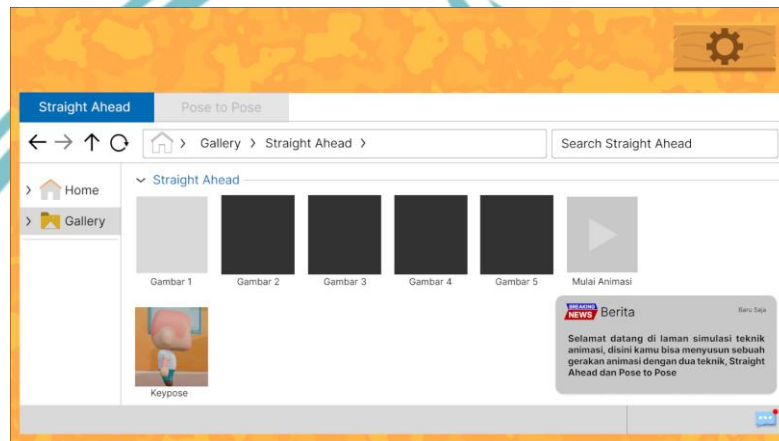
Jika bidikan foto terhalang oleh AI NPC sehingga nilai visibilitas berada di bawah standar dan atau pencahayaan tidak pas, sistem menampilkan indikator ReaksiGagal. Pemain diwajibkan menekan tombol ulang untuk mengambil foto

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

ulang. Jika rasio visibilitas memenuhi ambang batas, panel hasil akan menampilkan grafik indikator ReaksiBerhasil. Setelah pemain menekan tombolSelesai, skrip akan mengeksekusi bendaPemicu.SelesaikanQuest() untuk merekam kemajuan misi, membuka panel rangkuman teori *Staging* melalui InfoPanelManager, mengembalikan sudut pandang kamera utama pemain, serta menonaktifkan keseluruhan *canvas puzzle*.

4.3.4.5. Skenario Simulasi Teknik Menyusun Gambar



Gambar 4. 61 Tampilan Awal Simulasi Teknik Menyusun Gambar

Skenario simulasi ini dirancang untuk mengenalkan dan membandingkan dua metode pergerakan animasi dalam daftar prinsip animasi, yaitu teknik Straight Ahead Action dan Pose to Pose. Melalui mekanik penyusunan urutan kartu frame, pemain dapat memahami perbedaan visual antara pembuatan gerakan secara linier berurutan dengan pembuatan gerakan berbasis *keyframe*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public void ResetDanMulaiSimulasi() {
    SA_Selesai = PTP_Selesai = bendaPemicu.sudahDiselesaikan;
    ResetProgressPanel(true); ResetProgressPanel(false); BukaPanel(ModeTerakhir.Straight, false);
    if(bendaPemicu.sudahDiselesaikan) {
        btnKeluarSimulasi.gameObject.SetActive(true); btnSwitchToPose.interactable = btnSwitchToStraight.interactable = true;
        panelChatUtama.gameObject.SetActive(false); btnLanjutChatGlobal.gameObject.SetActive(false); stepChat = 0;
    } else {
        btnKeluarSimulasi.gameObject.SetActive(false); btnSwitchToPose.interactable = btnSwitchToStraight.interactable = false;
        stepChat = 1; btnLanjutChatGlobal.gameObject.SetActive(true); MulaiSekuensChat(teksChat1);
    }
}

3 references
private void BukaPanel(ModeTerakhir mode, bool resetSusunan) {
    modeSaatIni = mode; if(resetSusunan) ResetProgressPanel(mode == ModeTerakhir.Straight);
    panelStraightAhead.SetActive(mode == ModeTerakhir.Straight); panelPoseToPose.SetActive(mode == ModeTerakhir.Pose);
    panelLayarAnimasi.SetActive(false); videoPlayer.Stop();
}

4 references
private void MulaiSekuensChat(string teksBaru) {
    panelChatUtama.gameObject.SetActive(true); teksChat.text = teksBaru;
    if(sekuensChat != null && sekuensChat.IsActive()) sekuensChat.Kill();
    sekuensChat = DOTween.Sequence(); panelChatUtama.anchoredPosition = new Vector2(panelChatUtama.anchoredPosition.x, ySembunyi); canvasGroupChat.alpha = 0f;
    sekuensChat.Append(panelChatUtama.DOAnchorPosY(yTengah, durasiAnimasiChat).SetEase(Ease.OutQuad)); sekuensChat.Join(canvasGroupChat.DOFade(1f, durasiAnimasiChat));
}

1 reference
private void NextStep() {
    if(stepChat == 1) { btnLanjutChatGlobal.gameObject.SetActive(false); TutupSekuensChat(() => { stepChat = 2; MulaiSekuensChat(teksChat2); }); }
}

1 reference
public void CobaDropKartu(GameObject targetSlot, bool isSA) {
    int currentStep = isSA ? stepSA : stepPTP; if(currentStep >= 5) return;
    int[] polaAktif = isSA ? polaSA : polaPTP; Image[] slotAktif = isSA ? slotSA : slotPTP; int targetIndex = polaAktif[currentStep];
    if(targetSlot == slotAktif[targetIndex].gameObject) {
        slotAktif[targetIndex].sprite = frameAnimasiAsli[targetIndex]; slotAktif[targetIndex].color = Color.white;
        if(isSA) stepSA++; else stepPTP++;
        if(isSA && stepSA == 1 && stepChat == 2) TutupSekuensChat(() => { stepChat = 3; MulaiSekuensChat(teksChat3); });
        UpdateHighlight(isSA);
    }
}

3 references
private void UpdateHighlight(bool isSA) {
    int currentStep = isSA ? stepSA : stepPTP; int[] polaAktif = isSA ? polaSA : polaPTP;
    Image[] slotAktif = isSA ? slotSA : slotPTP; Image[] deckAktif = isSA ? kartuDeckSA : kartuDeckPTP;
    Button btnPlayAktif = isSA ? btnPlaySA : btnPlayPTP;
    for(int i=0; i<5; i++) if(slotAktif[i].sprite == null) slotAktif[i].color = warnaNormal;
    if(currentStep >= 5) { deckAktif[currentStep].gameObject.SetActive(false); btnPlayAktif.interactable = true; return; }
    int nextTargetIndex = polaAktif[currentStep]; slotAktif[nextTargetIndex].color = warnaHighlight;
    deckAktif.sprite = frameAnimasiAsli[nextTargetIndex];
}
```

Gambar 4. 62 Skrip Simulasi4SAPtP.cs

Saat skenario diaktifkan, fungsi `ResetDanMulaiSimulasi()` akan dijalankan. Jika pemain baru pertama kali mengakses skenario ini, tombol keluar dan tombol perpindahan mode akan dikunci sementara. Sistem kemudian menggunakan komponen `DOTween` untuk menampilkan panel panduan di area bawah kanan secara bertahap guna memberikan instruksi terkait cara memainkan simulasi ini.

```
public void OnBeginDrag(PointerEventData eventData) {
    posisiAwal = transform.position; parentAwal = transform.parent;
    if(canvasUtama != null) { transform.SetParent(canvasUtama.transform); transform.SetAsLastSibling(); }
    canvasGroup.blocksRaycasts = false;
}

0 references
public void OnDrag(PointerEventData eventData) { transform.position = eventData.position; }

0 references
public void OnEndDrag(PointerEventData eventData) {
    canvasGroup.blocksRaycasts = true;
    if(eventData.pointerCurrentRaycast.gameObject.CompareTag("SlotAnimasi"))
        manager.CobaDropKartu(eventData.pointerCurrentRaycast.gameObject, isStraightAhead);
    transform.SetParent(parentAwal); transform.position = posisiAwal;
}
```

Gambar 4. 63 Skrip DragcardSAPtP.cs

Sistem interaksi mengandalkan mekanik drag-and-drop kartu gambar yang dikendalikan oleh skrip `DragcardSAPtP.cs`. Pemain harus menyeret kartu frame menuju slot kosong dengan tag "SlotAnimasi". Fungsi `CobaDropKartu()` akan memvalidasi peletakan kartu berdasarkan aturan urutan array dari masing-masing teknik:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Straight Ahead: Mengikuti pola linier berurutan gambar demi gambar dari indeks [0, 1, 2, 3, 4].
2. Pose to Pose: Mengikuti urutan pose kunci terlebih dahulu sebelum diisi pose jeda, yaitu indeks [0, 2, 4, 1, 3].

Setiap kali kartu ditempatkan pada slot yang benar, fungsi UpdateHighlight() akan memindahkan indikator visual sorot ke slot target berikutnya hingga seluruh slot terisi dan tombol putar animasi aktif.



Gambar 4. 64 Panel Animasi Simulasi Teknik Gambar

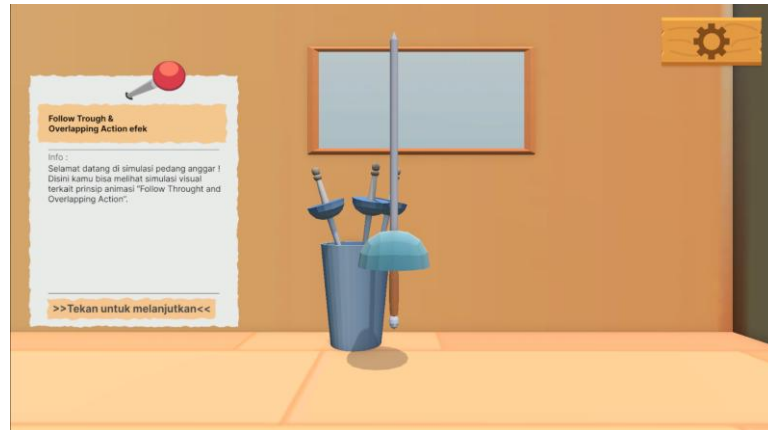
Setelah susunan kartu selesai, pemain menekan tombol putar untuk memutar video demonstrasi gerakan dari folder StreamingAssets pada panelLayarAnimasi. Ketika video berakhir, komponen InfoPanelManager dipicu untuk memunculkan panel informasi edukasi rangkuman teori dari teknik yang bersangkutan.



Gambar 4. 65 Panel Informasi Straight Ahead & Pose to Pose

Status penyelesaian masing-masing mode akan dicatat secara berkala melalui variabel SA_Selesai dan PtP_Selesai. Begitu kedua buah teknik berhasil diselesaikan secara utuh, sistem akan merekam kemajuan misi ke QuestManager dan tombol btnKeluarSimulasi akan diaktifkan kembali sehingga kontrol navigasi utama pemain dipulihkan untuk menutup antarmuka simulasi ini.

4.3.4.6. Skenario Simulasi Gerakan Pedang Anggar



Gambar 4. 66 Tampilan Awal Simulasi Gerakan Pedang Anggar

Skenario simulasi ini dirancang untuk mengenalkan prinsip animasi *Follow Through and Overlapping Action*. Melalui objek pedang anggar, pemain dapat bereksperimen menggerakkan gagang senjata secara horizontal untuk memahami bagaimana bagian ujung pedang merespons gaya gerak berupa efek kelenturan dan keterlambatan gerak.

```
void Awake() {
    btnKembaliKeRuang.onClicked.AddListener(TutupDanSelesaikan);
    btnLanjutkanInstruksi.onClicked.AddListener(() => { if(step == 0) { step++; UpdateStep(); } });
    sliderGerak.onValueChanged.AddListener(OnSliderDigeser); toggleFTOA.onValueChanged.AddListener(OnToggleDitekan);
}

1 reference
public void SetupSimulasi() {
    if(!isInit) {
        Mesh mesh = meshPedang.mesh; vertexAsli = mesh.vertices; vertexModifikasi = new Vector3[vertexAsli.Length];
        float minY = float.MaxValue, maxY = float.MinValue;
        foreach(Vector3 v in vertexAsli) { if(v.y < minY) minY = v.y; if(v.y > maxY) maxY = v.y; }
        batasBawahY = minY; tinggiPedang = maxY - minY; bisaDeformasi = true;
        titikTengahAsliX = gagangPedang.localPosition.x; batasKiriX = titikTengahAsliX - jangkauanGerak; batasKananX = titikTengahAsliX + jangkauanGerak;
        isInit = true;
    }
    kameraPemain = Camera.main; gagangPedang.localPosition = new Vector3(titikTengahAsliX, gagangPedang.localPosition.y, gagangPedang.localPosition.z);
    posisiXSebelumnya = titikTengahAsliX; targetBend = bendSaatIni = kecepatanBend = 0f;
    if(bisaDeformasi) TerapkanDeformasi(0f);
    sliderGerak.value = 0.5f; toggleFTOA.isOn = false; sedangMenungguDelay = false;
    step = bendaPemicu.sudahDiselesaikan ? 4 : 0; UpdateStep();
    kameraPemain.gameObject.SetActive(false); kameraSimulasi.gameObject.SetActive(true); QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
}
```

Gambar 4. 67 Inisiasi skrip Simulasi5FTOA

Saat skenario diaktifkan, fungsi `SetupSimulasi()` akan mengalihkan sudut pandang kamera ke kameraSimulasi serta menonaktifkan panel pelacak tugas. Jika pemain baru pertama kali mengakses skenario ini, sistem akan menonaktifkan tombol selesai serta menampilkan panduan instruksi. Instruksi tersebut bisa dilanjut dengan beberapa interaksi yang telah ditentukan seperti menekan layar, memainkan slider, atau menggunakan toggle untuk melanjutkan agar pemain memahami alur mekanik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

simulasi sekaligus mendapatkan pembahasan prinsip terkait sebelum kontrol penuh diberikan.

```
void Update() {
    if(!bisaDeformasi) return;
    float posisiTargetX = Mathf.Lerp(batasKiriX, batasKananX, sliderGerak.value);
    gagangPedang.localPosition = new Vector3(posisiTargetX, gagangPedang.localPosition.y, gagangPedang.localPosition.z);
    float kecepatanGerak = (posisiTargetX - posisiXSebelumnya) / Time.deltaTime; posisiXSebelumnya = posisiTargetX;
    targetBend = toggleFTOA.isOn ? -kecepatanGerak * kekuatanLengkung : 0f;
    kecepatanBend += (targetBend - bendSaatIni) * kekakuanPegas; kecepatanBend *= redamanPegas; bendSaatIni += kecepatanBend;
    TerapkanDeformasi(bendSaatIni);
}

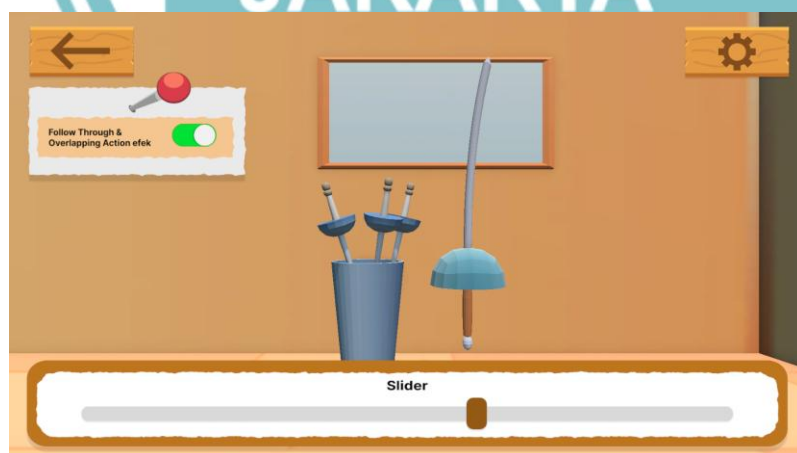
2 references
private void TerapkanDeformasi(float nilaiBend) {
    float k = Mathf.Clamp(nilaiBend * 0.1f, -(maksimalDerajatBengkok * Mathf.Deg2Rad) / tinggiPedang,
        (maksimalDerajatBengkok * Mathf.Deg2Rad) / tinggiPedang);
    for(int i = 0; i < vertexAsli.Length; i++) {
        Vector3 v = vertexAsli[i];
        if(Mathf.Abs(k) < 0.0001f) { vertexModifikasi[i] = v; continue; }
        float localY = v.y - batasBawahY, radius = 1.0f / k, theta = k * localY;
        v.x = (v.x - radius) * Mathf.Cos(theta) + radius; v.y = -(v.x - radius) * Mathf.Sin(theta) + batasBawahY;
        vertexModifikasi[i] = v;
    }
    meshPedang.mesh.vertices = vertexModifikasi; meshPedang.mesh.RecalculateNormals();
}

1 reference
private void OnSliderDigeser(float nilai) {
    if(step == 1 && !sedangMenungguDelay) StartCoroutine(DelayKeStep(2));
    else if(step == 3 && !sedangMenungguDelay) StartCoroutine(DelayKeStep(4));
}

1 reference
private void OnToggleDitekan(bool nyala) { if(step == 2 && nyala) { step++; UpdateStep(); } }
```

Gambar 4. 68 Fungsi Utama Simulasi

Cara kerja simulasi ini diproses pada fungsi Update() melalui serangkaian tahapan perhitungan untuk mengubah bentuk. Tahap pertama dimulai dengan kalkulasi kecepatan, di mana saat pemain menggeser komponen sliderGerak, posisi horizontal objek gagangPedang akan bergeser sesuai nilai jangkauannya, lalu sistem menghitung nilai variabel kecepatanGerak berdasarkan selisih jarak posisi koordinat saat ini dengan posisi *frame* sebelumnya.

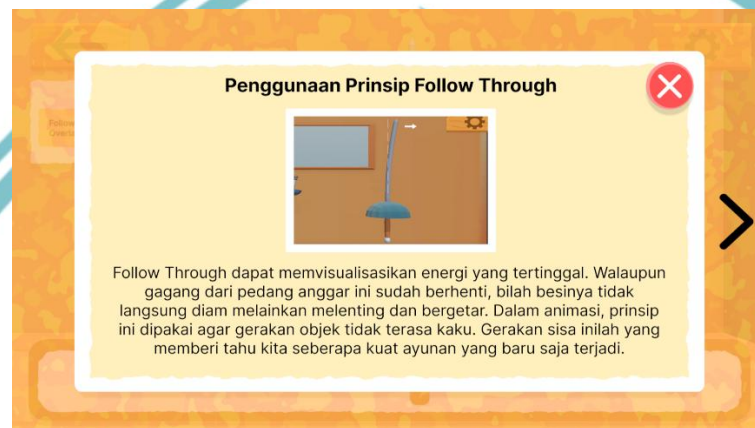


Gambar 4. 69 Tampilan Pedang yang Terdeformasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Selanjutnya, sistem memasuki logika pembengkokkan dan fisika pegas. Jika tombol toggle diaktifkan, nilai target kelengkungan dihitung dari hasil perkalian antara kecepatanGerak dengan kekuatanLengkung, sedangkan jika tombol tersebut dinonaktifkan, bilah pedang akan dikondisikan menjadi kaku. Dinamika ayunan pedang ini kemudian diperhalus secara prosedural memanfaatkan kalkulasi pegas melalui variabel kekakuanPegas dan redamanPegas. Fungsi TerapkanDeformasi() adalah fungsi utama untuk memberikan visualisasi pedang yang lentur.



Gambar 4. 70 Panel Informasi Follow Through and Overlapping Action

Pemain dinyatakan selesai menjalankan simulasi apabila telah mencoba menggeser slider dan melakukan interaksi uji coba kelenturan. Setelah prasyarat aktivitas terpenuhi, sistem akan menampilkan panel informasi terkait prinsip ini dan mengaktifkan kembali tombol selesai. Saat pemain menekan tombol tersebut, skrip langsung mengeksekusi metode bendaPemicu.SelesaikanQuest() untuk merekam kemajuan data misi ke dalam QuestManager, serta mengembalikan kontrol sudut pandang kamera pemain ke area ruangan utama.

4.3.4.7. Skenario Simulasi Kecepatan Mobil

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 71 Tampilan Awal Simulasi Kecepatan Mobil

Skenario simulasi ini dirancang untuk prinsip animasi *Slow In and Slow Out*. Melalui simulasi ini, pemain dapat mencoba dan menganalisis pergerakan objek mobil untuk memahami perbedaan visual antara mobil yang mendapatkan kecepatan secara instan dengan mobil yang kecepataannya berubah secara bertahap.

```
public void SetupSimulasi() {
    kameraPemain = Camera.main; kameraPemain.gameObject.SetActive(false); kameraSimulasi.gameObject.SetActive(true);
    kecepatanSaatIni = targetKecepatan = kecepatanVelocity = 0f; sliderKecepatan.value = 0f; toggleMode.isOn = false; phaseDelay = false;
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
    step = bendaPemicu.sudahDiselesaikan ? 4 : 0; UpdateStep();
}

1 reference
public void SliderGeser(float nilai) {
    float persentase = nilai / sliderKecepatan.maxValue;
    if(step == 1 && persentase >= batasNilaiTarget && !phaseDelay) StartCoroutine(DelayKeStep(2));
    else if(step == 3 && !phaseDelay) StartCoroutine(DelayKeStep(4));
}

1 reference
public void ToggleSwitch(bool nyala) {
    imagePanelSlider.sprite = nyala ? gambarPanelSliderOn : gambarPanelSliderOff;
    if(step == 2 && nyala) { step++; UpdateStep(); }
}

0 references | © Unity Message
void Update() {
    targetKecepatan = sliderKecepatan.value;
    if(toggleMode.isOn) kecepatanSaatIni = Mathf.SmoothDamp(kecepatanSaatIni, targetKecepatan, ref kecepatanVelocity, waktuTransisi);
    else { kecepatanSaatIni = targetKecepatan; kecepatanVelocity = 0f; }
    pivotMobil.Rotate(Vector3.up * kecepatanSaatIni * Time.deltaTime);
    teksKecepatan.text = "Speed: " + Mathf.RoundToInt(kecepatanSaatIni).ToString() + " km/h";
}

2 references
private IEnumerator DelayKeStep(int nextStep) {
    phaseDelay = true; yield return new WaitForSeconds(2f);
    step = nextStep; UpdateStep(); phaseDelay = false;
    if(step == 4) { bendaPemicu.SelesaikanQuest(); InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(dataInfoAkhir); }
}
```

Gambar 4. 72 Skrip Simulasi6Mobil.cs

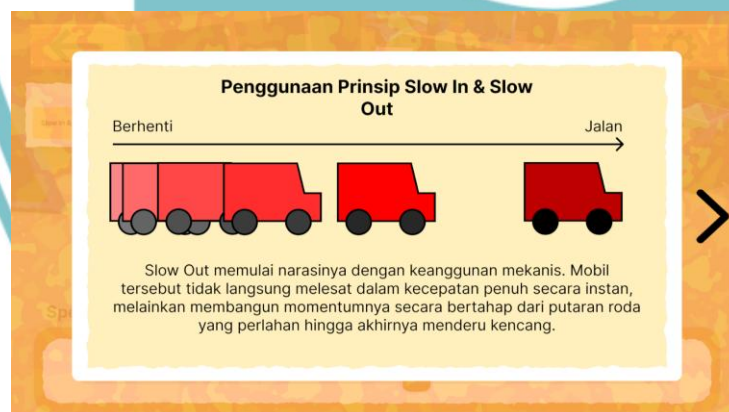
Saat skenario diaktifkan, fungsi SetupSimulasi() akan mengalihkan sudut pandang kamera ke kameraSimulasi serta menonaktifkan panel pelacak tugas. Jika pemain baru pertama kali mengakses skenario ini, sistem akan mengunci tombol selesai serta menampilkan panduan instruksi. Alur instruksi atau penyelesaian dari skenario ini dikendalikan melalui fungsi SliderGeser() dan ToggleSwitch() yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

memantau interaksi pemain berdasarkan struktur tahapan pembelajaran. Pemain diharuskan mencoba menaikkan nilai slider kecepatan pada mode linear untuk melihat pergerakan instan, kemudian diminta untuk mengaktifkan toggleMode guna menguji perubahan kecepatan secara halus. Cara kerja utama dari simulasi ini diproses di dalam fungsi Update() dengan membaca nilai slider sebagai targetKecepatan mobil. Logika pembaruan nilai kecepatan mobil dipisahkan berdasarkan status komponen toggleMode.

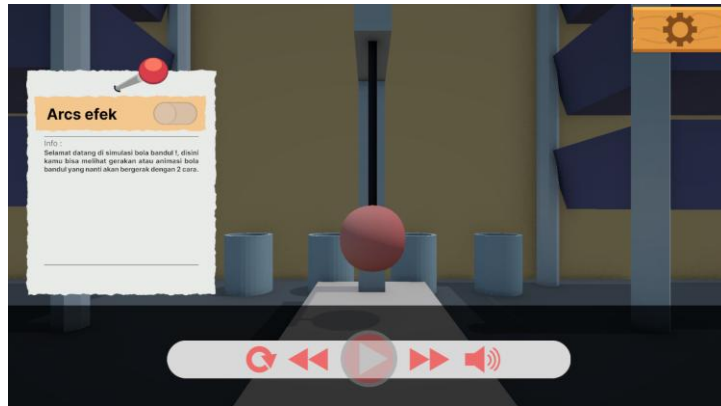
Jika toggle dalam mode off, Sistem menerapkan perubahan kecepatan secara instan, Sementara jika toggle-nya on, Sistem menerapkan perhitungan secara prosedural. Fungsi ini memanfaatkan variabel waktutransisi untuk menghasilkan perubahan nilai kecepatanSaatIni secara bertahap, sehingga menciptakan efek visual berupa percepatan saat mobil mulai bergerak (*slow out*) dan perlambatan saat mobil akan berhenti (*slow in*). Alur penyelesaian dari skenario ini selesai ketika pemain mencoba menaikkan nilai slider kecepatan pada mode linear untuk melihat pergerakan instan, kemudian diminta untuk mengaktifkan toggleMode guna menguji perubahan kecepatan secara halus.



Gambar 4. 73 Panel Informasi Slow In Slow Out

Begitu seluruh rangkaian eksperimen tersebut terpenuhi, fungsi DelayKeStep() secara otomatis akan merekam kemajuan data misi, menampilkan panel informasi terkait *Slow In and Slow Out*, sekaligus mengaktifkan kembali tombol btnSelesai agar pemain dapat menutup kanvas simulasi dan kembali ke area eksplorasi ruangan utama level.

4.3.4.8. Skenario Simulasi Gerakan Bola Bandul



Gambar 4. 74 Tampilan Awal Simulasi Gerakan Bola Bandul

Skenario simulasi gerakan bola bandul dirancang untuk mengenalkan prinsip animasi *Arcs*. Melalui simulasi ini, pemain dapat menguji dan menganalisis pergerakan ayunan objek bola untuk memahami perbedaan visual yang kontras antara gerakan mekanik linear yang kaku dengan gerakan alami yang mengikuti jalur melengkung.

```
void Awake() {
    btnKembali.onClick.AddListener(TutupSimulasi);
    btnPlay.onClick.AddListener(TogglePlay);
    btnLayar.onClick.AddListener(NextLayar);
    tglMode.onValueChanged.AddListener((val)=>CekMode());
    defPosBola = objekBola.localPosition;
}
1 reference
public void SetupSimulasi() {
    if(!isInit) { defY = panelInstruksi.anchoredPosition.y; isInit = true; }
    kameraPemain = Camera.main;
    if(kameraPemain) kameraPemain.gameObject.SetActive(false);
    if(kameraSimulasi) kameraSimulasi.gameObject.SetActive(true);
    if(objUtama) objUtama.SetActive(true);
    isPlay = false; jarakGerak = 0f; swingAmp = 0f;
    if(imgBtnPlay) imgBtnPlay.sprite = sprPlay;
    trailBola.emitting = false; trailBola.Clear(); taliVisual.positionCount = 2;
    if(step < 7) {
        step = 0; tglMode.isOn = false;
        panelInstruksi.anchoredPosition = new Vector2(panelInstruksi.anchoredPosition.x, defY);
    }
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
    UpdateStep();
}
```

Gambar 4. 75 Fungsi Inisiasi Simulasi7Arcs.cs

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Saat skenario diaktifkan, fungsi `SetupSimulasi()` akan mengalihkan sudut pandang kamera ke `kameraSimulasi` serta menonaktifkan panel pelacak tugas. Jika pemain baru pertama kali mengakses skenario ini, sistem akan mengunci tombol kembali dan menampilkan panduan instruksi teks secara bertahap. Pemain diwajibkan mencoba mengaktifkan tombol putar pada mode linear terlebih dahulu untuk melihat pergerakan kaku, kemudian diminta mengubah status `tglMode` guna menguji pergerakan dalam mode ayunan melengkung.

```
void Update() {
    if(!isPlay) {
        trailBola.Clear();
        if(Mouse.current != null) {
            if(Mouse.current.leftButton.wasPressedThisFrame) {
                Ray r = kameraSimulasi.ScreenPointToRay(Mouse.current.position.ReadValue());
                if(Physics.Raycast(r, out RaycastHit hit)) if(hit.transform == objekBola) isDrag = true;
            }
            if(Mouse.current.leftButton.isPressed && isDrag) {
                jarakGerak += Mouse.current.delta.x.ReadValue() * 0.005f;
                jarakGerak = Mathf.Clamp(jarakGerak, -1f, 1f);
                if(step == 1 && Mathf.Abs(jarakGerak) > 0.2f) { step++; UpdateStep(); }
            }
            if(Mouse.current.leftButton.wasReleasedThisFrame) isDrag = false;
        }
    } else {
        curTime += Time.deltaTime * speed;
        jarakGerak = swingAmp * Mathf.Cos(curTime);
    }
    if(tglMode.isOn) {
        pivotTali.localRotation = Quaternion.Euler(jarakGerak * maxArc, 0, 0);
        objekBola.localPosition = defPosBola;
    } else {
        pivotTali.localRotation = Quaternion.identity;
        objekBola.localPosition = defPosBola + new Vector3(0, 0, -jarakGerak * maxLinear);
    }
    taliVisual.SetPosition(0, pivotTali.position); taliVisual.SetPosition(1, objekBola.position);
}

1 reference
private void TogglePlay() {
    isPlay = !isPlay;
    imgBtnPlay.sprite = isPlay ? sprPause : sprPlay;
    if(step >= 7) tglMode.interactable = !isPlay;
    if(isPlay) { swingAmp = Mathf.Abs(jarakGerak); curTime = (jarakGerak >= 0f) ? 0f : Mathf.PI; }
    if(trailBola) { trailBola.emitting = isPlay; if(isPlay) trailBola.Clear(); }
    if(step == 2 && isPlay) { step++; UpdateStep(); StartCoroutine(Delaystep()); }
    else if(step == 4 && !isPlay) { step++; UpdateStep(); }
    else if(step == 5 && isPlay && tglMode.isOn) { step++; UpdateStep(); StartCoroutine(Delaystep()); }
}
```

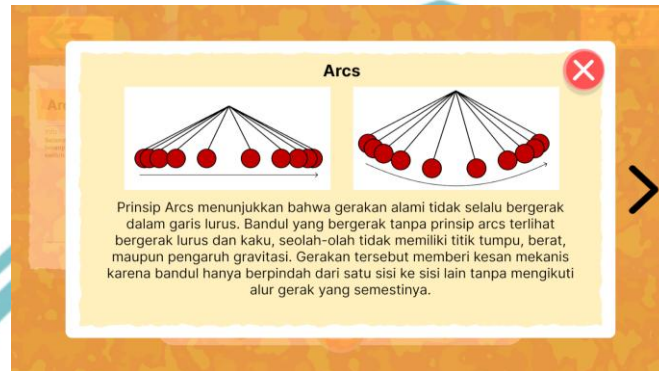
Gambar 4. 76 Fungsi Utama Skrip Simulasi7Arcs.cs

Cara kerja utama dari simulasi ini diproses secara berkala di dalam fungsi `Update()` untuk mengalkulasi koordinat posisi objek bandul berdasarkan status toggle. Ketika toggle sedang off, sistem menerapkan translasi posisi satu arah yang kaku dengan memaksa komponen `pivotTali` berada pada rotasi statis, sementara koordinat objekBola dihitung secara linear maju-mundur hanya pada sumbu Z.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

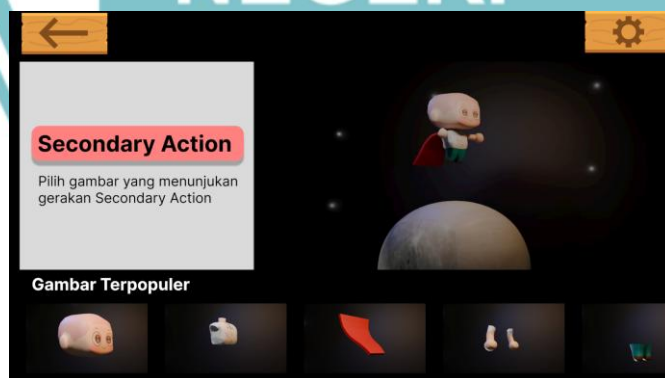
Sebaliknya, saat toggle aktif sistem menerapkan perhitungan rotasi melingkar, di mana komponen pivotTali diputar pada sumbu X sedangkan posisi dikembalikan ke koordinat sehingga menghasilkan visualisasi jalur lintasan ayunan berbentuk kurva melengkung alami yang didukung oleh komponen trail pada bola.



Gambar 4. 77 Panel Informasi Arcs

Begitu seluruh rangkaian instruksi tersebut terpenuhi dan mencapai tahap akhir, sistem akan merekam kemajuan data misi ke dalam QuestManager serta memunculkan panel informasi terkait prinsip *Arcs*. Tombol kembali diaktifkan kembali sehingga pemain dapat menutup kanvas simulasi dan kembali ke area eksplorasi ruangan utama level.

4.3.4.9. Skenario Puzzle Memilih Bagian Secondary Action



Gambar 4. 78 Tampilan Awal Puzzle Memilih Bagian Secondary Action

Skenario puzzle memilih bagian Secondary Action dirancang untuk menguji pemahaman pemain dalam mengidentifikasi gerakan sekunder yang mendukung gerakan utama pada suatu sekuens animasi. Saat skenario diaktifkan, komponen

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

VideoPlayer akan secara otomatis memutar video demonstrasi gerakan sebagai bahan analisis bagi pemain.

```
public void SetupPuzzle() {
    if(!isInit) { defY = panelInstruksi.anchoredPosition.y; isInit = true; }
    curBenar = 0; totBenar = 0;
    if(btnTutup) btnTutup.gameObject.SetActive(true);
    foreach(var b in listBtn) {
        b.btn.interactable = true;
        b.btn.GetComponent<Image>().color = Color.white;
        if(b.isBenar) totBenar++;
    }
    if(rutSalah!=null) StopCoroutine(rutSalah);
    panelInstruksi.DOKill();
    panelInstruksi.anchoredPosition = new Vector2(panelInstruksi.anchoredPosition.x, defY + 600f);
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
}
1 reference
private void CekJawaban(DataBtnSecAct data) {
    if(data.isBenar) {
        data.btn.interactable = false; curBenar++;
        data.btn.GetComponent<Image>().color = Color.green;
        if(curBenar >= totBenar) {
            if(rutSalah!=null) StopCoroutine(rutSalah);
            InGameMenuManager.Instance.HideBtnMenu(true);
            StartCoroutine(Selesai()); }
    } else {
        if(rutSalah!=null) StopCoroutine(rutSalah);
        rutSalah = StartCoroutine(ResetSalah());
    }
}
1 reference
private IEnumerator ResetSalah() {
    panelInstruksi.DOKill();
    curBenar = 0;
    foreach(var b in listBtn) { b.btn.interactable = true; b.btn.GetComponent<Image>().color = Color.white; }
    txtInstruksi.text = txtSalah;
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY, 0.3f).SetEase(Ease.OutBack).WaitForCompletion();
    yield return new WaitForSeconds(2f);
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY + 600f, 0.3f).SetEase(Ease.InBack).WaitForCompletion();
}
1 reference
private IEnumerator Selesai() {
    panelInstruksi.DOKill();
    btnTutup.gameObject.SetActive(false);
    txtInstruksi.text = txtBenar;
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY, 0.3f).SetEase(Ease.OutBack).WaitForCompletion();
    yield return new WaitForSeconds(2f);
    bendaPemicu.SelesaikanQuest();
    InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(panelInfo8);
    TutupCanvas();
}
```

Gambar 4. 79 Skrip Puzzle8SecondaryAction.cs

Pada tahap inialisasi di fungsi SetupPuzzle(), sistem menghitung total jumlah opsi jawaban benar yang tertanam pada daftar komponen tombol. Cara kerja utama dari sistem pengecekan ini dikendalikan oleh fungsi CekJawaban(). Jika opsi yang dipilih merupakan jawaban yang benar, sistem akan mengubah warna visual tombol menjadi hijau dan menaikkan nilai variabel hitungan benar.

Hak Cipta :

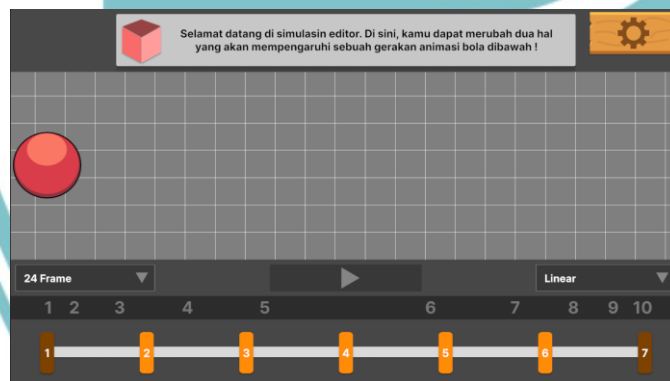
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 80 Panel Informasi Secondary Action

Logika kelulusan dievaluasi dengan membandingkan apakah nilai curBenar telah menyamai totBenar. Jika kondisi tersebut terpenuhi, coroutine Selesai() akan dipicu untuk merekam kemajuan misi serta membuka panel informasi teori pembelajaran. Jika pemain memilih opsi yang salah, sistem akan langsung mengeksekusi coroutine ResetSalah() untuk mereset kembali jawaban yang telah dipilih, dan menampilkan panel pop-up kesalahan menggunakan transisi posisi DOTween.

4.3.4.10. Skenario Simulasi Editor Animasi 2D



Gambar 4. 81 Tampilan Awal Simulasi Editor Animasi 2D

Skenario simulasi ini dirancang untuk prinsip Timing and Spacing melalui antarmuka yang menyerupai linimasa perangkat lunak pembuat animasi. Saat skenario diaktifkan, pemain dipandu oleh teks instruksi yang muncul secara bertahap dan ditugaskan untuk mengubah nilai pada komponen dropdown.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
private void GantiTiming(int mode) {
    float tW = 1f;
    if(mode == 0) tW = 1f; else if(mode == 1) tW = 0.5f; else if(mode == 2) tW = 0.3f;
    timePerPin = tW / (pinSpacing.Length-1);
}
2 references
private void GantiSpacing(int mode) {
    bisaCustom = (mode == 3);
    if(mode >= 0 && mode <= 2) {
        float minX = pinSpacing[0].localPosition.x;
        float maxX = pinSpacing[pinSpacing.Length-1].localPosition.x;
        for(int i = 1; i < pinSpacing.Length-1; i++) {
            float t = (float)i / (pinSpacing.Length-1); float rasio = t;
            if(mode == 1) rasio = t * t;
            else if(mode == 2) rasio = 1f - (1f - t) * (1f - t);
            Vector3 pos = pinSpacing[i].localPosition;
            pos.x = Mathf.Lerp(minX, maxX, rasio);
            pinSpacing[i].localPosition = pos; }
        UpdateStep();
    }
}
1 reference
private void MulaiAnimasi() { if(!isAnim) StartCoroutine(MainkanBola()); }
1 reference
private IEnumerator MainkanBola() {
    isAnim = true; UpdateStep();
    for(int i = 1; i <= pinSpacing.Length-1; i++) {
        float timer = 0;
        Vector3 awal = objBola.localPosition;
        Vector3 akhir = new Vector3(pinSpacing[i].localPosition.x, objBola.localPosition.y, 0);
        while(timer < timePerPin) {
            timer += Time.deltaTime;
            objBola.localPosition = Vector3.Lerp(awal, akhir, timer/timePerPin);
            yield return null; }
    }
    yield return new WaitForSeconds(0.2f);
    for(int i = pinSpacing.Length-1; i > 0; i--) {
        float timer = 0;
        Vector3 awal = objBola.localPosition;
        Vector3 akhir = new Vector3(pinSpacing[i-1].localPosition.x, objBola.localPosition.y, 0);
        while(timer < timePerPin) {
            timer += Time.deltaTime;
            objBola.localPosition = Vector3.Lerp(awal, akhir, timer/timePerPin);
            yield return null; }
    }
    isAnim = false;
    if(step == 2) { step++; StartCoroutine(UIHighlighter.Instance.HighlightSequence(target3, 1f)); }
    else if(step == 3) { step++; bendaPemicu.SelesaikanQuest(); btnKembali.gameObject.SetActive(true);
    InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(panelInfo9);}
    UpdateStep();
}
```

Gambar 4. 82 Skrip Simulasi9TimingSpacing.cs

Cara kerja utama dari simulasi ini dibagi ke dalam dua tahap, yaitu pengaturan parameter dan eksekusi pergerakan. Pada tahap pengaturan parameter, interaksi pemain pada komponen dropdown akan memicu eksekusi fungsi GantiTiming() dan GantiSpacing(). Fungsi GantiTiming() bertugas mengatur kecepatan gerak bola dengan membagi total durasi waktu terhadap jumlah jarak untuk menghasilkan variabel timePerPin. Di sisi lain, fungsi GantiSpacing() bertugas mengatur tata letak objek pin pada sumbu horizontal.. Ketika tombol putar ditekan, fungsi MulaiAnimasi() akan memanggil coroutine MainkanBola() untuk memvisualisasikan hasil pengaturan pemain, di mana posisi objek objBola dipindahkan dari satu koordinat pin ke pin berikutnya secara sekuensial maju dan mundur berdasarkan batasan durasi timePerPin.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public class PinDrag : MonoBehaviour, IDragHandler {
    5 references | 1 Unity Serialized Field
    public Simulasi9TimingSpacing manager;
    3 references | 1 Unity Serialized Field
    public int pinIndex;
    0 references
    public void OnDrag(PointerEventData eventData) {
        if(!manager.bisaCustom || manager.isAnim) return;
        RectTransform rt = GetComponent<RectTransform>();
        if(RectTransformUtility.ScreenPointToLocalPointInRectangle((RectTransform)rt.parent, eventData.position, null, out Vector2 localPoint)) {
            float limitMin = manager.pinSpacing[pinIndex - 1].localPosition.x; float limitMax = manager.pinSpacing[pinIndex + 1].localPosition.x;
            localPoint.x = Mathf.Clamp(localPoint.x, limitMin + 40f, limitMax - 40f);
            rt.localPosition = new Vector3(localPoint.x, rt.localPosition.y, rt.localPosition.z);
        }
    }
}
```

Gambar 4. 83 Class PinDrag

Selain pemosisian otomatis, dropdown spacing juga memiliki pilihan untuk akses modifikasi bebas yang memungkinkan pemain untuk menggeser pin secara manual melalui kelas PinDrag.



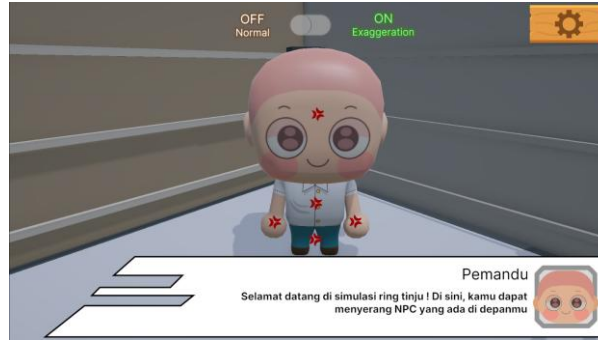
Gambar 4. 84 Panel Informasi Timing and Spacing

Setelah pemain menyelesaikan rangkaian uji coba dan mencapai tahap akhir instruksi, sistem secara otomatis merekam kemajuan data misi, menampilkan panel informasi terkait Timing and Spacing, serta mengaktifkan kembali tombol kembali agar pemain dapat menutup simulasi ini.

4.3.4.11. Skenario Simulasi Tinju

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 85 Tampilan Awal Simulasi Tinju

Skenario simulasi tinju dirancang untuk menampilkan prinsip animasi Exaggeration. Saat skenario diaktifkan, sistem mengalihkan sudut pandang ke kameraSimulasi dan pemain diarahkan oleh panel dan teks instruksi yang muncul secara bertahap.

```
public void SetupSimulasi() {
    if(!isInit) { defX = panelInstruksi.anchoredPosition.x; isInit = true; }
    kameraPemain = Camera.main;
    kameraPemain.gameObject.SetActive(false); kameraSimulasi.gameObject.SetActive(true);
    objNpc.SetActive(true); objGuide.SetActive(true);
    animMpc.Play("Idle");
    isAnim = false;
    if(step < 5) {
        step = 0; tglMode.isOn = false; Tinju.gameObject.SetActive(false);
        panelInstruksi.DOKill();
        panelInstruksi.anchoredPosition = new Vector2(defX + 1800f, panelInstruksi.anchoredPosition.y);
        panelInstruksi.DOAnchorPosX(defX, 0.5f).SetEase(Ease.OutBack);
    } else {
        panelInstruksi.anchoredPosition = new Vector2(defX + 1800f, panelInstruksi.anchoredPosition.y);
        Toggle.SetActive(true);
        if (tglMode.isOn) Tinju.gameObject.SetActive(true);
        else Tinju.gameObject.SetActive(false);
    }
    btnKembali.gameObject.SetActive(step >= 5);
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
    UpdateStep();
}

private void PlayAnim(int id) {
    if(isAnim || (step != 2 && step != 4 && step < 5)) return;
    isAnim = true; Toggle.SetActive(false); Tinju.gameObject.SetActive(false); objGuide.SetActive(false);
    animMpc.Play(tglMode.isOn ? animOn[id] : animOff[id]);
    StartCoroutine(TungguAnim());
}

private IEnumerator TungguAnim() {
    if(step == 4) panelInstruksi.DOAnchorPosX(defX + 1800f, 0.5f).SetEase(Ease.InBack);
    yield return null;
    yield return new WaitForSeconds(animMpc.GetCurrentAnimatorStateInfo(0).length);
    animMpc.Play("Idle");
    objGuide.SetActive(true); Toggle.SetActive(true); isAnim = false;
    if (tglMode.isOn) Tinju.gameObject.SetActive(true);
    if(step == 2) { step++; UpdateStep(); }
    else if(step == 4) {
        step++; UpdateStep();
        bendaPemicu.SelesaikanQuest();
        InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(dataInfoAkhir);
        btnKembali.gameObject.SetActive(true);
    }
}
}
```

Gambar 4. 86 Skrip Simulasi10Exaggeration.cs

Cara kerja utama dari simulasi ini berpusat pada perbandingan visual gaya pergerakan melalui interaksi tombol area dan komponen toggle. Pemain ditugaskan untuk menekan salah satu dari lima area target yang tersedia guna memicu fungsi PlayAnim(), yang nantinya akan mengeksekusi animasi NPC terpukul. Logika

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

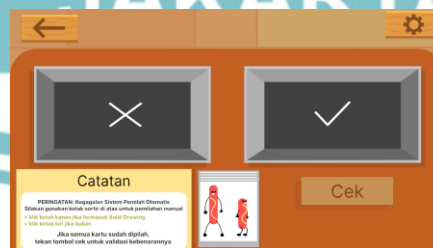
pemutaran animasi dipisahkan secara kondisional berdasarkan status `tglMode`. Apabila mode tidak aktif, sistem memutar animasi standar, sedangkan jika mode diaktifkan, sistem memutar animasi hiperbolis untuk menunjukkan efek dramatisasi dari Exaggeration. Selama animasi diputar, seluruh kontrol input akan dikunci sementara melalui coroutine `TungguAnim()` hingga durasi frame klip tersebut selesai dieksekusi.



Gambar 4. 87 Panel Informasi Exaggeration

Alur penyelesaian skenario ini mewajibkan pemain memutar animasi pada mode normal, lalu memutar kembali animasi pada mode Exaggeration. Setelah urutan instruksi tersebut terpenuhi, sistem merekam kemajuan data misi, menampilkan panel informasi teori Exaggeration, serta membuka akses tombol kembali agar pemain dapat menutup simulasi.

4.3.4.12. Skenario Puzzle Memilah Gambar



Gambar 4. 88 Tampilan Awal Puzzle Memilah Gambar

Skenario puzzle memilah gambar dirancang untuk menguji pemahaman pemain mengenai prinsip animasi Solid Drawing. Pemain ditantang untuk mengklasifikasikan tumpukan kartu gambar dibawah ke dalam dua kategori, yaitu gambar yang datar atau gambar yang bervolume.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public void SetupPuzzle() {
    if(!isInit) {
        defYCat = panelCatatan.anchoredPosition.y;
        isInit = true;
    }
    imgHasil.gameObject.SetActive(false); btnCheck.interactable = false;
    foreach(var k in listKartu) {
        k.pos = 0; k.rect.SetParent(areaPool);
        k.rect.localPosition = Vector3.zero; k.rect.gameObject.SetActive(true);
    }
    isCatNaik = false;
    panelCatatan.anchoredPosition = new Vector2(panelCatatan.anchoredPosition.x, defYCat);
    CariAtas();
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
}

3 references
private void CariAtas() {
    idAktif = -1;
    for(int i=listKartu.Count-1; i>=0; i--) {
        if(listKartu[i].pos == 0) { idAktif = i; break; }
    }
    btnCheck.interactable = (idAktif == -1);
}

2 references
private void Pilah(int target) {
    if(idAktif == -1) return;
    var k = listKartu[idAktif]; k.pos = target;
    Transform tTarget = (target == 1) ? areaKiri : areaKanan;
    k.rect.DOMove(tTarget.position, 0.25f).OnComplete(()=>k.rect.SetParent(tTarget));
    CariAtas();
}

1 reference
private void CekJawaban() {
    bool benarSemua = true;
    foreach(var k in listKartu) {
        int tBenar = k.isSolid ? 2 : 1;
        if(k.pos != tBenar) { benarSemua = false; break; }
    }
    imgHasil.gameObject.SetActive(true);
    imgHasil.sprite = benarSemua ? sprBenar : sprSalah;
    btnCheck.interactable = false;
    if(benarSemua) StartCoroutine(Selesai());
    else StartCoroutine(ResetSalah());
}
```

Gambar 4. 89 Skrip Puzzle11SolidDrawing.cs

Cara kerja utama dari sistem pemilihan ini dikendalikan oleh fungsi Pilah(), di mana saat pemain menekan area kotak kanan atau area kotak kanan, sistem akan memindahkan objek kartu yang sedang aktif menuju kontainer target sekaligus memperbarui status variabel posisinya. Logika pengecekan kelulusan dipicu ketika pemain menekan tombol cek untuk mengeksekusi fungsi CekJawaban(). Fungsi ini akan menguji seluruh isi data dari komponen listKartu dengan membandingkan apakah nilai posisi akhir telah sesuai dengan parameter jawaban benar yang diikat oleh bendera logika k.isSolid.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 90 Panel Informasi Solid Drawing

Apabila seluruh posisi kartu bernilai benar, ikon centang akan muncul dan sistem menjalankan coroutine Selesai() yang bertugas merekam kemajuan data misi serta menampilkan panel informasi terkait solid drawing. Sebaliknya, jika terdapat kartu yang salah ditempatkan, sistem menampilkan ikon silang dan mengembalikan posisi kartu-kartu yang salah tersebut ke dalam koordinat asal agar pemain dapat menganalisis kembali karakteristik visual gambar tersebut.

4.3.4.13. Skenario Puzzle Menebak Karakter



Gambar 4. 91 Tampilan Awal Puzzle Menebak Karakter

Skenario puzzle menebak karakter dirancang untuk menguji pemahaman pemain mengenai prinsip animasi Appeal. Saat skenario diaktifkan melalui fungsi SetupPuzzle(), sistem menginisialisasi komponen antarmuka dan menyiapkan data untuk total empat karakter berbeda yang harus dianalisis dan ditebak oleh pemain terkait sifat dan perannya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public void SetupPuzzle() {
    if(!isInit) { defY = panelInstruksi.anchoredPosition.y; isInit = true; }
    panelOpsi.SetActive(false);
    foreach(var c in chars) {
        c.done = false; c.txtW.text = "Pilih Sifat"; c.txtJ.text = "Pilih Peran";
        c.txtW.color = Color.black; c.txtJ.color = Color.black;
        c.btnW.interactable = true; c.btnJ.interactable = true;
    }
    if(rutinInstruksi != null) StopCoroutine(rutinInstruksi);
    panelInstruksi.DOKill(); txtInstruksi.text = teksAwal;
    panelInstruksi.anchoredPosition = new Vector2(panelInstruksi.anchoredPosition.x, defY + 443f);
    panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY, 0.5f).SetEase(Ease.OutBack);
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(false);
}

2 references
private void BukaOpsi(int id, bool isW) {
    idAktif = id; modeW = isW;
    btnAktif = isW ? chars[id].btnW : chars[id].btnJ;
    txtAktif = isW ? chars[id].txtW : chars[id].txtJ;
    string[] opsi = isW ? chars[id].optWatak : chars[id].optJob;
    for(int i=0; i<5; i++) {
        txtOpsi[i].text = opsi[i];
        btnOpsi[i].gameObject.SetActive(!string.IsNullOrEmpty(opsi[i]));
    }
    panelOpsi.SetActive(true);
}

1 reference
private void PilihOpsi(int idx) {
    txtAktif.text = txtOpsi[idx].text;
    txtAktif.color = Color.black;
    panelOpsi.SetActive(false); CekJawaban(idAktif);
}
```

Gambar 4. 92 Setup Puzzle Appeal dan Fungsi Tombol Pilihan

Cara kerja utama dari sistem evaluasi ini menggunakan mekanik pencocokan opsi, di mana pemain diwajibkan menentukan klasifikasi sifat dan peran bagi setiap karakter dengan cara mengeklik tombol target untuk membuka jendela pilihan panelOpsi. Begitu pemain memilih salah satu string jawaban, sistem akan langsung melakukan pengecekan fungsional dengan membandingkan kecocokan teks terhadap parameter kunci jawaban benar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
private void CekJawaban(int id) {
    var c = chars[id];
    if(c.txtW.text == "Pilih Sifat" || c.txtJ.text == "Pilih Peran") return;
    bool wBenar = (c.txtW.text == c.ansW); bool jBenar = (c.txtJ.text == c.ansJ);
    if(rutinInstruksi != null) StopCoroutine(rutinInstruksi);
    if(wBenar && jBenar) {
        c.txtW.color = warnaBenar; c.txtJ.color = warnaBenar;
        c.btnW.interactable = false; c.btnJ.interactable = false;
        c.done = true; CekSemuaSelesai();
    } else if(!wBenar && !jBenar) {
        c.txtW.color = warnaSalah2; c.txtJ.color = warnaSalah2;
        rutinInstruksi = StartCoroutine(AnimPanel(teksSalah2, true));
    } else {
        c.txtW.color = warnaSalah1; c.txtJ.color = warnaSalah1;
        rutinInstruksi = StartCoroutine(AnimPanel(teksSalah1, true));
    }
}
3 references
private IEnumerator AnimPanel(string teks, bool teksawal) {
    panelInstruksi.DOKill();
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY + 443f, 0.3f).WaitForCompletion();
    txtInstruksi.text = teks;
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY, 0.3f).SetEase(Ease.OutBack).WaitForCompletion();
    if(teksawal) {
        yield return new WaitForSeconds(2f);
        yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY + 443f, 0.3f).WaitForCompletion();
        txtInstruksi.text = teksAwal;
        yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY, 0.3f).SetEase(Ease.OutBack).WaitForCompletion();
    }
}
1 reference
private void CekSemuaSelesai() {
    bool semua = true;
    foreach(var c in chars) if(!c.done) semua = false;
    if(semua) StartCoroutine(SelesaiRoutine());
    else rutinInstruksi = StartCoroutine(AnimPanel(teksAwal, false));
}
1 reference
private IEnumerator SelesaiRoutine() {
    panelInstruksi.DOKill();
    btnTutupPuzzle.gameObject.SetActive(false);
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY + 443f, 0.3f).WaitForCompletion();
    txtInstruksi.text = teksBenar;
    yield return panelInstruksi.DOAnchorPosY(defY, 0.3f).SetEase(Ease.OutBack).WaitForCompletion();
    bendaPemicu.SelesaikanQuest();
    yield return new WaitForSeconds(2f);
    InfoPanelManager.Instance.BukaPanel(PanelInfo12);
    QuestManager.Instance.TampilkanQuestTracker(true);
    gameObject.SetActive(false);
}
```

Gambar 4. 93 Fungsi Pengecekan dan Prosedur Selesai Puzzle Appeal

Apabila pilihan pemain terbukti tepat, warna teks indikator akan berubah menjadi hijau, komponen input terkait dikunci agar tidak bisa diubah lagi, dan status kelulusan karakter tersebut diatur menjadi selesai. Namun jika jawaban yang dimasukkan tidak sesuai, sistem akan mengubah warna teks menjadi kuning jika salah satu dan merah jika salah keduanya. serta menjalankan coroutine AnimPanel() untuk menampilkan panel petunjuk kesalahan. Logika penyelesaian akhir dari skenario ini dikendalikan oleh fungsi CekSemuaSelesai() yang dieksekusi secara otomatis setelah setiap aksi tebakan. Fungsi tersebut melakukan pemindaian

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

menyeluruh terhadap status done pada seluruh empat karakter; jika masih ada elemen yang belum terpenuhi, sistem akan mengembalikan tampilan ke instruksi awal.



Gambar 4. 94 Panel Informasi Appeal

Apabila keempat karakter telah berhasil ditebak dengan benar, sistem langsung memicu coroutine SelesaiRoutine() untuk memperbarui teks informasi menjadi pesan keberhasilan, menyimpan kemajuan misi, serta membuka panel informasi mengenai prinsip Appeal.

4.3.5. Implementasi Sistem Kuis

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
public void SetupQuiz() {
    indeksSoalSaatIni = 0; skorBenar = 0;
    panelKuisArea.SetActive(true); panelHasilArea.SetActive(false); panelPopupGagal.SetActive(false);
    ShowSoal();
}

2 reference
private void ShowSoal() {
    if(indeksSoalSaatIni >= daftarSoal.Count) return;
    sudahMenjawab = false;
    DataSoalKuis soal = daftarSoal[indeksSoalSaatIni];
    areaGambar.SetActive(true); areaPembahasan.SetActive(false); btnLanjutSoal.gameObject.SetActive(false);
    displayGambarSoal.sprite = soal.gambarSoal;
    if(teksInfoSoal) teksInfoSoal.text = "Soal ke-" + (indeksSoalSaatIni + 1);
    for(int i=0; i<btnOpsi.Length; i++) {
        btnOpsi[i].gameObject.SetActive(true);
        btnOpsi[i].GetComponent<Image>().color = Color.white;
        teksOpsi[i].text = soal.opsiJawaban[i];
    }
}

1 reference
private void ShowPembahasan(int idx) {
    if(sudahMenjawab) return;
    sudahMenjawab = true;
    DataSoalKuis soal = daftarSoal[indeksSoalSaatIni];
    bool isBenar = (idx == soal.indeksJawabanBenar);
    if(isBenar) skorBenar++;
    areaGambar.SetActive(false); areaPembahasan.SetActive(true);
    teksPembahasan.text = soal.teksPembahasan;
    for(int i=0; i<btnOpsi.Length; i++) {
        if(i == idx) {
            btnOpsi[i].gameObject.SetActive(true);
            if(!isBenar) btnOpsi[i].GetComponent<Image>().color = warnaSalah;
        } else btnOpsi[i].gameObject.SetActive(false);
    }
    btnLanjutSoal.gameObject.SetActive(true);
}

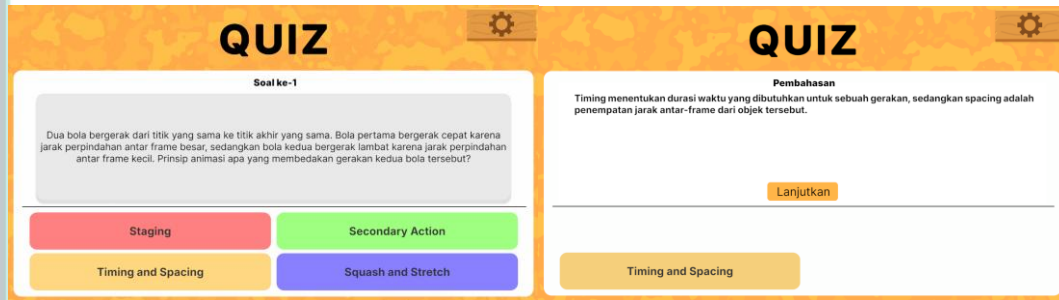
1 reference
private void LanjutKeSoalBerikutnya() {
    indeksSoalSaatIni++;
    if(indeksSoalSaatIni < daftarSoal.Count) ShowSoal();
    else TampilkanHasil();
}
```

Gambar 4. 95 Inisiasi Awal dan Fungsi terkait Panel Kuis

Sistem kuis dirancang sebagai sarana evaluasi akademik pada akhir rantai untuk menguji pemahaman komprehensif pemain mengenai materi prinsip animasi yang telah dipelajari. Saat skenario kuis diaktifkan melalui fungsi SetupQuiz(), sistem akan menampilkan komponen panelKuisArea dan memuat daftar pertanyaan secara terstruktur dari array daftarSoal. Cara kerja panel kuis ini dikendalikan oleh fungsi TampilkanSoal(), untuk memperbarui gambar pertanyaan, nomor urut soal lewat teksInfoSoal, serta mendistribusikan empat pilihan jawaban ke dalam komponen teksOpsi pada deretan tombol btnOpsi. Pemain berinteraksi dengan memilih salah satu tombol opsi tersebut, yang kemudian memicu fungsi PilihJawaban() untuk mengevaluasi kecocokan indeks pilihan terhadap indeksJawabanBenar. Sistem memberikan umpan balik visual instan dengan mengubah warna tombol menjadi menjadi merah jika salah, sekaligus menonaktifkan seluruh interaktivitas tombol pilihan agar pemain tidak dapat mengubah jawabannya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 96 Tampilan Panel Kuis Soal dan Pembahasan

Tepat setelah evaluasi jawaban dilakukan, sistem langsung membuka akses ke panel pembahasan dengan mengaktifkan objek areaPembahasan dan menampilkan tombol untuk lanjut ke soal berikutnya. Tombol tersebut menjalankan fungsi KlikLanjutSoal() untuk membersihkan status warna tombol, menyembunyikan kembali area pembahasan, dan memajukan indeks permainan ke nomor soal berikutnya hingga seluruh daftar pertanyaan habis dikerjakan.

```
private void TampilkanHasil() {
    if(InGameMenuManager.Instance!=null) InGameMenuManager.Instance.HideBtnMenu(true);
    panelKuisArea.SetActive(false); panelHasilArea.SetActive(true);
    nilaiAkhirPemain = Mathf.RoundToInt(((float)skorBenar / daftarSoal.Count) * 100f);
    teksNilaiAkhir.text = nilaiAkhirPemain.ToString();
    teksPercobaanAkhir.text = "Percobaan ke-" + jumlahPercobaan;
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Percobaan", jumlahPercobaan); PlayerPrefs.Save();
    if(nilaiAkhirPemain >= kkmLulus) {
        teksStatus.text = teksLulus; UpdateMedalVisual();
        if(isLantai1) {
            if(btnMainMenu) btnMainMenu.gameObject.SetActive(true);
            if(btnLanjutLt2) btnLanjutLt2.gameObject.SetActive(true);
            if(btnSelesaiLulus) btnSelesaiLulus.gameObject.SetActive(false);
        } else {
            if(btnMainMenu) btnMainMenu.gameObject.SetActive(false);
            if(btnLanjutLt2) btnLanjutLt2.gameObject.SetActive(false);
            if(btnSelesaiLulus) btnSelesaiLulus.gameObject.SetActive(true);
        }
        if(btnSelesaiGagal) btnSelesaiGagal.gameObject.SetActive(false);
    } else {
        teksStatus.text = teksGagal;
        if(displayMedal) displayMedal.gameObject.SetActive(false);
        if(btnMainMenu) btnMainMenu.gameObject.SetActive(false);
        if(btnLanjutLt2) btnLanjutLt2.gameObject.SetActive(false);
        if(btnSelesaiLulus) btnSelesaiLulus.gameObject.SetActive(false);
        if(btnSelesaiGagal) btnSelesaiGagal.gameObject.SetActive(true);
    }
}

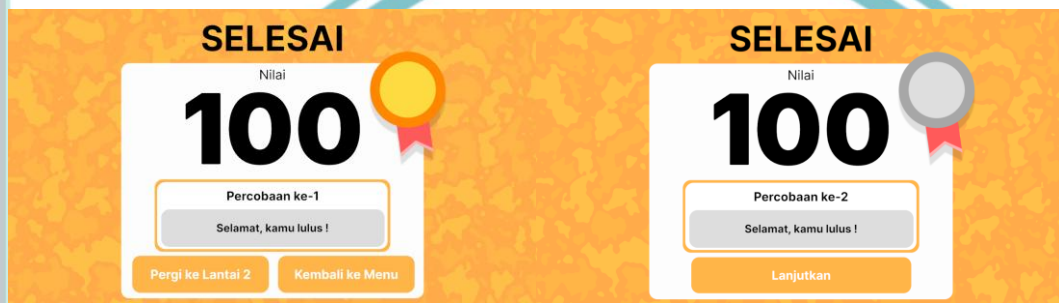
1 reference
private void UpdateMedalVisual() {
    if(displayMedal == null) return;
    displayMedal.gameObject.SetActive(true);
    if(jumlahPercobaan == 1) displayMedal.sprite = medal1;
    else if(jumlahPercobaan == 2) displayMedal.sprite = medal2;
    else displayMedal.sprite = medal3;
}
```

Gambar 4. 97 Fungsi terkait Panel Hasil

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Setelah pertanyaan terakhir selesai dievaluasi, fungsi `HitungHasilAkhir()` akan dipicu untuk mengalkulasi akumulasi nilai pemain berdasarkan rasio jawaban benar, lalu membuka panel hasil. Antarmuka tampilan hasil kuis ini menyajikan informasi kelulusan dengan membandingkan nilai akhir terhadap target standar kkm yakni 70. Visual medali dan teks percobaan akan menyesuaikan tampilan visualnya menyesuaikan dengan jumlah percobaan jika berhasil. Pesan gagal ditampilkan jika nilai berada di bawah standar KKM.



Gambar 4. 98 Panel Hasil Level 1 dan Level 2

Alur akhir dari sistem kuis ini dikendalikan melalui tombol-tombol pada panel hasil yang akan terlihat berbeda tergantung pada status kelulusan pemain serta tingkatan lantai kuis yang sedang ditempuh. Apabila pemain dinyatakan lulus pada Lantai 1, sistem akan mengaktifkan tombol ke lantai 2 untuk memutar video cutscene sebelum memuat scene Lantai 2, di mana pada panel ini pemain juga disediakan pilihan tombol ke menu jika ingin kembali ke halaman menu utama. Jika pemain berhasil lulus pada kuis Lantai 2, sistem akan langsung mengaktifkan tombol lanjutkan untuk menutup panel kuis ini dan pemain bisa lanjut ke progresi misi utama berikutnya.

```
private void QuizBerhasilPindah(string tujuan) {
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Nilai", nilaiAkhirPemain);
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Percobaan", jumlahPercobaan);
    if(QuestManager.Instance!=null) QuestManager.Instance.SaveProgress();
    PlayerPrefs.SetInt(SceneManager.GetActiveScene().name, 1); PlayerPrefs.Save();
    if(tujuan == namaSceneLantai2 && videoIntro != null) StartCoroutine(TransisiVideoLantai2(tujuan));
    else SceneManager.LoadScene(tujuan);
}

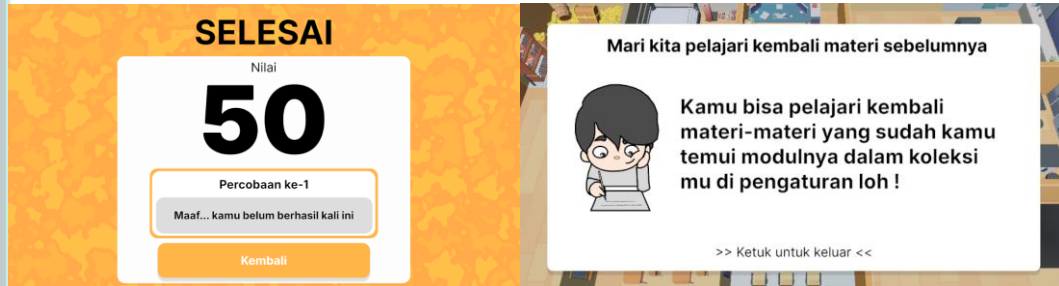
1 reference
private void QuizBerhasil() {
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Nilai", nilaiAkhirPemain);
    PlayerPrefs.SetInt(prefixScene + "Percobaan", jumlahPercobaan); PlayerPrefs.Save();
    if(QuestManager.Instance!=null) QuestManager.Instance.SaveProgress();
    if(InGameMenuManager.Instance!=null) InGameMenuManager.Instance.HideBtnMenu(false);
    panelHasilArea.SetActive(false); gameObject.SetActive(false);
    if(bendaPemicu != null) bendaPemicu.SelesaikanQuest();
}
```

Gambar 4. 99 Fungsi tombol penutup sistem kuis

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

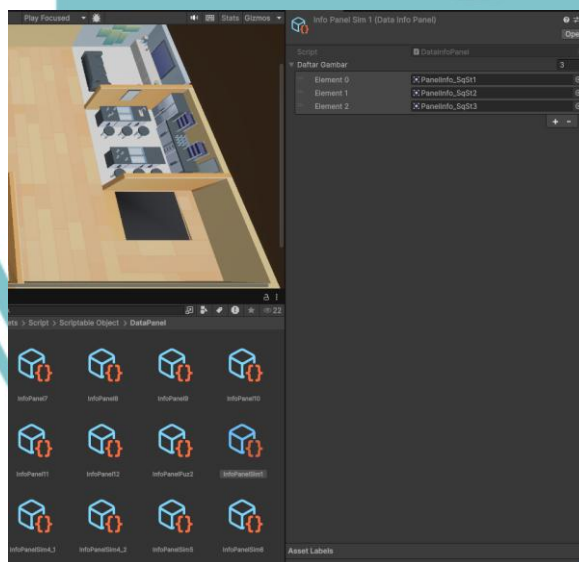
Seluruh Interaksi tombol pada Panel Hasil saat pemain lulus akan menjalankan logika penyimpanan global agar seluruh progress yang dilakukan pemain pada level tersebut tersimpan.



Gambar 4. 100 Panel Hasil jika pemain gagal dan panel popup

Jika pemain dinyatakan gagal, tombol selesai gagal akan memicu metode QuizGagal() untuk menutup area hasil dan mengaktifkan panel gagal. Panel tersebut akan mengingatkan pemain terkait fitur koleksi yang bisa diakses melalui Sistem IngameMenu. Setelah panel itu ditutup, pemain bisa kembali melaksanakan kuis untuk evaluasi ulang dengan angka percobaan yang bertambah.

4.3.6. Implementasi Fitur Panel Informasi



Gambar 4. 101 Scriptable Object DataInfoPanel

Sistem panel informasi dirancang sebagai media penyampaian rangkuman teori edukasi yang diimplementasikan menggunakan arsitektur *Scriptable Object*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

melalui kelas DataInfoPanel untuk menampung susunan larik gambar materi secara modular.

```
void OnEnable() {MainDialogManager.OnDialogSelesai += BukaAkhir;}
0 references
void OnDisable() {MainDialogManager.OnDialogSelesai -= BukaAkhir;}
13 references
public void BukaPanel(DataInfoPanel dataBaru) {
    dataAktif = dataBaru;
    halaman = 0; akhirPanel = false;
    UpdateTampilanHalaman();
    panelInfo.SetActive(true);
    CGPanel.alpha = 0f; CGPanel.DOFade(1f, durasiFade);
}
3 references
private void UpdateTampilanHalaman() {
    displayGambar.sprite = dataAktif.daftarGambar[halaman];
    if (halaman == dataAktif.daftarGambar.Length - 1) btnKanan.gameObject.SetActive(false);
    else btnKanan.gameObject.SetActive(true);
    if (halaman == 0) btnKiri.gameObject.SetActive(false);
    else btnKiri.gameObject.SetActive(true);
    if (halaman == dataAktif.daftarGambar.Length - 1) akhirPanel = true;
    btnTutup.gameObject.SetActive(akhirPanel);
}
0 references
public void HalamanSelanjutnya() {
    if (halaman < dataAktif.daftarGambar.Length-1) {halaman++; UpdateTampilanHalaman();}
}
0 references
public void HalamanSebelumnya() {if(halaman > 0){halaman--; UpdateTampilanHalaman();}}
0 references
public void TutupPanel() {CGPanel.DOFade(0f, durasiFade).OnComplete(()=>
{panelInfo.SetActive(false); dataAktif=null;});}
2 references
private void BukaAkhir() {
    if (infoTertunda != null) {BukaPanel(infoTertunda);infoTertunda = null; }
}
```

Gambar 4. 102 Skrip InfoPanerManager.cs

Pengendalian antarmuka panel ini dipusatkan pada skrip InfoPanelManager.cs yang dapat diaktifkan dengan memanggil metode BukaPanel() secara langsung sembari menyematkan data referensi panel yang dituju. Saat panel dimunculkan menggunakan transisi menggunakan DOTween, cara kerja navigasi halamannya dikendalikan oleh fungsi UpdateTampilanHalaman(). Melalui fungsi tersebut, pemain dapat membolak-balik halaman informasinya menggunakan tombol navigasi halaman sebelumnya dan halaman selanjutnya untuk memperbarui indeks gambar yang sedang ditampilkan. Guna memastikan pemain mengeksplorasi seluruh isi rangkuman materi secara utuh, sistem secara kondisional memblokir akses keluar dengan menyembunyikan tombol penutup pada awal kemunculan

panel, dan tombol tersebut baru akan diaktifkan secara otomatis pada layar ketika pemain telah membaca hingga mencapai indeks gambar yang terakhir.

4.3.7. Implementasi Fitur Koleksi



Gambar 4. 103 Implementasi Koleksi Pada Scene MainMenu

Fitur koleksi dirancang sebagai galeri pengarsipan interaktif yang memungkinkan pemain untuk mengakses dan membaca ulang seluruh modul materi edukasi yang telah berhasil mereka temukan selama sesi pembelajaran. Aksesibilitas fitur ini diimplementasikan secara fleksibel melalui dua jalur antarmuka, yaitu melalui tab "Koleksi" pada sistem menu jeda di dalam permainan yang dikendalikan oleh skrip InGameMenuManager, serta melalui tab menu koleksi yang disematkan pada halaman antarmuka awal melalui skrip MainMenuManager.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void Awake() {
    if (btnTutupViewer != null) btnTutupViewer.onClick.AddListener(TutupSemuaViewer);
    foreach (var slot in daftarKoleksi) slot.tombol.onClick.AddListener(() => BukaIsiKoleksi(slot.dataModul));
}

0 references
void OnEnable() => RefreshStatusKoleksi();
1 reference
public void RefreshStatusKoleksi() {
    InteractableObject[] semuaObjekDiScene = FindObjectsByType<InteractableObject>(FindObjectsInactive.Include, FindObjectsSortMode.None);
    foreach (var slot in daftarKoleksi) {
        int statusHardisk = PlayerPrefs.GetInt(slot.dataModul.idModul, 0);
        bool sudahSelesaiDiSesiIni = false;
        foreach (InteractableObject obj in semuaObjekDiScene) {
            if (obj.modesInteraksi == TipeInteraksi.ModulMateri && obj.dataModul == slot.dataModul) {
                if (obj.sudahDiselesaikan) sudahSelesaiDiSesiIni = true;
                break;
            }
        }
        if (statusHardisk == 1 || sudahSelesaiDiSesiIni) {
            slot.tombol.interactable = true;
            slot.icon.sprite = slot.spriteTerbuka;
        } else {
            ColorBlock cb = slot.tombol.colors;
            cb.disabledColor = Color.white;
            slot.tombol.colors = cb;

            slot.tombol.interactable = false;
            slot.icon.sprite = spriteTerkunci;
        }
    }
}

1 reference
private void BukaIsiKoleksi(DataModul modul) {
    TutupSemuaViewer();
    if (modul.tipeModul == TipeModul.Buku) {
        displayIsiBuku.sprite = modul.gambarIsiModul;
        panelViewerBuku.SetActive(true);
    }
    else if (modul.tipeModul == TipeModul.Poster) {
        displayIsiPoster.sprite = modul.gambarPoster;
        scrollRectPoster.verticalNormalizedPosition = 1f;
        panelViewerPoster.SetActive(true);
    }
    btnTutupViewer.gameObject.SetActive(true);
}

2 references
private void TutupSemuaViewer() {
    panelViewerBuku.SetActive(false);
    panelViewerPoster.SetActive(false);
    btnTutupViewer.gameObject.SetActive(false);
}
```

Gambar 4. 104 Skrip KoleksiManager.cs

Cara kerja validasi konten pada galeri ini berpusat pada fungsi RefreshStatusKoleksi(). Setiap kali panel koleksi dibuka, sistem akan mengevaluasi ketersediaan masing-masing slot modul dengan membaca data riwayat penyelesaian dari memori lokal PlayerPrefs menggunakan kunci identitas idModul, sekaligus mendeteksi status penyelesaian objek interaktif modul pada scene yang sedang berjalan. Apabila suatu modul belum pernah diselesaikan oleh pemain, komponen tombol pada slot tersebut akan langsung dinonaktifkan dan menampilkan visualisasi ikon gembok yang terkunci. Sebaliknya, jika modul telah berhasil dikumpulkan, komponen tombol akan aktif dan dapat ditekan untuk memicu eksekusi fungsi BukaIsiKoleksi().

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 105 Implementasi Koleksi Pada InGameMenu

Fungsi penampil ini bekerja secara adaptif dengan mengecek tipe modulnya, lalu memuat konten gambar materi ke dalam antarmuka yang sesuai, baik ke dalam bingkai buku maupun poster. Sehingga pemain diberikan kebebasan penuh untuk mengulas kembali literatur prinsip animasi kapan pun dibutuhkan tanpa harus mengakses ruangan atau level terlebih dahulu.

4.3.8. Implementasi Sistem *Ingame Menu*

```
public void BukaMenu() {
    panelInGameMenu.SetActive(true); Time.timeScale = 0f; BukaTabPengaturan();
}
1 reference
public void BukaTabPengaturan() {
    isiPengaturan.SetActive(true); isiKoleksi.SetActive(false); isiMainMenu.SetActive(false);
}
0 references
public void BukaTabKoleksi() {
    isiKoleksi.SetActive(true); isiPengaturan.SetActive(false); isiMainMenu.SetActive(false);
}
0 references
public void BukaTabMainMenu() {
    isiMainMenu.SetActive(true); isiKoleksi.SetActive(false); isiPengaturan.SetActive(false);
}
1 reference
public void JadiMenu() {
    QuestManager.Instance.SaveProgress(); Time.timeScale = 1f; SceneManager.LoadScene("MainMenu");
}
3 references
public void TutupMenu() { panelInGameMenu.SetActive(false); Time.timeScale = 1f; }
1 reference
private void BatalMenu() => TutupMenu();
0 references
public void AturVisibilitasTombolMenu(bool aktif) {
    btnBukaMenu.gameObject.SetActive(aktif);
}
1 reference
private void SetupSliderAudio() {
    float simpananBGM = PlayerPrefs.GetFloat("VolumeBGM", 1f);
    float simpananSFX = PlayerPrefs.GetFloat("VolumeSFX", 1f);
    sliderBGM.value = simpananBGM;
    sliderBGM.onValueChanged.AddListener(UbahVolumeBGM);
    sliderSFX.value = simpananSFX;
    sliderSFX.onValueChanged.AddListener(UbahVolumeSFX);
}
1 reference
public void UbahVolumeBGM(float nilaiBaru) {
    PlayerPrefs.SetFloat("VolumeBGM", nilaiBaru);
    PlayerPrefs.Save();
    AudioManager.Instance.SetVolumeBGM(nilaiBaru);
}
1 reference
public void UbahVolumeSFX(float nilaiBaru) {
    PlayerPrefs.SetFloat("VolumeSFX", nilaiBaru);
    PlayerPrefs.Save();
    AudioManager.Instance.SetVolumeSFX(nilaiBaru);
}
```

Gambar 4. 106 Skrip InGameMenuManager.cs

Sistem ingame menu dirancang sebagai antarmuka jeda untuk memberikan kendali tambahan kepada pemain saat permainan sedang berlangsung, seperti mengatur volume audio, melihat koleksi materi, atau keluar dari sesi permainan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pengendalian fitur ini dipusatkan pada skrip InGameMenuManager. Cara kerja utama dari sistem jeda ini dipicu melalui fungsi BukaMenu(). Ketika pemain menekan tombol menu, sistem akan mengaktifkan panel menu dan mengarahkan tampilan halaman ke tab pengaturan sebagai tampilan pertama.

Struktur menu ini dibagi menjadi tiga tab yang diatur secara kondisional melalui fungsi BukaTabPengaturan(), BukaTabKoleksi(), dan BukaTabMainMenu(). Pada tab pengaturan, pemain dapat memanipulasi komponen sliderBGM dan sliderSFX untuk mengubah intensitas suara. Sementara itu, tab koleksi digunakan untuk menampilkan galeri materi yang terhubung langsung dengan KoleksiManager, dan tab menu utama bertindak sebagai panel konfirmasi keluar. Jika pemain memilih membatalkan atau menutup menu melalui fungsi TutupMenu(), sistem akan mengembalikan kecepatan normal permainan dan penutup menu ini. Namun, jika pemain mengonfirmasi pilihan untuk kembali ke mainmenu, sistem akan terlebih dahulu mengeksekusi fungsi perekaman kemajuan data akhir, dan memuat kembali scene "MainMenu" secara utuh.

4.3.9. Implementasi Sistem Audio

```
void Awake() {
    if (Instance == null) { Instance = this; DontDestroyOnLoad(gameObject); }
    else { Destroy(gameObject); return; }
}
0 references
void OnEnable() => SceneManager.sceneLoaded += OnSceneLoaded;
0 references
void OnDisable() => SceneManager.sceneLoaded -= OnSceneLoaded;
0 references
void Start() { LoadVolumeAwal(); }
2 references
private void OnSceneLoaded(Scene scene, LoadSceneMode mode) {
    AudioClip targetKlip = (scene.name == namaSceneMainMenu) ? bgmMainMenu : bgmLantai;
    if (bgmSource.clip == targetKlip && bgmSource.isPlaying) return;
    bgmSource.clip = targetKlip; bgmSource.Play();
}
1 reference
private void LoadVolumeAwal() {
    SetVolumeBGM(PlayerPrefs.GetFloat("VolumeBGM", 1f));
    SetVolumeSFX(PlayerPrefs.GetFloat("VolumeSFX", 1f));
}
1 reference
public void SetVolumeBGM(float nilaiSlider) {
    float nilaiDesibel = nilaiSlider <= 0.0001f ? -80f : Mathf.Log10(nilaiSlider) * 20f;
    mainMixer.SetFloat("BGM_Volume", nilaiDesibel);
}
1 reference
public void SetVolumeSFX(float nilaiSlider) {
    float nilaiDesibel = nilaiSlider <= 0.0001f ? -80f : Mathf.Log10(nilaiSlider) * 20f;
    mainMixer.SetFloat("SFX_Volume", nilaiDesibel);
}
0 references
public void StopBGM() { if (bgmSource != null) bgmSource.Stop(); }
```

Gambar 4. 107 AudioManager.cs

Sistem audio dirancang untuk mengendalikan pemutaran musik latar dan efek suara secara global yang diimplementasikan dengan fungsi DontDestroyOnLoad().



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pendekatan ini memastikan bahwa entitas AudioManager yang pertama kali diinisialisasi pada scene Mainmenu akan terus dipertahankan keberadaannya dan terbawa melintasi berbagai transisi scene lantai permainan lainnya tanpa mengalami penghapusan objek. Cara kerja adaptasi musik latar dikendalikan melalui sistem event listener pada fungsi OnSceneLoaded(), di mana sistem akan mendeteksi nama scene yang sedang dimuat untuk menentukan pergantian audio. Sementara itu, logika pengaturan tingkat intensitas volume dieksekusi melalui fungsi SetVolumeBGM() dan SetVolumeSFX() yang terhubung dengan komponen AudioMixer. Seluruh preferensi pengaturan suara tersebut kemudian diintegrasikan dengan penyimpanan lokal PlayerPrefs melalui metode LoadVolumeAwal() pada saat proses Start, sehingga tingkat volume yang telah dikustomisasi oleh pemain akan selalu dimuat dan diterapkan secara konsisten pada setiap sesi permainan.

4.4. Tahap Pengujian

4.4.1. Deskripsi Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap hasil build permainan guna mengevaluasi kelayakan, menganalisis pengalaman bermain, serta memastikan efektivitas aplikasi sebagai media pembelajaran yang interaktif. Rangkaian evaluasi ini diawali dengan pengujian alpha yang dilaksanakan secara langsung oleh tim pengembang. Pengujian pada tahap ini ditujukan untuk mengidentifikasi kecacatan sistem dan mengevaluasi kelemahan program sebelum didistribusikan secara eksternal. Dilanjutkan dengan validasi materi oleh ahli materi terhadap rancangan desain dan implementasi sistem yang telah dibangun oleh tim pengembang. Proses validasi tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa substansi edukasi di dalam gim "The Secret of Animation" telah relevan dengan sasaran pembelajaran sekaligus mengukur kelayakan dasar permainannya.

Tahap terakhir adalah pengujian beta, yaitu fase uji coba yang melibatkan penilaian objektif dari ahli media di bidang pengembangan gim serta pengujian langsung oleh responden pengguna akhir, yakni mahasiswa Program Studi Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta. Uji coba eksternal ini dirancang untuk mengukur dan menilai kualitas aplikasi secara komprehensif dari sudut pandang pemain, yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

meliputi ketepatan aspek edukatif, efektivitas penyampaian materi, hingga keandalan performa teknis saat permainan dijalankan.

4.4.2. Prosedur Pengujian

4.4.2.1. Pengujian Alpha (Alpha Testing)

Pengujian alpha berfokus pada evaluasi fungsionalitas, navigasi antarmuka, implementasi aset, serta kinerja sistem permainan secara keseluruhan. Prosedur pengujian ini dilaksanakan dengan membandingkan antara hasil yang diharapkan dari suatu fungsi atau objek dengan hasil aktual yang diperoleh saat program dijalankan. Tahap ini dilakukan secara mandiri oleh tim pengembang, baik melalui pengujian internal di dalam Unity Editor maupun pengujian langsung pada hasil build berbasis WebGL.

Uji validasi ahli materi juga dilaksanakan untuk menjamin bahwa konten edukasi di dalam permainan memiliki akurasi teknis dan relevansi pedagogis. Proses validasi ini melibatkan dosen pengampu mata kuliah Prinsip dan Desain Animasi, yakni Ibu Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom. Evaluasi materi ini berlangsung secara berkesinambungan di sepanjang penelitian, mulai dari tahap inisiasi konsep skenario dan rancangan lingkungan, hingga peninjauan aset-aset pembelajaran yang diproduksi oleh game artist. Selain itu, pengembang juga memberikan kuesioner validasi final kepada ahli materi. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa pada saat permainan dirilis, seluruh muatan konten yang disajikan telah selaras dengan Rencana Pembelajaran Semester program studi dan relevan dengan silabus perkuliahan.

4.4.2.2. Pengujian Beta (Beta Testing)

Pengujian beta dilakukan untuk mengevaluasi produk dari sudut pandang eksternal dengan melibatkan dua sumber responden utama, yaitu mahasiswa Program Studi Teknik Multimedia Digital sebagai pengguna akhir, serta ahli media yakni Bapak Muhammad Al Mukhlisiddin, selaku *Academy Program Manager* di PT. Agate International.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Prosedur pengujian terhadap sasaran mahasiswa diselenggarakan baik secara luring maupun daring. Sesi dimulai dengan pemaparan singkat dari tim pengembang mengenai produk permainan, dilanjutkan dengan pendistribusian tautan untuk akses *build game* yang telah dibuat. Mahasiswa kemudian dipersilakan untuk menguji coba permainan secara langsung menggunakan perangkat masing-masing. Bagi responden yang mengalami keterbatasan perangkat, tim pengembang memfasilitasi sesi demonstrasi permainan secara langsung agar mereka tetap dapat mengamati gameplay dan muatan materi di dalamnya. Setelah sesi uji coba selesai, mahasiswa dapat mengisi kuesioner evaluasi yang mengukur beberapa indikator utama, meliputi Aspek Pemahaman Materi, Aspek Teknis, Kemudahan Pemahaman Pengguna terhadap Setiap Prinsip Animasi, Kepuasan Pengguna, dan Efektivitas Media, yang juga dilengkapi dengan kolom saran dan masukan.

Sementara itu, prosedur pengujian oleh ahli media dilaksanakan secara daring. penulis mengirimkan tautan build permainan untuk ditinjau dan diuji coba oleh ahli. Setelah proses evaluasi selesai, ahli media diminta untuk mengisi kuesioner yang mencakup penilaian berbasis skala Likert serta pertanyaan uraian terbuka. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh tinjauan, kritik, dan evaluasi profesional mengenai kualitas pengembangan permainan dari kacamata praktisi industri gim.

4.4.3. Hasil Pengujian

Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan baik dari tahapan pengujian alpha oleh tim pengembang maupun tahap pengujian beta testing oleh pengguna dan ahli media.

4.4.3.1. Alpha Testing

Tabel 4. 7 Hasil Alpha Testing

Judul Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji Coba	Status
Pengecekan Fungsionalitas dan konsistensi	Seluruh komponen antarmuka seperti tombol, panel, slider dan lain-lain berfungsi	Seluruh elemen antarmuka berfungsi dengan baik. Posisi	Sesuai



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Antarmuka Pengguna	dengan baik dan tidak berubah-ubah posisinya.	elemen-elemen tersebut sesuai pada tempatnya.	
Pengecekan Sistem Perpindahan Scene	Transisi scene antara Mainmenu ke Lantai1 dan Lantai2, Lantai 1 ke Mainmenu dan Lantai2, serta Lantai2 ke Mainmenu berjalan tanpa kendala.	Perpindahan Scene berjalan dengan baik dan sesuai.	Sesuai
Alur dan Narasi Permainan	Misi yang akan dijalankan berjalan sesuai urutan dan sistem dialog berfungsi.	Sistem misi berjalan dengan baik dan sesuai urutan, Panel dialog berjalan dengan lancar.	Sesuai
Memainkan Level 1 Secara Keseluruhan	Menjalani level 1 sampai selesai, sehingga misi harus berjalan dengan baik. Seluruh ruangan bisa diakses, Seluruh Skenario dapat berjalan dengan baik, dan Sistem kuis akan mengantarkan pemain ke tahap akhir di level 1	Seluruh Misi dapat diselesaikan, 6 Skenario dapat berjalan dengan baik, Sistem kuis berjalan dengan baik dan dapat kembali lagi ke mainmenu.	Sesuai
Memainkan Level 2 Secara Keseluruhan	Menjalani level 2 sampai selesai, sehingga misi harus berjalan dengan baik. Seluruh ruangan bisa diakses, Seluruh	Seluruh Misi dapat diselesaikan, 6 Skenario dapat berjalan dengan baik, Sistem kuis berjalan dengan baik dan tombol di panel	Sesuai



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Skenario dapat berjalan dengan baik.	selesai berjalan dengan baik.	
Mengakses Fitur Koleksi	menu koleksi di menu utama dan juga menu dalam game harus bisa diakses.	Sistem koleksi modul sudah terimplementasikan dengan baik, status modul terus diperbarui dan modul yang sudah diakses dapat dibuka langsung melalui fitur ini.	Sesuai
Evaluasi Aset 2D, 3D, Video, dan Audio.	Memastikan tidak ada aset 2D yang kosong, material yang hilang, video yang tidak berjalan, serta pengecekan suara BGM dan SFX.	Seluruh aset 2D terlihat dengan baik, material pada asset 3D tidak ada yang hilang, video dapat diputar, dan output suara terdengar. Efek suara sudah diperbaiki.	Sesuai
Pengecekan Sistem Penyimpanan	Game dapat disave dan progres save dapat diakses kembali.	Game berhasil disave melalui menu dalam game dan progress tersebut dapat kembali dilanjutkan.	Sesuai
Pengecekan Performa Teknis	Menjalankan game pada format WebGL dalam website itch.io dengan lancar dan nyaman untuk dimainkan.	Game dapat berjalan dengan lancar saat dimainkan.	Sesuai

4.4.3.2. Uji Validasi Materi oleh Ahli Materi

Berikut ini merupakan hasil kuesioner terkait validasi oleh ahli materi, Ibu Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom dengan Analisis data yang digunakan untuk pengujian beta menggunakan Skala Likert dengan 5 skor jawaban, yaitu Sangat Tidak Setuju (1), Tidak Setuju (2), Netral (3), Setuju (4), dan Sangat Setuju (5).

Tabel 4. 8 Hasil Uji Validasi Ahli Materi

Aspek Kejelasan Penyajian						
No.	Pernyataan	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Penyampaian materi 12 prinsip animasi di dalam game tersusun secara rapih dan mudah dipahami.					✓
2.	Visualisasi via skenario (simulasi / puzzle), animasi contoh, atau aset modul pembelajaran di dalam game mampu memperjelas konsep dari setiap prinsip animasi yang dipaparkan					✓
3.	Bahasa atau istilah yang digunakan dalam menjelaskan materi prinsip animasi dan pertanyaan pada kuis sudah jelas dan tidak menimbulkan makna ganda				✓	
Aspek Relevansi dengan Tujuan Pembelajaran / RPS						
No.	Pernyataan	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Penerapan skenario berupa simulasi atau puzzle pada setiap ruangan sudah relevan dan mampu mendukung pencapaian pemahaman teoretis mengenai prinsip animasi.					✓
2.	Aset visual dalam objek interaksi modul (buku/poster) sudah relevan dan mampu mendukung pencapaian pemahaman teoretis mengenai prinsip animasi.				✓	
3.	Penyusunan kuis di akhir level sebagai syarat penyelesaian level tepat digunakan sebagai instrumen evaluasi untuk mengukur ketercapaian target RPS				✓	
4.	Secara keseluruhan, game edukasi 'The Secret of Animation' ini relevan dan layak digunakan sebagai					✓

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	media penunjang untuk mencapai Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang tercantum dalam RPS					
Aspek Kesesuaian Materi						
No.	Pernyataan	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Definisi, istilah, dan konsep dasar mengenai 12 prinsip animasi yang disajikan di dalam game sudah benar dan tidak ada kekeliruan secara ilmiah				✓	
2.	Cakupan materi yang dimasukkan ke dalam seluruh level game sudah lengkap dan memenuhi standar kompetensi materi 12 prinsip animasi					✓
3.	Contoh visual yang digunakan di dalam game sudah sejalan dengan teks penjelasan teori prinsip animasi yang dipaparkan di kampus				✓	
4.	Penerapan skenario berupa simulasi atau puzzle pada setiap ruangan sudah sesuai dengan penjelasan teori prinsip animasi yang dipaparkan					✓
Aspek Kualitas Pembelajaran						
No.	Pernyataan	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Penyajian materi di dalam game dikemas dengan baik sehingga mampu membuat materi 12 prinsip animasi yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami oleh mahasiswa				✓	
2.	Secara keseluruhan, aset dalam game sudah layak digunakan untuk mendukung pembelajaran 12 prinsip animasi.				✓	
3.	Pengalaman belajar melalui game ini berdampak positif pada peningkatan pengetahuan sekaligus kemampuan analisis visual mahasiswa terhadap prinsip animasi					✓



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.	Kedalaman materi dan estimasi waktu bermain di dalam game ini sudah proporsional dan sesuai dengan beban belajar/SKS mata kuliah terkait					✓
5.	Berdasarkan penilaian menyeluruh pada aspek-aspek di atas, game edukasi "The Secret of Animation" ini dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif terkait 12 prinsip animasi					✓
Total Skor		73 / 80				
Persentase Index (%)		91,25%				
Hasil		Sangat Baik				

4.4.3.3. Beta Testing oleh Ahli Media

Berikut ini merupakan hasil kuesioner terkait beta testing oleh ahli media, Bapak Muhammad Al Mukhlisiddin dengan Analisis data yang digunakan untuk pengujian beta menggunakan Skala Likert dengan 5 skor jawaban, yaitu Sangat Tidak Setuju (1), Tidak Setuju (2), Netral (3), Setuju (4), dan Sangat Setuju (5).

Tabel 4. 9 Hasil Kuesioner Dengan Ahli Media

No.	Pernyataan	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Mekanik permainan ini mudah dipahami oleh pemain baru				✓	
2.	Instruksi terkait alur permainan dan juga cara bermain game ini mudah dipahami					✓
3.	Instruksi terkait mekanik untuk setiap skenario simulasi dan puzzle dapat tersampaikan dengan jelas				✓	
4.	Sistem kontrol dalam aplikasi ini responsif dan mudah dikuasai				✓	
5.	Antarmuka pengguna (UI) untuk game ini sudah jelas dan mudah dinavigasi			✓		
6.	Mekanik skenario dalam permainan memberikan rasa tantangan sekaligus menyenangkan			✓		



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

7.	Tantangan pada objek Skenario (berupa simulasi/puzzle prinsip animasi) memberikan umpan balik visual yang jelas atas tindakan yang dilakukan pemain.				✓	
8.	Mekanik kuis berupa penerimaan soal, proses menjawab, hingga evaluasi akhir sebagai syarat kelulusan level (win condition) sudah berfungsi dengan baik					✓
9.	Durasi permainan setiap sesi (misalnya, durasi per level, durasi per skenario) terasa pas dan sesuai (tidak terlalu lama atau tidak terlalu cepat)					✓
10.	Aplikasi ini berjalan dengan lancar tanpa adanya bug atau crash yang krusial					✓
11.	Aspek visual dalam game ini cocok dan mendukung pemain untuk memahami materi yang ingin disampaikan					✓
12.	Aspek Audio dalam game ini sudah baik dan nyaman sehingga tidak mengganggu pengalaman bermain		✓			
Total Skor		49 / 60				
Persentase Index (%)		81.67%				
Hasil		Sangat Baik				

Selain memberikan pertanyaan dengan format jawaban skala, penulis juga menambahkan pertanyaan uraian sehingga ahli media dapat lebih menjelaskan terkait hasil pengujian yang telah dilakukan. Hasil dari pertanyaan uraian sebagai berikut.

Pertanyaan Uraian	Jawaban Ahli Media
Apakah aspek fungsionalitas dan alur Antarmuka Pengguna (UI) dalam game ini sudah berjalan dengan baik ?	secara umum elemen UI yang interactable dalam game bisa diklik, tetapi user experience dalam hal discoverabilitynya masih perlu ditingkatkan. misalnya, setelah satu room diklik lalu muncul "pop up" informasi tentang prinsip animasi apa yang akan diajarkan di situ, tidak ada signifier (penanda) yang signifikan dan jelas tentang sebelah mana dari "pop up" tersebut yang perlu diklik. kemudian saya menyadari kalau elemen container berisi teks nama prinsipnya adalah elemen yang perlu diklik. kalau begitu, ketika kursor melakukan hover



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	ke situ, perlu diberikan feedback bahwa itu bisa diklik. misalnya, dengan mengubah warna containernya ketika kursor hover ke situ. lalu selain itu, ketika saya sudah menyelesaikan 2 lantai tersebut, lalu saya kembali ke main menu dan klik lagi tombol main, saya hanya diperlihatkan kembali skor dari 2 lantai tersebut. ketika saya klik lagi tiap lantai, tidak terjadi apa-apa. saya kira saya bisa main lagi dengan cara klik lantai tersebut
Apakah gameplay dan juga alur misi disetiap levelnya dalam game ini tersampaikan dan dapat dijalankan dengan jelas ?	alur misi (interaksi dengan room > baca materi > coba simulasi prinsip animasi) sudah cukup jelas.
Bagaimana pandangan Bapak/Ibu mengenai kejelasan dan efektivitas umpan balik (<i>feedback</i>) yang diberikan sistem, baik setelah penyelesaian skenario maupun kuis, dalam membantu pemain memahami letak kesalahan atau keberhasilan mereka?	feedback dari kuis sudah cukup jelas. baik itu kebenaran maupun kesalahan ketika menjawab suatu pertanyaan, maupun evaluasi performa setelah menjawab semua soal. tetapi feedback dari penyelesaian suatu misi (setelah berinteraksi dengan simulai prinsip dasar animasi), itu masih bisa ditingkatkan lagi. misalnya, ketika saya selesai melakukan interaksi dengan simulasi prinsip dasar animasi, saya langsung diberikan "pop up" berupa penjelasan tentang prinsip tersebut. ini tidak terasa seperti "reward" atas keberhasilan saya berinteraksi dengan prinsip tersebut. pada room lain, misalnya, room tentang staging, reward itu tersampaikan dengan baik dengan adanya kesan komentar dari bosnya.
Apakah mekanisme penyimpanan progres dan penyimpanan koleksi modul di dalam game ini sudah cukup	progress penyelesaian misi per misi dan per room: perlu ditingkatkan feedback ketika suatu diselesaikan. bisa jadi dengan SFX dan feedback secara visual yang secara eksplisit menyatakan kalau "kamu menyelesaikan suatu misi"



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

intuitif, mudah diakses, dan bebas dari kendala teknis?	progression penyelesaian room: sebaiknya setelah suatu room diselesaikan, diberikan tanda bahwa room tersebut sudah diselesaikan. mengenai koleksi modul, sudah cukup baik
Bagaimana analisis Bapak/Ibu mengenai fungsionalitas AI NPC penghalang pada skenario puzzle untuk materi prinsip "staging" ini?	pandangan saya tentang NPC pada simulasi materi staging ini adalah NPC sudah berfungsi dengan baik sebagai penghalang bagi pemain untuk bisa berhasil melakukan staging. ini juga sudah diberikan feedback dengan baik lewat komentar karakter bos tersebut
Apakah aspek visual dan juga aspek audio yang dimiliki game ini sudah terimplementasikan dengan baik?	ketika saya mencoba gamenya, suara yang muncul hanya BGM sepanjang permainan dan musik ketika peti harta karun terbuka. SFX-nya tidak muncul sama sekali
Bagaimana analisis atau pandangan Bapak/Ibu mengenai efektivitas game edukasi ini dalam memfasilitasi pemahaman mahasiswa terhadap 12 prinsip animasi?	game ini sudah cukup interaktif dalam memeragakan penerapan 12 prinsip animasi
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada aplikasi game edukasi 'The Secret of Animation', apakah Bapak/Ibu memiliki saran atau masukan menyeluruh terkait	khususnya untuk bagian materi teksnya, sebaiknya layout dan tipografinya bisa ditingkatkan lagi. wall of text dengan satu baris teks yang terdiri lebih dari 8 kata agak lumayan mengurangi minat membaca materinya. jadi khususnya kamu perlu mengatur lagi penyajian informasi teksnya. lalu soal narrative, saya lihat di awal terdapat cutscene yang menjelaskan konteks kenapa player perlu melakukan semua aktivitas tersebut. tetapi di akhir cerita, setelah permainannya



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

perbaikan kualitas media dan fungsionalitas <i>game</i> ini ke depannya?	dimenangkan, saya tidak melihat lagi karakter yang ada di awal tadi. sebaiknya untuk kontinuitas narrative, perlu setidaknya ada satu gambar yang menunjukkan sang karakter.
--	--

4.4.3.4. Beta Testing oleh Pengguna

Hasil Kuesioner beta testing yang diisi oleh target akhir atau pengguna yakni mahasiswa Teknik Multimedia Digital mendapatkan jumlah responden sebesar 32 responden. Berikut ini hasil dari kuesioner berupa pertanyaan dengan penilaian skala likert yang mencakup beberapa aspek penilaian terkait penelitian ini.

Aspek Pemahaman Materi						
No.	Pertanyaan					
1	Aplikasi game edukasi ini membantu saya memahami konsep 12 Prinsip Animasi dengan lebih mudah.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	0	16	16
	Skor	0	0	0	64	80
	Skor Total	144				
	Persentase Index	90%				
	Hasil	Sangat Baik				
2	Penjelasan setiap prinsip animasi dalam game mudah dipahami					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	16	14
	Skor	0	0	6	64	70
	Skor Total	140				
	Persentase Index	87,5%				
	Hasil	Sangat Baik				
3	Contoh visual diberikan dalam game memberikan gambaran nyata mengenai implementasi dari prinsip animasi terkait					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	15	14
	Skor	0	0	9	60	70

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Skor Total	139				
	Persentase Index	86,875%				
	Hasil	Sangat Baik				
4	Kombinasi antara objek modul (buku/poster) dan skenario (simulasi/puzzle) di setiap ruangan membuat penjelasan prinsip animasi jadi lebih jelas					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	6	15	11
	Skor	0	0	18	60	55
	Skor Total	133				
	Persentase Index	83,125%				
	Hasil	Sangat Baik				
5	Simulasi atau puzzle dalam game membantu saya memahami perbedaan antara animasi yang benar dan kurang tepat.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	14	16
	Skor	0	0	6	56	80
	Skor Total	142				
	Persentase Index	88,75%				
	Hasil	Sangat Baik				
6	Seluruh materi yang disampaikan baik melalui modul buku, poster, atau informasi tambahan dari setiap prinsip dapat dipahami dengan mudah					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	18	11
	Skor	0	0	9	72	55
	Skor Total	136				
	Persentase Index	85%				
	Hasil	Sangat Baik				
7	Setelah memainkan game ini, saya dapat membedakan fungsi dari masing-masing prinsip animasi					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	13	17
	Skor	0	0	6	52	85
	Skor Total	143				
	Persentase Index	89,375%				

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Hasil	Sangat Baik				
8	Materi kuis di dalam game ini sudah sesuai dengan pemaparan materi prinsip animasi yang diajarkan di perkuliahan.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	16	14
	Skor	0	0	6	64	70
	Skor Total	140				
	Persentase Index	87,5%				
	Hasil	Sangat Baik				
Aspek Teknis dan Pengalaman Bermain						
No.	Pertanyaan					
1	Alur dari permainan ini dapat saya pahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	5	16	11
	Skor	0	0	15	64	55
	Skor Total	134				
	Persentase Index	83,75%				
	Hasil	Sangat Baik				
2	Mini-game seperti simulasi atau puzzle dalam game ini cocok untuk menggambarkan prinsip animasi terkait					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	19	10
	Skor	0	0	9	76	50
	Skor Total	135				
	Persentase Index	84,375%				
	Hasil	Sangat Baik				
3	Sistem interaksi dalam permainan ini (point-and-click) dalam mengeksplorasi ruangan berjalan dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	14	16
	Skor	0	0	6	56	80
	Skor Total	142				
	Persentase Index	88,75%				
	Hasil	Sangat Baik				



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4	Navigasi dan kontrol dalam game mudah digunakan					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	18	11
	Skor	0	0	9	72	55
	Skor Total	136				
	Persentase Index	85%				
	Hasil	Sangat Baik				
5	Perpaduan gaya visual 3D dan 2D didalam permainan ini terasa menarik dan nyaman dilihat.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	7	12	13
	Skor	0	0	21	48	65
	Skor Total	134				
	Persentase Index	83,75%				
	Hasil	Sangat Baik				
6	Petunjuk atau instruksi dalam setiap skenario (simulasi / puzzle) mudah dipahami					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	17	13
	Skor	0	0	6	68	65
	Skor Total	139				
	Persentase Index	86,875%				
	Hasil	Sangat Baik				
7	Tombol, ikon, dan elemen UI memiliki ukuran yang nyaman untuk dilihat dan digunakan.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	17	12
	Skor	0	0	9	68	60
	Skor Total	137				
	Persentase Index	85,625%				
	Hasil	Sangat Baik				
Kemudahan Pemahaman Pengguna Terhadap Setiap Prinsip						
No.	Pertanyaan					

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1	Pembahasan terkait prinsip animasi "Squash and Stretch" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	14	17
	Skor	0	0	3	56	85
	Skor Total	144				
	Persentase Index	90%				
	Hasil	Sangat Baik				
2	Pembahasan terkait prinsip animasi "Anticipation" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	14	17
	Skor	0	0	3	56	85
	Skor Total	144				
	Persentase Index	90%				
	Hasil	Sangat Baik				
3	Pembahasan terkait prinsip animasi "Staging" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	13	17
	Skor	0	0	6	52	85
	Skor Total	143				
	Persentase Index	89,375%				
	Hasil	Sangat Baik				
4	Pembahasan terkait prinsip animasi "Straight Ahead and Pose to Pose" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	17	14
	Skor	0	0	3	68	70
	Skor Total	141				
	Persentase Index	88,125%				
	Hasil	Sangat Baik				
5	Pembahasan terkait prinsip animasi "Follow Through and Overlapiing Action" didalam game dapat dipahami dengan baik					

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	17	14
	Skor	0	0	3	68	70
	Skor Total	142				
	Persentase Index	88,75%				
	Hasil	Sangat Baik				
6	Pembahasan terkait prinsip animasi "Slow In Slow Out" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	16	15
	Skor	0	0	3	64	75
	Skor Total	145				
	Persentase Index	90,625%				
	Hasil	Sangat Baik				
7	Pembahasan terkait prinsip animasi "Arcs" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	15	16
	Skor	0	0	3	60	80
	Skor Total	143				
	Persentase Index	89,375%				
	Hasil	Sangat Baik				
8	Pembahasan terkait prinsip animasi "Secondary Action" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	14	17
	Skor	0	0	3	56	85
	Skor Total	144				
	Persentase Index	90%				
	Hasil	Sangat Baik				
9	Pembahasan terkait prinsip animasi "Exaggeration" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	17	14



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Skor	0	0	3	68	70
	Skor Total	141				
	Persentase Index	88,125%				
	Hasil	Sangat Baik				
10	Pembahasan terkait prinsip animasi "Timing and Spacing" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	12	18
	Skor	0	0	6	48	90
	Skor Total	144				
	Persentase Index	90%				
	Hasil	Sangat Baik				
11	Pembahasan terkait prinsip animasi "Solid Drawing" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	15	16
	Skor	0	0	3	60	80
	Skor Total	143				
	Persentase Index	89,375%				
	Hasil	Sangat Baik				
12	Pembahasan terkait prinsip animasi "Appeal" didalam game dapat dipahami dengan baik					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	1	13	18
	Skor	0	0	3	52	90
	Skor Total	145				
	Persentase Index	90,625%				
	Hasil	Sangat Baik				
Kepuasan Pengguna dan Efektivitas Media						
No.	Pertanyaan					
1	Saya merasa pembelajaran menggunakan game lebih efektif dibanding metode biasa atau konvensional.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	15	14

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Skor	0	0	9	60	70
	Skor Total	139				
	Persentase Index	86,875%				
	Hasil	Sangat Baik				
2	Game tetap terasa menyenangkan dan tidak membosankan meskipun mengandung unsur edukasi					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	1	5	11	15
	Skor	0	2	15	44	75
	Skor Total	136				
	Persentase Index	85%				
	Hasil	Sangat Baik				
3	Game ini membantu saya mempelajari dan mengingat materi terkait prinsip animasi					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	16	13
	Skor	0	0	9	64	65
	Skor Total	138				
	Persentase Index	86,25%				
	Hasil	Sangat Baik				
4	Dengan adanya game edukasi ini, saya menjadi lebih tertarik untuk mempelajari prinsip animasi					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	5	14	13
	Skor	0	0	15	56	65
	Skor Total	136				
	Persentase Index	85%				
	Hasil	Sangat Baik				
5	Adanya tantangan berupa pengumpulan seluruh informasi ruangan sebelum membuka kuis akhir memotivasi saya untuk menyelesaikan game					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	4	14	14
	Skor	0	0	12	56	70
	Skor Total	138				

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

	Persentase Index	86,25%				
	Hasil	Sangat Baik				
6	Secara keseluruhan, saya merasa puas dengan pengalaman belajar sambil bermain menggunakan aplikasi game ini.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	3	14	15
	Skor	0	0	9	56	75
	Skor Total	140				
	Persentase Index	87,5%				
	Hasil	Sangat Baik				
7	Aplikasi ini efektif dan layak direkomendasikan sebagai media penunjang pembelajaran interaktif di perkuliahan.					
	Jawaban	STS	TS	N	S	SS
	Jumlah Responden	0	0	2	16	14
	Skor	0	0	6	64	70
	Skor Total	140				
	Persentase Index	87,5%				
	Hasil	Sangat Baik				
Persentase Index Total		698,125% + 598,125% + 1.074,375% + 604,375% = 2.975%				
Rata-Rata Index Keseluruhan		87,50%				
Hasil		Sangat Baik				

Hasil pengujian beta kepada responden menunjukkan bahwa aplikasi gim edukasi 12 prinsip animasi ini mendapatkan penerimaan yang sangat positif. Seluruh parameter yang dievaluasi meliputi tingkat pemahaman materi, kualitas teknis dan pengalaman bermain, kemudahan pemahaman tiap prinsip, tingkat kepuasan pengguna, hingga kualitas aset visual yang berhasil mencapai predikat "Sangat Baik" dengan perolehan rata-rata indeks keseluruhan sebesar 87,39%.

Pencapaian angka tersebut merepresentasikan bahwa mayoritas pengguna merasa sangat terbantu dalam mengingat dan memahami konsep ke-12 prinsip animasi melalui integrasi skenario simulasi dan puzzle yang disajikan secara interaktif. Secara keseluruhan, gim edukasi ini terbukti efektif, menyenangkan, dan sangat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

layak untuk diimplementasikan sebagai media penunjang pembelajaran di perkuliahan. Di samping itu, pengembang tetap memiliki ruang pada peningkatan detail lingkungan (environment) 3D, guna memaksimalkan kualitas visual di masa mendatang.

4.4.4. Analisis Data / Evaluasi Pengujian

4.4.4.1. Analisis Alpha Testing

Hasil pengujian alpha terhadap keseluruhan sistem dan fitur dalam gim edukasi ini menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas, mekanik permainan, dan antarmuka pengguna telah berjalan dengan stabil dan sesuai dengan rancangan. Dari sisi interaktivitas, seluruh elemen antarmuka seperti tombol, toggle, slider, hingga dropdown memberikan respons yang akurat dan diletakkan pada tata letak yang konsisten. Alur narasi yang disajikan melalui panel dialog serta sistem pelacakan misi berjalan dengan baik, menuntun pemain dari awal permainan hingga akhir. Pengujian menyeluruh pada Level 1 dan Level 2 juga membuktikan bahwa siklus permainan dapat diselesaikan secara utuh, mencakup eksekusi seluruh skenario simulasi dan puzzle, kelancaran sistem kuis evaluasi, hingga akses menuju area akhir (harta karun).

Secara teknis, fitur-fitur esensial pendukung aplikasi juga telah beroperasi secara optimal. Sistem perpindahan scene antar-lantai dan menu utama dieksekusi tanpa kendala, sementara fitur koleksi berhasil memperbarui dan menampilkan modul materi secara real-time baik di dalam permainan maupun di menu utama. Sistem penyimpanan data juga telah berfungsi dengan baik, memastikan pemain dapat merekam dan melanjutkan permainan mereka dengan aman. Dari segi performa, build gim dalam format WebGL terbukti mampu berjalan dengan sangat lancar tanpa kendala framerate saat dimainkan melalui platform itch.io.

Meskipun demikian, pada tahap pengujian ini tim penulis sempat menemukan bahwa ada satu aspek yang memerlukan penyempurnaan. Walaupun kualitas aset 2D, integrasi material 3D, pemutaran video, dan pemutaran musik latar (BGM) telah terimplementasi dengan sempurna, sistem efek suara (SFX) terpantau masih belum terimplementasi di dalam permainan. Tetapi pada akhirnya evaluasi terkait



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

hal ini sudah diperbaiki dan sekarang aplikasi gim ini telah memenuhi standar stabilitas struktural, fungsional, dan teknis yang sangat memadai.

4.4.4.2. Analisis Uji Validasi Materi oleh Ahli Materi

Evaluasi validasi oleh ahli materi terhadap aplikasi gim edukasi "The Secret of Animation" diklasifikasikan ke dalam empat parameter utama guna mengukur kelayakan substansi pembelajaran. Pada Aspek Kejelasan Penyajian, materi mengenai 12 prinsip animasi dinilai telah tersusun secara rapi dan sangat mudah dipahami. Penggunaan skenario interaktif berupa simulasi dan puzzle, dipadukan dengan animasi contoh serta aset modul, dinilai sangat berhasil memperjelas konsep dari setiap prinsip yang dipaparkan. Penggunaan bahasa dan istilah dalam penjelasan teori maupun pertanyaan kuis juga dinilai sudah jelas dan tidak menimbulkan ambiguitas makna.

Pada Aspek Relevansi dengan Tujuan Pembelajaran (RPS), penerapan skenario interaktif, ketersediaan aset visual modul, hingga penyusunan kuis di akhir level dinyatakan tepat untuk digunakan sebagai instrumen evaluasi pembelajaran. Secara keseluruhan, gim edukasi ini dinilai sangat relevan dan memenuhi kelayakan sebagai media penunjang pembelajaran untuk mencapai Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang telah digariskan di dalam RPS.

Terkait Aspek Kesesuaian Materi, definisi, istilah, serta pemaparan konsep dasar yang disajikan di dalam permainan dinilai sudah akurat secara ilmiah tanpa adanya kekeliruan. Cakupan materi yang diimplementasikan di seluruh level permainan juga dinyatakan lengkap dan memenuhi standar kompetensi. Selain itu, contoh visual dan penerapan skenario ruangan dinilai telah sepenuhnya sejalan dengan penjelasan teori prinsip animasi yang diajarkan pada kegiatan perkuliahan tatap muka.

Pada Aspek Kualitas Pembelajaran, pengemasan materi di dalam aplikasi terbukti mampu mendegradasi kompleksitas teori 12 prinsip animasi sehingga menjadi lebih mudah dicerna oleh mahasiswa. Pengalaman belajar melalui gim ini diyakini akan memberikan dampak yang positif terhadap peningkatan pengetahuan teoretis sekaligus kemampuan analisis visual mahasiswa. Kedalaman materi beserta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

estimasi waktu bermain di dalam gim juga dinilai sudah sangat proporsional dengan beban belajar atau SKS mata kuliah yang bersangkutan.

Di samping penilaian kuantitatif, ahli materi turut memberikan sejumlah catatan sebagai acuan penyempurnaan aplikasi. Dari segi kebahasaan, ahli menyarankan agar penggunaan istilah dapat dioptimalkan kembali dengan susunan bahasa yang lebih sederhana, ruang lingkup materi pada aplikasi disarankan dapat diperluas untuk mengakomodasi topik pembelajaran lainnya di luar cakupan saat ini. Sementara itu, ahli secara spesifik memberikan masukan pada materi Appeal, di mana ilustrasi gambar yang digunakan perlu disesuaikan agar lebih menampakkan karakteristik visual yang menonjol dari prinsip tersebut.

Secara akumulatif, pengujian validasi kelayakan oleh ahli materi ini menghasilkan perolehan skor total sebesar 73 dari nilai maksimal 80. Berdasarkan perhitungan tersebut, aplikasi mencatatkan persentase indeks kelayakan sebesar 91,25%, yang mana menempatkan produk ini ke dalam kategori "Sangat Baik". Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa secara keilmuan dan pedagogis, gim edukasi "The Secret of Animation" dinyatakan sangat valid, akurat, dan sangat layak untuk diimplementasikan sebagai media pembelajaran interaktif bagi mahasiswa.

4.4.4.3. Analisis Beta Testing oleh Ahli Media

Berdasarkan hasil pengujian beta yang telah dilakukan oleh ahli media, berikut ini adalah penjabaran penilaian terhadap gim edukasi "The Secret of Animation" berdasarkan instrumen skala Likert (skala 1-5).

1. Instruksi terkait alur permainan dan cara bermain dinilai sangat mudah dipahami (Skor 5).
2. Mekanik kuis, mulai dari proses menjawab hingga evaluasi akhir kelulusan, dinilai sudah berfungsi dengan sangat baik (Skor 5).
3. Durasi permainan setiap sesi (per level maupun per skenario) dinilai sangat pas dan sesuai (Skor 5).
4. Mekanik permainan dinilai mudah dipahami oleh pemain baru (Skor 4).
5. Instruksi mekanik untuk setiap skenario simulasi dan puzzle dinilai dapat tersampaikan dengan jelas (Skor 4).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

6. Tantangan skenario simulasi dinilai telah memberikan umpan balik visual yang jelas atas tindakan pemain (Skor 4).
7. Mekanik skenario dinilai cukup menantang sekaligus menyenangkan (Skor 3).
8. Sistem kontrol di dalam aplikasi dinilai responsif dan mudah dikuasai (Skor 4).
9. Antarmuka pengguna (UI) dinilai cukup jelas dan dapat dinavigasi (Skor 3).
10. Aplikasi dinilai berjalan dengan sangat lancar tanpa adanya bug atau crash yang krusial (Skor 5).
11. Aspek visual dalam gim dinilai sangat cocok dan mendukung penyampaian materi (Skor 5).
12. Aspek audio dinilai kurang maksimal dan mengganggu pengalaman bermain karena adanya kendala pada sistem suara (Skor 2).

Selain terkait hasil jawaban dengan instrumen skala Likert, ahli merekomendasikan sejumlah penyempurnaan yang berfokus pada peningkatan pengalaman pengguna. Pembaruan yang disarankan meliputi penyempurnaan indikator runagan agar pemain tidak perlu mekenan area dua kali dan informasi tambahan terkait ruangan yang sudah dikunjungi, serta penguatan sensasi pencapaian melalui visual atau audio tambahan ketika skenario diselesaikan. Ahli juga menyoroti perlunya perbaikan tata letak tipografi materi agar tidak menyajikan blok teks yang terlalu panjang guna menjaga minat baca, serta menyarankan penambahan kehadiran karakter pada akhir permainan untuk memperkuat kontinuitas naratif dari cutscene awal.

Selain itu, ahli media juga menyoroti kurangnya kejelasan informasi terkait batasan aksesibilitas level pada menu utama. Oleh karena itu, disarankan untuk menambahkan keterangan teks atau penanda visual yang lebih jelas guna menginformasikan kepada pemain bahwa level yang telah diselesaikan memang dikunci secara permanen dan tidak dapat diakses kembali. Sementara itu, dari segi teknis ditemukan kendala yang memerlukan perbaikan agar pengalaman bermain menjadi lebih optimal. Temuan teknis utama meliputi ketidaksempurnaan pada sistem audio, di mana efek suara (*SFX*) interaksi sama sekali.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Menindaklanjuti hasil evaluasi dan masukan dari ahli media, pengembang telah melakukan pembaruan sistem permainan mencakup perbaikan fungsionalitas sistem efek suara (*SFX*) secara menyeluruh, serta penambahan indikator penanda visual pada area ruangan untuk memperjelas status penyelesaian misi bagi pemain. Langkah perbaikan ini dilakukan untuk memastikan kualitas interaktivitas dan pengalaman pengguna yang lebih optimal. Sementara itu, catatan evaluasi yang secara spesifik berkaitan dengan penyempurnaan estetika aset visual dan pengaturan tata letak tipografi telah diinformasikan serta diteruskan kepada *game artist* untuk ditelaah kembali.

Berdasarkan hasil evaluasi uraian, aspek fungsionalitas dan efektivitas aplikasi secara umum dinilai telah berjalan dengan sangat baik. Ahli menyatakan bahwa alur penyampaian misi tersusun secara jelas, didukung oleh sistem kuis yang mampu memberikan umpan balik evaluasi akhir secara akurat. Selain itu, kinerja mekanik NPC pada materi Staging, kelancaran fitur pengarsipan koleksi modul, serta tingkat interaktivitas permainan secara keseluruhan dinilai berhasil dan efektif dalam memfasilitasi pemahaman pemain terhadap penerapan 12 prinsip animasi.

4.4.4.4. Analisis Beta Testing oleh Pengguna

Berdasarkan hasil pengujian beta yang melibatkan 32 responden pengguna akhir, diperoleh analisis evaluasi yang diklasifikasikan ke dalam beberapa aspek utama dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aspek Pemahaman Materi serta Setiap Prinsip Animasi

Dari segi pemahaman, aplikasi ini dinilai sangat efektif dalam menyampaikan pengetahuan. Hasil terkait kemudahan pemahaman mencapai indeks tertinggi sebesar 90,62% (kategori Sangat Baik) pada materi Slow In Slow Out dan Appeal. Selain itu, 89,37% responden sangat sepakat bahwa setelah memainkan gim ini, mereka dapat membedakan fungsi dari masing-masing prinsip animasi dengan baik. Penggunaan contoh visual dinilai sangat berhasil memberikan gambaran nyata oleh 86,87% responden, sementara 83,12% responden menyatakan sangat setuju bahwa kombinasi antara pembacaan objek modul dan eksekusi skenario puzzle

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

membuat penjelasan prinsip animasi menjadi jauh lebih jelas. Dengan ini, penilaian terhadap aspek pemahaman materi dengan total 8 pertanyaan pada pengujian beta mendapatkan rata-rata persentase indeks sebesar 87,27% dengan nilai “Sangat Baik”. Selain itu, penilaian terhadap kemudahan pemahaman pengguna terkait setiap prinsip yang dibahas dengan total 12 pertanyaan mendapatkan rata-rata persentase indeks sebesar 89,53% dengan nilai “Sangat Baik”.

2. Aspek Teknis dan Pengalaman Bermain

Pada aspek teknis, sistem navigasi dan kontrol point-and-click untuk mengeksplorasi ruangan dinilai sangat responsif dan sangat mudah dikuasai dengan indeks kepuasan sebesar 88,75%. Petunjuk atau instruksi untuk setiap skenario puzzle maupun simulasi juga dinilai dapat tersampaikan dengan sangat jelas (86,87%). Secara keseluruhan, 83,75% responden sangat setuju bahwa alur permainan dirancang dengan baik sehingga sangat mudah diikuti oleh pengguna. Dengan ini, penilaian terhadap aspek teknis dan pengalaman bermain dengan total 7 pertanyaan pada pengujian beta mendapatkan rata-rata persentase indeks sebesar 85,45% dengan nilai “Sangat Baik”.

3. Kepuasan Pengguna dan Efektivitas Media

Gim ini sangat berhasil memberikan alternatif pembelajaran yang inovatif. Sebanyak 86,87% responden merasa sangat yakin/setuju bahwa metode pembelajaran melalui gim edukasi ini jauh lebih efektif dibandingkan metode konvensional. Pengalaman bermain juga dinilai sangat menyenangkan dan sama sekali tidak membosankan (85%), serta sangat sukses memotivasi pengguna untuk menyelesaikan tantangan (86,25%). Diakhir, 87,50% responden merasa sangat puas secara keseluruhan dengan pengalaman belajar sambil bermain menggunakan aplikasi gim ini. Dengan ini, penilaian terhadap kepuasan pengguna dan efektivitas media dengan total 7 pertanyaan pada pengujian beta mendapatkan rata-rata persentase indeks sebesar 86,34% dengan nilai “Sangat Baik”.

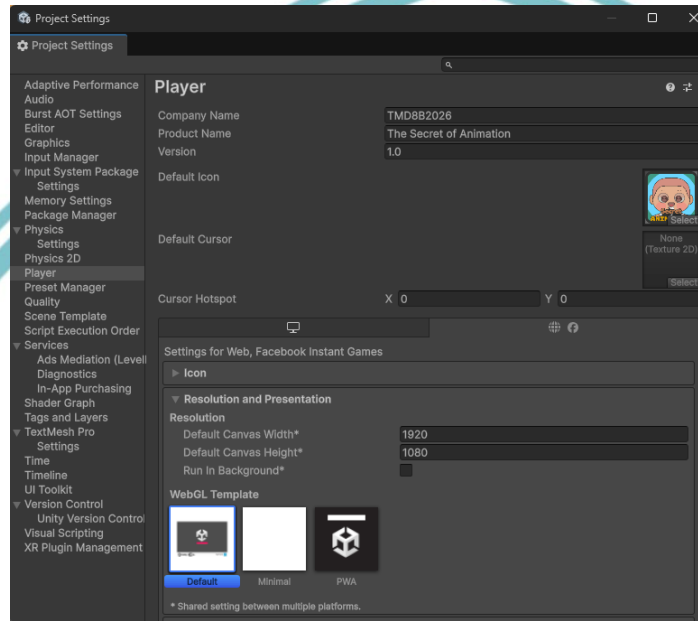
Secara keseluruhan, berdasarkan perhitungan rata-rata indeks dari keempat indikator evaluasi yang mencapai nilai 87,50%, dapat disimpulkan bahwa gim

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

edukasi "The Secret of Animation" mendapatkan penilaian murni dalam kategori "Sangat Baik". Media pembelajaran interaktif ini terbukti sangat efektif dan layak direkomendasikan sebagai media penunjang pembelajaran materi 12 prinsip animasi untuk mahasiswa Teknik Multimedia Digital Politeknik Negeri Jakarta.

4.5. Tahap Perilisan (*Release*)



Gambar 4. 108 Pengaturan Build Game

Tahap ini adalah tahap di mana produk yang telah dikembangkan dirilis secara resmi kepada pengguna akhir. Game edukasi ini diekspor ke dalam format WebGL agar dapat dijalankan secara langsung melalui web browser pada perangkat desktop dengan resolusi yang ditetapkan yakni 1920x1080 piksel.

Selanjutnya, produk akhir game edukasi ini didistribusikan melalui platform digital Itch.io dengan memanfaatkan fitur embedded HTML5 game player. Platform Itch.io dipilih karena memberikan aksesibilitas yang luas, kemudahan dalam proses pemuatan data, serta mendukung format WebGL sehingga pengguna dapat langsung memainkan game tanpa harus mengunduh berkas executable (.exe) terlebih dahulu. Dengan demikian, media pembelajaran "The Secret of Animation" yang dikembangkan ini dapat dimanfaatkan secara optimal oleh pengguna sebagai sarana edukasi interaktif dalam memahami 12 prinsip dasar animasi.



BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Setelah menyelesaikan proses pengembangan game edukasi 3D tentang 12 prinsip animasi, diperoleh beberapa kesimpulan yang mencerminkan keberhasilan dari sisi teknis, pembelajaran, dan pengalaman pengguna sebagai berikut:

1. Penulis telah berhasil mengembangkan game edukasi yang berjudul “The Secret of Animation”, memiliki 2 level dengan 6 prinsip pada setiap level. Setiap level dirancang dengan enam ruangan yang masing-masing ruangan mewakili salah satu prinsip animasi.
2. Proses pengembangan game ini menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC) dan game dikembangkan menggunakan Unity Engine. Hasil akhir berupa aplikasi game untuk desktop dengan format WebGL yang bisa dimainkan langsung menggunakan browser pengguna.
3. Hasil evaluasi kuantitatif yang melibatkan 32 responden mendapatkan perolehan rata-rata indeks yang tinggi pada setiap aspek pengujian seperti pada Aspek Pemahaman Materi sebesar 87,27%, Kemudahan Pemahaman Pengguna Terhadap Setiap Prinsip sebesar 89,53%, Aspek Teknis dan Pengalaman Bermain sebesar 85,45%, serta Aspek Kepuasan Pengguna dan Efektivitas Media sebesar 86,34%. Berdasarkan akumulasi dari seluruh aspek tersebut, tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna berada pada kategori "Sangat Baik" dengan rata-rata indeks mencapai 87,50%.
4. Secara keseluruhan, aplikasi gim edukasi "The Secret of Animation" telah berhasil dikembangkan dan terbukti efektif baik dari segi penyampaian materi maupun pengalaman penggunanya. Dengan demikian, aplikasi ini dinilai sangat layak sebagai media pembelajaran interaktif bagi mahasiswa Program Studi Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta.

5.2. Saran

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada permainan edukasi prinsip animasi ini, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Saat ini produk hanya dapat diakses melalui platform desktop menggunakan web browser (WebGL). Agar dapat menjangkau audiens yang lebih luas serta meningkatkan aksesibilitas pengguna, disarankan untuk mengembangkan versi yang kompatibel dengan platform mobile (Android dan iOS), mengingat tingginya intensitas penggunaan perangkat seluler di kalangan mahasiswa.
2. Mengacu pada hasil evaluasi ahli media terkait pengalaman pengguna, disarankan untuk memperbarui aset materi edukasi dengan penyesuaian tata letak dan tipografi untuk menghindari penumpukan teks, sehingga tingkat keterbacaan, kenyamanan visual, dan minat baca pemain tetap terjaga.
3. Guna meningkatkan kualitas penceritaan yang dibangun di dalam gim, disarankan untuk menambahkan sekuens penutup atau aset visual karakter pendamping pada akhir permainan. Langkah ini penting untuk menjaga kesinambungan narasi dari cutscene pengantar di awal permainan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR PUSTAKA

- Aleem, S., Capretz, L. F. dan Ahmed, F. 2016. "Game Development Software Engineering Process Life Cycle: A Systematic Review". *Journal of Software Engineering Research and Development*, 4(6). <https://link.springer.com/article/10.1186/s40411-016-0032-7>
- Ali, M. 2025. "The Role of Visual Communication in Education: Enhancing Understanding and Engagement Through Images and Media". *International Journal of Contemporary Education and Research*. <https://conferaces.com/index.php/journal/article/view/427>
- Alkharusi, H. 2022. "A Descriptive Analysis and Interpretation of Data From Likert Scales in Educational and Psychological Research". ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/373096780>
- Buyuksalih, I. dan Bayburt, S. 2017. "3D Modelling and Visualization Based on The Unity Game Engine – Advantages and Challenges". *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-4/W4, 161–168. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W4-161-2017>
- Chang, C. C., Liang, C., Chou, P. N. dan Lin, G. Y. 2017. "Is Game-Based Learning Better in Flow Experience and Various Types of Cognitive Load Than Non-Game-Based Learning?". *Computers in Human Behavior*, 71, 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.031>
- Chickerur, S., Balannavar, S., Hongekar, P., Prerna, A. dan Jituri, S. 2024. "WebGL vs. WebGPU: A Performance Analysis for Web 3.0". *Procedia Computer Science*, 233, 919-928. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.281>
- Hellín, C. J., Calles-Esteban, F., Valledor, A., Gómez, J., Otón-Tortosa, S. dan Tayebi, A. 2023. "Enhancing Student Motivation and Engagement Through a Gamified Learning Environment". *Sustainability*, 15(19), 14119. <https://doi.org/10.3390/su151914119>
- Hussain, A., Shakeel, H. dan Hussain, F. 2020. "Unity Game Development Engine: A Technical Survey". *International Journal of Computer Applications Research and Development*, 8(2). <https://www.researchgate.net/publication/348917348>
- Jagdale, D. 2021. "Finite State Machine in Game Development". *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*, 10(1), 384-390. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-2062>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- Kamila, N., Annas, F. dan Oktavia, S. 2024. “Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di Sekolah Dasar”. Jurnal Edukasi dan Manajemen Sains Terapan, 3(1). <https://doi.org/10.57255/jemast.v3i01.586>
- Lee, J. H., Schmalz, M., Newman, M., & Koughan, L. D. 2024. UW/SIMM Video Game Metadata Schema: Controlled Vocabulary for Genre (Version 1.3). University of Washington. Diakses dari: <https://github.com/uwgamergroup/vocabulary-gameplay-genre/>
- Maspupah, A. 2024. “Literature Review: Advantages and Disadvantages of Black Box and White Box Testing Methods”. Jurnal Techno Nusa Mandiri, 21(2), 101–109. <https://ejournal.nusamandiri.ac.id/index.php/techno/article/view/5776>
- Mayer, R. E. 2019. “Computer Games in Education”. Annual Review of Psychology, 70, 531–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102744>
- Putra, R. R. P. A., & Panindias, A. N. 2023. “Implementasi Prinsip Animasi dalam Gerak Personifikasi Tokoh di Film Animasi Lakontara”. CITRAWIRA: Journal of Advertising and Visual Communication, 4(1), 19-42. <https://doi.org/10.33153/citrawira.v4i1.5095>
- Sabirin, F., Mustofa. dan Sulistiyarini, D., 2022. Pengembangan media pembelajaran 3D untuk mata kuliah geologi dasar. Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains, 11(1).
- Setyaningrum, D. P., Zaeni, I. A. E., & Afrian, R. 2025. “Penerapan Game-Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa Dalam Memahami Materi Berbantuan Quizizz”. Ilmu Pendidikan: Jurnal Kajian Teori dan Praktik Kependidikan, 10(1), 31–36. <https://doi.org/10.17977/um027v10i12025p31-36>
- Severo, J. dan Lelli, V. 2023. “Testing Maze: An Educational Game for Teaching Functional Testing”. ACM International Conference Proceedings. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3613372.3614191>
- Staneviciene, E. dan Žekienė, G. 2025. “The Use of Multimedia in the Teaching and Learning Process of Higher Education: A Systematic Review”. Sustainability, 17(19), 8859. <https://doi.org/10.3390/su17198859>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Suryanti, A., Putra, I. dan Nurrahman, F. 2021. “Pengembangan Media Pembelajaran Energi Alternatif Berbasis Multimedia Interaktif”. Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia.

https://doi.org/10.23887/jurnal_tp.v11i2.651

Thesen, T. P. 2020. “Reviewing and Updating the 12 Principles of Animation”. Animation: An Interdisciplinary Journal, 15(4), 321–338.

<https://doi.org/10.1177/1746847720969919>

Thomas, F. dan Johnston, O. 1981. The Illusion of Life: Disney Animation. New York: Abbeville Press.

Wellson, M. G., & Atmojo, W. T. 2024. Implementasi metode GDLC pada game Taxi Rush menggunakan Unity Engine. Jurnal Teknoinfo, 18(1), 201–214.

<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/3407>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Fathir Muhammad

Lahir pada tanggal 27 Februari 2005 di Depok. Telah menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di SDIT Rahmadiyah pada tahun 2017, SMP Negeri 2 Depok pada tahun 2019, dan SMA PU Albayan pada tahun 2022. Saat ini, penulis menempuh Pendidikan jenjang Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Multimedia Digital, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis telah mengikuti uji kompetensi dan berhasil meraih sertifikasi profesi resmi sebagai Junior Game Programmer pada tahun 2024.

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

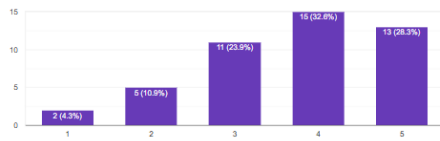
Lampiran 2. Hasil Kuesioner Awal

Analisis Pengalaman Belajar di Kelas dan Kebutuhan Media Pembelajaran Baru

Materi pembelajaran dalam format slide presentasi statis ataupun dalam format buku teks tidak mampu menggambarkan dinamika gerakan dari 12 prinsip animasi secara jelas

Copy chart

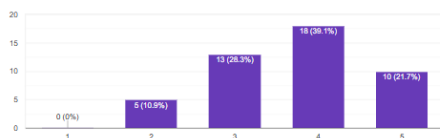
46 responses



Saat melihat sebuah gerakan animasi, saya sering bingung menentukan prinsip mana yang sedang diterapkan karena beberapa prinsip terasa hampir sama

Copy chart

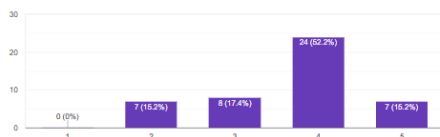
46 responses



Saat melakukan proses animating, saya sering lupa menerapkan beberapa prinsip penting karena kurangnya panduan praktis yang mudah diakses

Copy chart

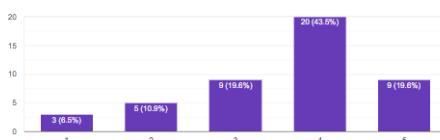
46 responses



Mempelajari 12 prinsip animasi secara mandiri saat ini terasa membosankan karena kurangnya variasi media pembelajaran

Copy chart

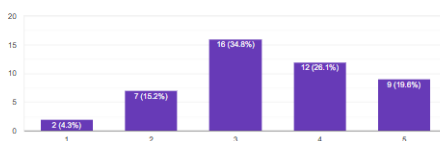
46 responses



Saya kesulitan menemukan contoh video referensi yang membedah prinsip animasi secara terstruktur per bagian

Copy chart

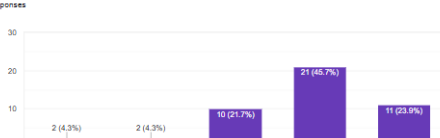
46 responses



Saya merasa Pemaparan materi dari dosen di kelas sulit untuk dipelajari kembali di rumah tanpa adanya media pembelajaran interaktif yang mendukung

Copy chart

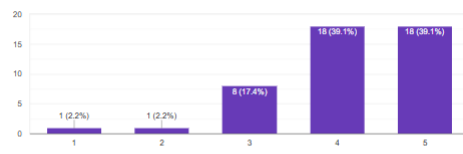
46 responses



Saya akan lebih tertarik mempelajari prinsip animasi jika media pembelajarannya lebih interaktif dan juga memiliki unsur permainan (gamifikasi)

Copy chart

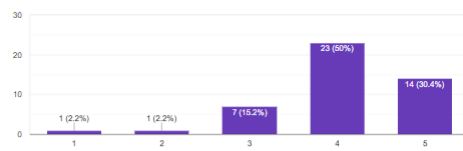
46 responses



Saya merasa butuh media yang dapat memberikan umpan balik (feedback) seketika terhadap pemahaman saya mengenai setiap prinsip

Copy chart

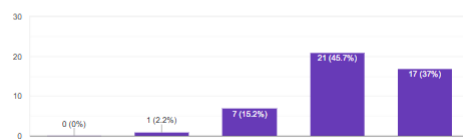
46 responses



Keberadaan media pembelajaran yang bisa diakses kapan saja akan sangat membantu saya dalam memahami 12 prinsip animasi

Copy chart

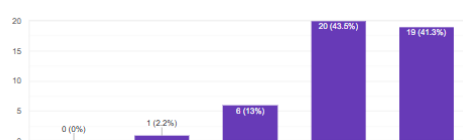
46 responses



Saya merasa lebih mudah memahami materi jika terdapat fitur perbandingan visual antara penerapan prinsip yang 'tepat' dan yang 'keliru' dalam satu layar

Copy chart

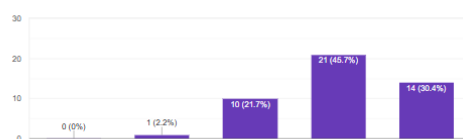
46 responses



Penggunaan elemen multimedia yang lebih beragam akan membuat ingatan saya terhadap 12 prinsip animasi bertahan lebih lama

Copy chart

46 responses

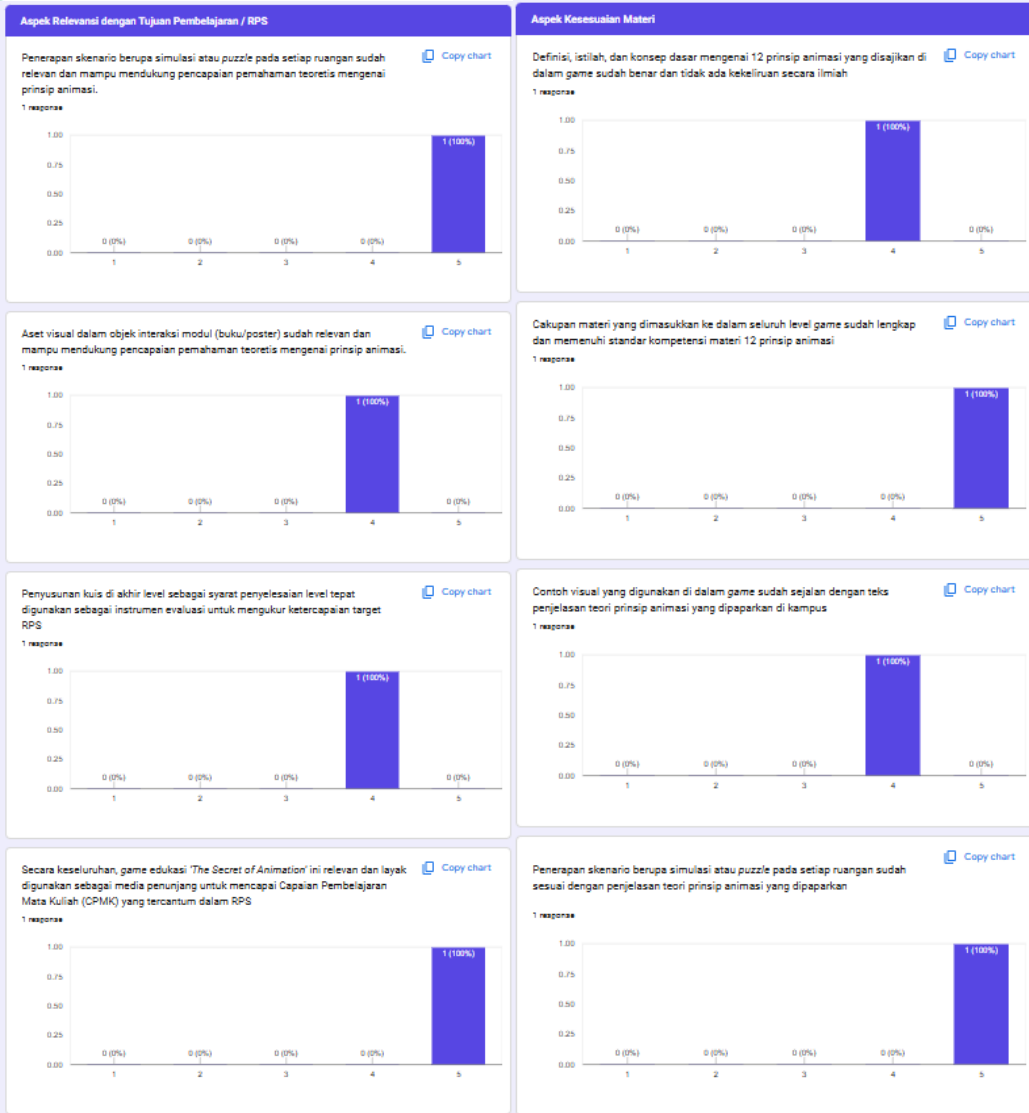




© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

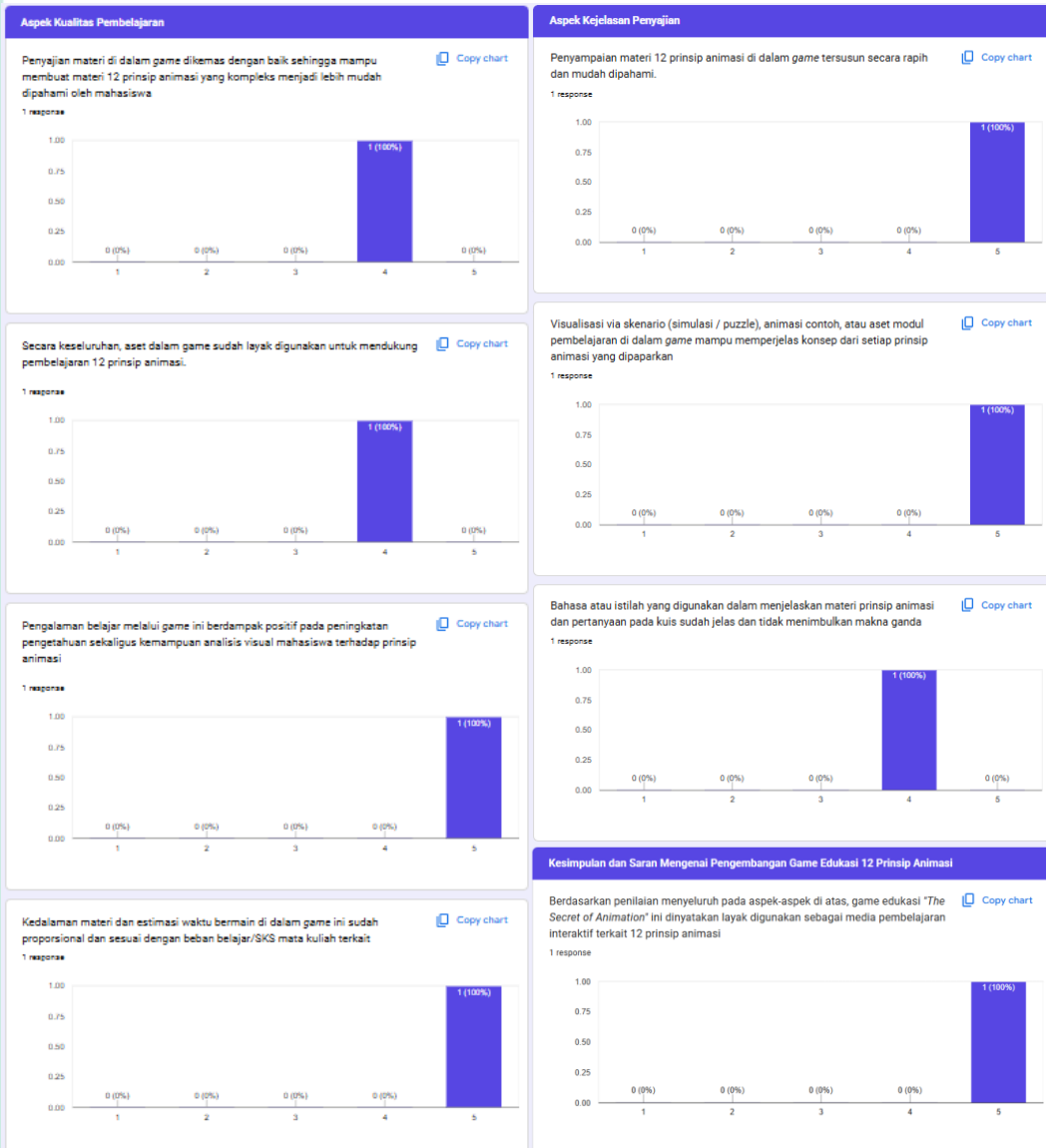




© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



JAKARTA



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

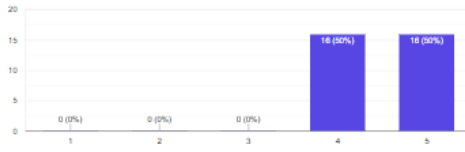
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Aspek Pemahaman Materi

Aplikasi game edukasi ini membantu saya memahami konsep 12 Prinsip Animasi dengan lebih mudah.

[Copy chart](#)

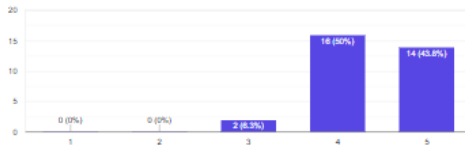
22 responses



Penjelasan setiap prinsip animasi dalam game mudah dipahami

[Copy chart](#)

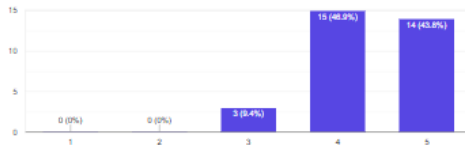
22 responses



Contoh visual diberikan dalam game memberikan gambaran nyata mengenai implementasi dari prinsip animasi terkait

[Copy chart](#)

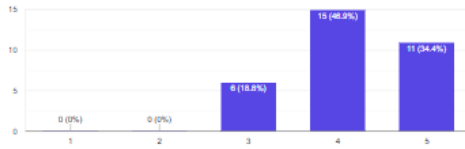
22 responses



Kombinasi antara objek modul (buku/poster) dan skenario (simulasi/puzzle) di setiap ruangan membuat penjelasan prinsip animasi jadi lebih jelas

[Copy chart](#)

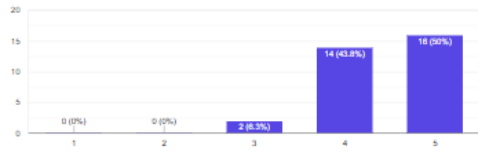
22 responses



Simulasi atau puzzle dalam game membantu saya memahami perbedaan antara animasi yang benar dan kurang tepat.

[Copy chart](#)

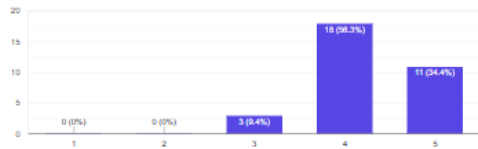
22 responses



Seluruh materi yang disampaikan baik melalui modul buku, poster, atau informasi tambahan dari setiap prinsip dapat dipahami dengan mudah

[Copy chart](#)

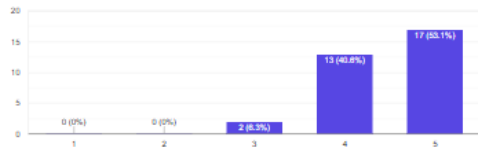
22 responses



Setelah memainkan game ini, saya dapat membedakan fungsi dari masing-masing prinsip animasi

[Copy chart](#)

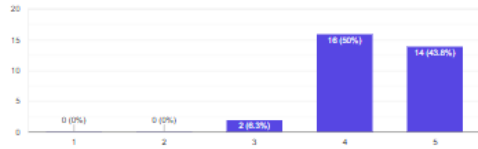
22 responses



Materi kuis di dalam game ini sudah sesuai dengan pemaparan materi prinsip animasi yang diajarkan di perkuliahan.

[Copy chart](#)

22 responses



NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

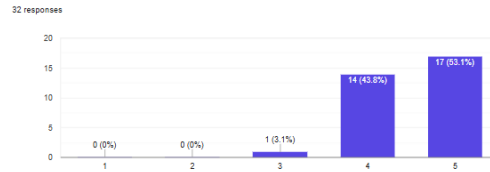


Hak Cipta :

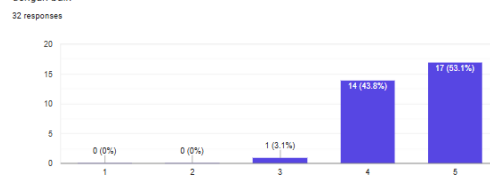
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Kemudahan Pemahaman Pengguna Terhadap Setiap Prinsip

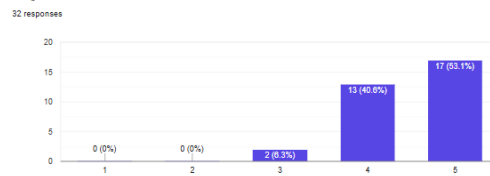
Pembahasan terkait prinsip animasi "Squash and Stretch" didalam game dapat dipahami dengan baik



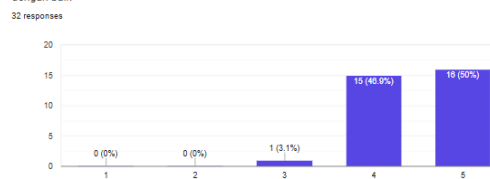
Pembahasan terkait prinsip animasi "Anticipation" didalam game dapat dipahami dengan baik



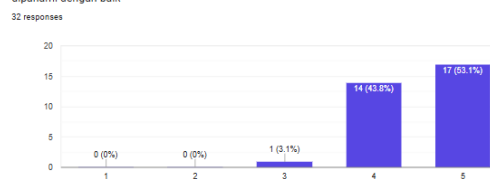
Pembahasan terkait prinsip animasi "Staging" didalam game dapat dipahami dengan baik



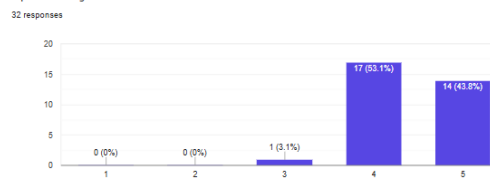
Pembahasan terkait prinsip animasi "Arcs" didalam game dapat dipahami dengan baik



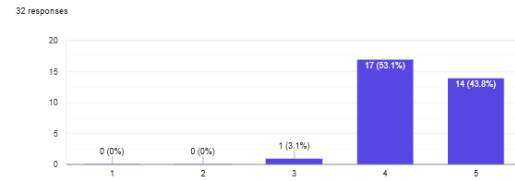
Pembahasan terkait prinsip animasi "Secondary Action" didalam game dapat dipahami dengan baik



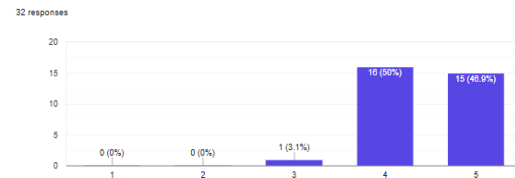
Pembahasan terkait prinsip animasi "Exaggeration" didalam game dapat dipahami dengan baik



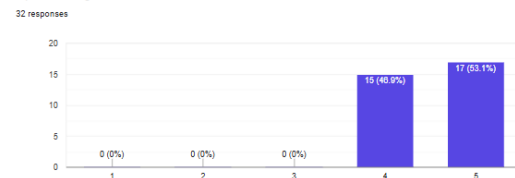
Pembahasan terkait prinsip animasi "Straight Ahead and Pose to Pose" didalam game dapat dipahami dengan baik



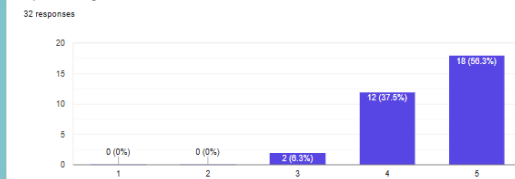
Pembahasan terkait prinsip animasi "Follow Through and Overlapping Action" didalam game dapat dipahami dengan baik



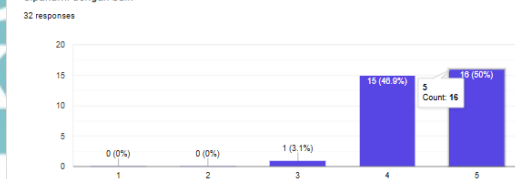
Pembahasan terkait prinsip animasi "Slow In Slow Out" didalam game dapat dipahami dengan baik



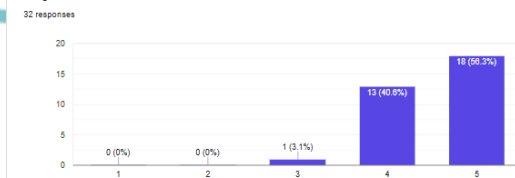
Pembahasan terkait prinsip animasi "Timing and Spacing" didalam game dapat dipahami dengan baik



Pembahasan terkait prinsip animasi "Solid Drawing" didalam game dapat dipahami dengan baik



Pembahasan terkait prinsip animasi "Appeal" didalam game dapat dipahami dengan baik

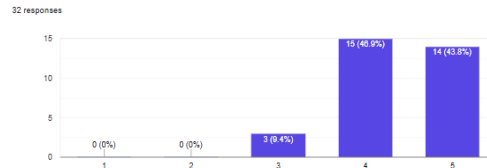


Hak Cipta :

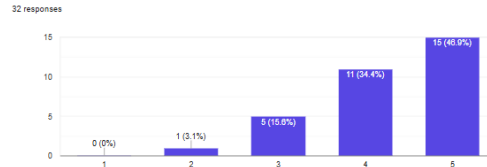
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Kepuasan Pengguna dan Efektivitas Media

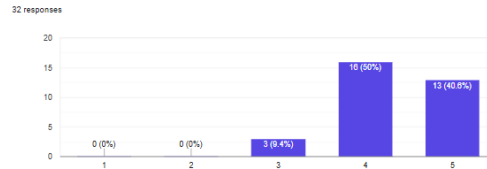
Saya merasa pembelajaran menggunakan game lebih efektif dibanding metode biasa atau konvensional.



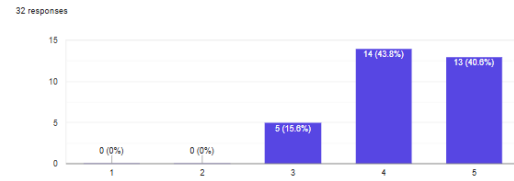
Game tetap terasa menyenangkan dan tidak membosankan meskipun mengandung unsur edukasi



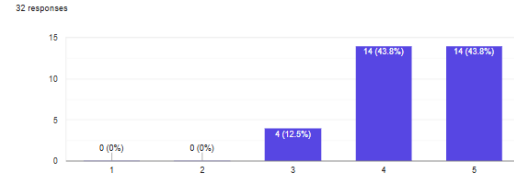
Game ini membantu saya mempelajari dan mengingat materi terkait prinsip animasi



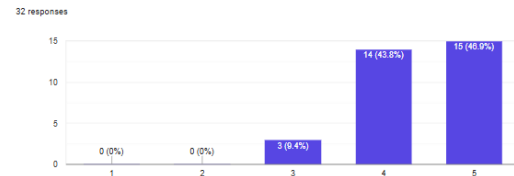
Dengan adanya game edukasi ini, saya menjadi lebih tertarik untuk mempelajari prinsip animasi



Adanya tantangan berupa pengumpulan seluruh informasi ruangan sebelum membuka kuis akhir memotivasi saya untuk menyelesaikan game

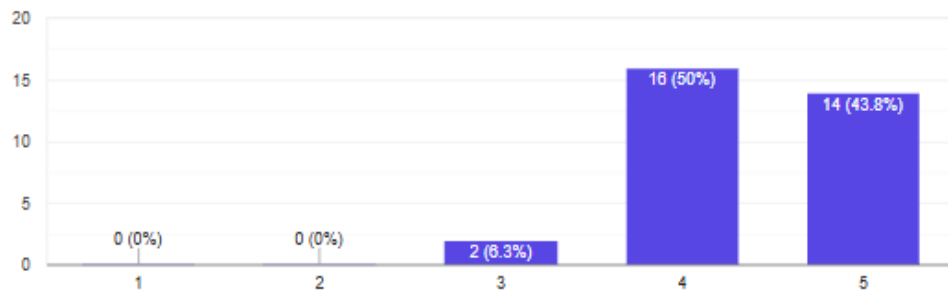


Secara keseluruhan, saya merasa puas dengan pengalaman belajar sambil bermain menggunakan aplikasi game ini.



Aplikasi ini efektif dan layak direkomendasikan sebagai media penunjang pembelajaran interaktif di perkuliahan.

32 responses





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Contact

almukhlisiddin@gmail.com

www.linkedin.com/in/muhammad-
al-mukhlisiddin-0632b941
(LinkedIn)

Top Skills

Guest Lecturing
3D Modeling
Game Design

Muhammad Al Mukhlisiddin

Program Manager at Agate International
West Java, Indonesia

Experience

Agate International

6 years 9 months

Program Manager

January 2020 - Present (6 years 5 months)

Bandung

Job Desk

1) managing game development training program with various scope and duration

a. small scope program: Agate Game Course regular program, Agate Game Course for Teachers

b. medium scope program: DTS VSGA Game Creation, BPPMPV KPTK Upskilling & Reskilling (Artistik Gim & Metamesta), DILo Game Academy, Indigo Game Academy

c. large scope program: Studi Independen Pengembangan Game Agate - Kampus Merdeka (Batch 1, 5, 6, 7)

2) organizing offline and online event with various scope and duration

3) managing academic partnership with various stakeholder

a. securing academic partnership deal (MoU & training program)

4) developing curriculum for training program

a. developing basic game programming, basic 3D game art, basic game design for various programs

5) teaching various basic practical aspect of game development

a. teach basic game design in Agate Game Course - Game Development 101 course and various one-off session

b. teach basic 3D game art to vocational school teachers in BPPMPV KPTK upskilling & reskilling program

6) creating course materials for various aspect of game development

Page 1 of 3

7) supervising course materials creation

8) designing game & managing project for Game Development Professional Program

Management Trainee
September 2019 - December 2019 (4 months)

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Guest Lecturer
September 2024 - December 2024 (4 months)

Teach various game development topics in Project-based Learning Class at Multimedia Technology Engineering Program
Oversee project management for 3 group projects

Politeknik Negeri Jakarta

Guest Lecturer
September 2024 - December 2024 (4 months)

Teach various game development topics in Project-based Learning Class at Digital Multimedia Engineering Program
Oversee project management for 3 group projects

Asosiasi Game Indonesia

2 years 3 months

Drafting Committee Member

April 2023 - October 2024 (1 year 7 months)

Drafting various formal documents regarding game development occupations and qualification with drafting committee and facilitation from Kemenkominfo, Kemendiknas, Kemenaker:

SKKNI (Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia) Game Development

KKNI (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia) Game Development

Peta Okupasi Game Development

Skema Okupasi Game Development

Talent Development Associate

August 2022 - August 2023 (1 year 1 month)

Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR)

Guest Lecturer
September 2023 - July 2024 (11 months)

Page 2 of 3

Bandung, West Java, Indonesia

Teach Business Administration students about basic game design in Enrichment Class full semester (collaboration program between Agate & Unpar)

Freelance

Freelance Translator

2017 - January 2020 (3 years)

Past projects:

Translation:

-Orang Gagal - Osamu Dazai (Penerbit Basabasi, 2020)

-Paris yang Tak Berkesudahan - Ernest Hemingway (Penerbit Basabasi, 2020)

-Delapan Pemandangan dari Tokyo - Osamu Dazai (Penerbit Trubadur, 2018)

-Finks: Bagaimana CIA Mengelabui Para Sastrawan Besar Dunia - Joel Whitney (Jungkir Balik Pustaka, 2018)

-Nick Drake: Sebuah Biografi - Patrick Humphries (Jungkir Balik Pustaka, 2017)

-various scientific journals

Writing:

Buku Pendukung Pembelajaran BIPA: Memahami Indonesia Melalui Sastra

- Co-author with M. Adji (Badan Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018)

Gimkavenesia

Content Creator

2019 - 2020 (1 year)

Gimkavenesia is an Instagram account that publish various information about Indonesian game development industry.

<https://www.instagram.com/gimkavenesia/?hl=id>

Education

Universitas Padjadjaran

Sarjana Humaniora, Sastra Indonesia - (2012 - 2017)

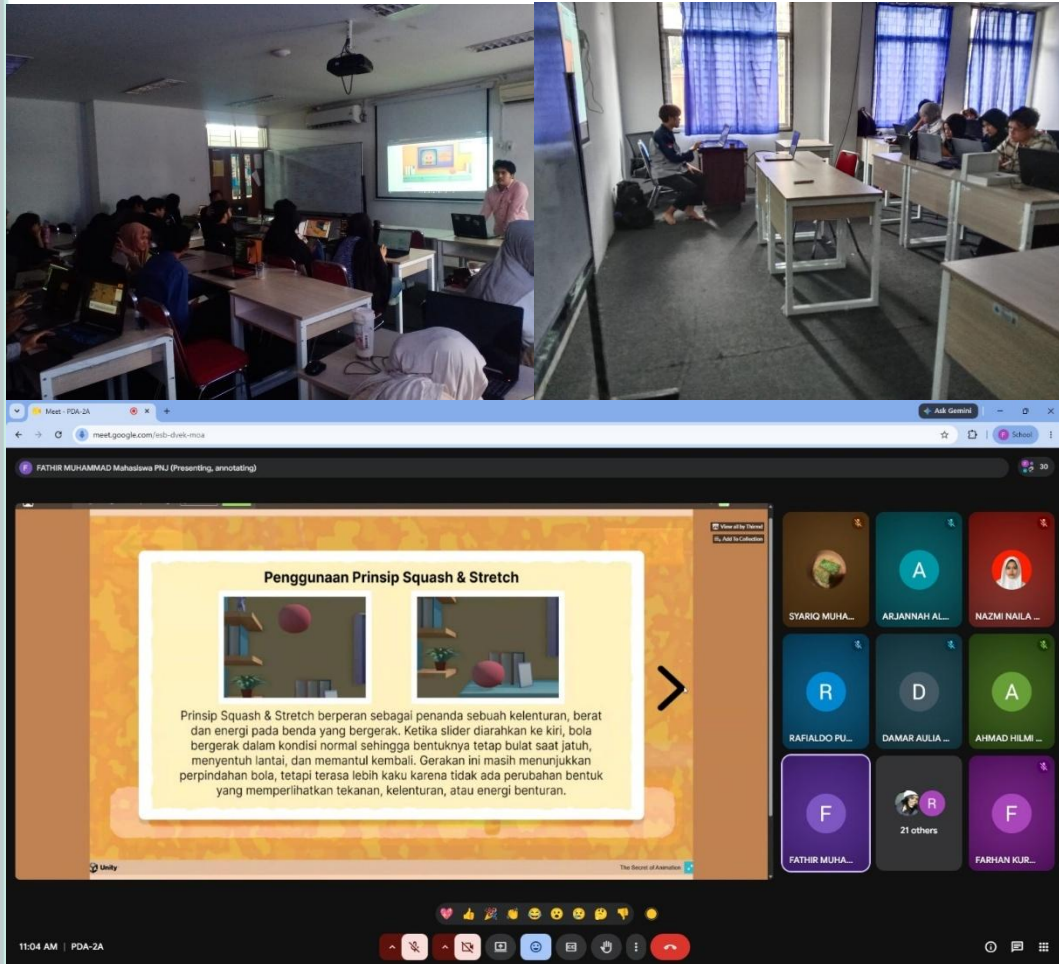
Page 3 of 3



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA