

Pengembangan Game Archipelago Tower Defense Menggunakan Unity Game Engine

1st Ariq Dzaky Muhammad

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ariqdzaky@students.telkomuniversity.ac.id

2nd Muhammad Johan Alibasa

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

alibasa@telkomuniversity.ac.id

3rd Marastika Wicaksono Aji Bawono

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

marastika@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Permainan Tower Defense merupakan permainan yang berjenis strategi yang membuat permainannya memiliki kesulitan tersendiri di setiap tingkatannya. Dalam pengembangan ini, permainan yang sedang dirancang membutuhkan beberapa aspek seperti membuat konsep, desain, pengumpulan bahan, perakitan, pengujian dan juga distribusi. Dalam pembuatan permainan juga dibutuhkan pemantapan dan pengujian fitur dan fungsionalitas permainan yang baik yang bertujuan untuk memberikan kepuasan bagi para pemain. Permainan sendiri membutuhkan alat yang digunakan untuk melakukan pengembangan, di mana alat yang di gunakan dalam pengembangan ini adalah Unity Game Engine, yang cocok digunakan untuk pengembangan pemula dan terdapat komunitas yang luas. Dalam pengembangan permainan, metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) cocok untuk digunakan dalam melakukan pengembangan dikarenakan permainan sendiri termasuk kategori multimedia yang berjenis multimedia interaktif. Proses dalam metode MDLC sudah meliputi semua tahapan pengembangan permainan yang dibutuhkan. Tahapan pengembangan MDLC cocok untuk pengembang skala kecil yang target hasil keluaran permainannya masih berupa versi beta.

Kata kunci— Pengembangan permainan, Multimedia Development Life Cycle (MDLC).

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri game merupakan pop culture yang dalam beberapa tahun terakhir sudah menunjukkan perkembangan yang sangat signifikan mulai dari grafik, alur permainan yang semakin menarik dan mekanisme permainan yang semakin kompleks [3]. Game juga merupakan media interaktif yang dapat digunakan untuk istirahat dari beberapa aktifitas sehari-hari yang melelahkan.

Proses pengembangan sebuah permainan atau game memerlukan waktu yang cukup panjang. Sehingga, beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan permainan adalah alur permainan yang menarik, menantang dan menyenangkan. Permainan yang dipilih bertema Tower Defense dan diberi nama “Archipelago Tower Defense”. Dalam industri permainan, diperlukan pemilihan siklus hidup pengembangan yang tepat, banyak hal yang harus dipertimbangkan, seperti butuhnya tahap pembuatan konsep, desain, pengumpulan bahan, perakitan, pengujian hingga tahap distribusi, dan juga perlunya pertimbangan terkait besar kecilnya skala pengembang dalam

pengembangan permainan. Berdasarkan hal tersebut metode siklus hidup pengembangan berjenis Multimedia Development Life Cycle (MDLC) diperkirakan cocok dalam pengembangan permainan.

Permainan “Archipelago Tower Defense” merupakan permainan Tower Defense yang berjenis fiksi dan merupakan sub-genre dari game Real-Time Strategy dimana tujuan permainan bertipe ini adalah mempertahankan wilayah dari gelombang musuh sehingga membuat pemain tertantang untuk menyelesaikan tingkatannya [4]. Dalam pengembangannya, dibutuhkan penerapan metode pengujian Blackbox, di mana metode ini bertujuan memastikan kemandirian fungsionalitas fitur untuk masuk ke tahap distribusi. Pada permainan tower defense, banyak asset permainan yang sama digunakan untuk tingkatan lainnya, sehingga diyakini pembuatan permainan Tower Defense ini akan selesai dalam waktu yang telah ditentukan. Pada pengembangan permainan ini, media pengembangannya menggunakan Unity Editor karena Unity memiliki komunitas yang sangat luas dimana hal tersebut dapat sangat membantu dalam pengembangan sebuah permainan bagi para pemula dan juga Unity Editor memiliki versi gratis yang dikhususkan untuk perorangan dan pengembang skala kecil.

B. Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini, didasari dengan rumusan masalah yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Bagaimana mengimplementasikan permainan atau game menggunakan Unity Editor?
2. Bagaimana mengimplementasikan fungsionalitas fitur berdasarkan metode Multimedia Development Life Cycle pada pengembangan permainan?
3. Bagaimana penerapan metode pengujian Black Box dengan teknik Equivalence Partitioning pada pengembangan permainan?

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini diberikan batasan masalah yang sebagai berikut.

1. Aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan permainan atau game adalah Unity Editor Game Engine.
2. Konsep game “Archipelago Tower Defense” merupakan 2D Tower Defense, dengan teknik yang digunakan adalah teknik pemrograman C# melalui platform Unity Editor.
3. Game ini bersifat single player, dimana hanya dapat dimainkan oleh satu pemain.

C. Tujuan

Pada penelitian ini sendiri memiliki tujuan yang akan dicapai yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Melakukan implementasi permainan atau game bertema Tower Defense dengan menggunakan Unity Editor.
2. Melakukan analisis pengembangan permainan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC).
3. Melakukan analisis dan evaluasi terkait fungsionalitas fitur yang telah diimplementasikan menggunakan metode pengujian Black Box dengan teknik Equivalence Partitioning.

D. Organisasi Tulisan

Penelitian ini dimulai dengan tahap studi literatur yang bertujuan untuk mencari referensi terkait pengembangan permainan, metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC), dan metode pengujian Blackbox Equivalence Partitioning. Implementasi metode MDLC dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu konsep, desain, pengumpulan bahan, perakitan, pengujian, dan distribusi. Tahap perakitan menggunakan Unity Engine untuk mengolah seluruh komponen menjadi suatu kesatuan. Pada tahap pengujian dilakukan dengan metode Blackbox Equivalence Partitioning untuk memastikan kesesuaian input dan ekspektasi output.

II. KAJIAN TEORI

A. Permainan

Permainan adalah aktivitas atau olahraga yang biasanya melibatkan keterampilan, pengetahuan, atau peluang, di mana Anda mengikuti aturan tetap dan mencoba untuk menang melawan lawan atau memecahkan teka-teki [11].

B. Tower Defense

Tower defense (juga disingkat TD Game) adalah game strategi di mana seorang pemain mempertahankan suatu lokasi atau barang dari lawan dengan membangun struktur yang menghalangi pergerakan lawan [12].

C. Unity

Unity adalah mesin game lintas platform yang dikembangkan oleh Unity Technologies, yang utamanya digunakan untuk mengembangkan video game dan simulasi untuk komputer, konsol, situs web, dan perangkat seluler [13].

Unity game engine memungkinkan Anda membuat aplikasi yang berjalan di lebih dari 25 platform berbeda: PC, konsol, situs web, smartphone, dan lainnya [14].

D. itch.io

Itch.io menggambarkan dirinya sebagai "pasar terbuka untuk pencipta digital independen dengan fokus pada video game independen." Secara umum, toko ini dikenal sebagai tempat tujuan para penggemar video game yang menghargai seni luar atau proyek eksperimental. Ini sangat ramah untuk orang banyak ini karena bisnis merilis dan menjual game terstruktur di sana [15].

E. Metode MDLC

Metode MDLC merupakan metode yang terdiri dari konsep, desain, pengumpulan bahan, perakitan, pengujian, dan distribusi [16].

F. Black Box Testing

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak di mana fungsionalitas aplikasi perangkat lunak diuji

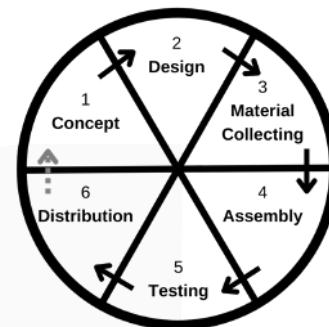
tanpa memiliki pengetahuan tentang struktur kode internal, detail implementasi, dan jalur internal. Pengujian Black Box terutama berfokus pada input dan output aplikasi perangkat lunak dan sepenuhnya didasarkan pada persyaratan dan spesifikasi perangkat lunak. Ini juga dikenal sebagai Pengujian Perilaku [17].

G. Bahasa Pemrograman C#

C# (diucapkan "C-Sharp") adalah bahasa pemrograman oleh Microsoft. C# menggabungkan kekuatan komputasi C++ dan kemudahan Visual Basic, bahasa dan lingkungan pemrograman berbasis peristiwa Microsoft. C# mendapatkan dasarnya dari C++, memiliki fitur yang mirip dengan Java dan aplikasi di banyak area dalam pengembangan perangkat lunak [18].

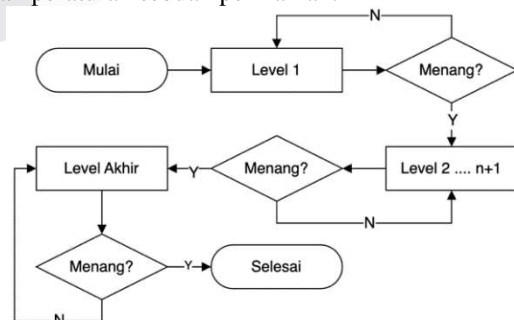
III. METODE

Pengembangan permainan pada penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), yang pada proses ini terdapat 6 tahap, yaitu pembuatan konsep (*concept*), desain (*design*), pengumpulan bahan (*material collecting*), perakitan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan distribusi (*distribution*) sebagai tahapan terakhir.



GAMBAR 1
Tahapan MDLC [1]
Konsep

Pengembangan permainan yang diberikan judul "Archipelago Tower Defense" ini membutuhkan konsep-konsep utama yang nantinya akan menjadikan landasan/batasan pada pembuatan desain serta pengimplementasian permainan ini. Pada perancangan konsep, konsep ditargetkan untuk menghasilkan desain yang sederhana dan hanya mementingkan tujuan/fundamental sebuah produk. Pembuatan konsep menjadi tahapan penting, di mana pada tahap ini berfokus pada pembuatan gambaran, alur dan peraturan sebuah permainan.



GAMBAR 2
Konsep Umum Permainan Tower Defense
Desain Permainan

Desain bertujuan untuk membuat perencanaan terkait tampilan dan komponen-komponen lain yang terdapat pada permainan. Desain yang dimaksud lebih terkait dengan interface setiap komponen didalam permainan, sehingga dengan interface yang baik dapat meningkatkan kualitas permainan dan memberikan pengalaman yang menarik dan positif bagi para pemain.

A. Pengumpulan Bahan

Tahap pengumpulan bahan bertujuan untuk menyatukan semua bahan-bahan yang telah ditahap pasti, seperti audio, gambar, script code dan juga bentuk latar permainan. Hal-hal tersebut didapatkan dari pembuatan konsep dan desain yang kemudian dituangkan ke dalam bentuk yang lebih berwujud.

B. Perakitan

Perakitan merupakan tahapan selanjutnya dari perancangan sebuah pembuatan permainan, di mana tahapan ini dilakukan dengan cara mengolah seluruh komponen yang dihasilkan berdasarkan alur atau flowchart yang telah dibuat pada tahap desain ke dalam Unity Editor Game Engine dengan menuliskan kode-kode yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Sehingga, seluruh komponen tersebut digabungkan menjadi satu yang nantinya akan menghasilkan permainan yang utuh. Pada penggunaan Unity sendiri dibutuhkan kesesuaian dalam memilih procedure/function untuk perakitan.

C. Pengujian

Tahapan setelah melakukan implementasi, akan dilakukan pengujian terkait fungsionalitas yang terdapat pada permainan yang telah dikerjakan dengan menggunakan metode Black Box testing dengan Teknik Equivalence Partitioning, sehingga ditargetkan metode ini akan menghasilkan akhiran yang matang.

D. Distribusi

Tahap distribusi merupakan tahap untuk penyaluran hasil produksi (permainan), yang mana pada tahap ini media pendistribusian yang digunakan adalah website yang bernama 'itch.io', sehingga permainan ini mudah untuk dimainkan dan didistribusikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsep

Permainan yang bernama "Archipelago Tower Defense" merupakan permainan yang akan dibangun, permainan ini sendiri bertujuan untuk menjadi media hiburan menggunakan konsep-konsep permainan genre *tower defense* yang sudah ada, yang di mana hanya berfokus pada penempatan tower agar musuh tidak mencapai base utama. Dalam pengembangannya, permainan ini menggunakan grafis berjenis 2D atau 2 dimensi, sehingga diharapkan memudahkan proses pengembangan.

Permainan "Archipelago Tower Defense" memiliki batasan yang umum pada permainan tower defense, yaitu membangun *tower*, target musuh (*Enemy*) mencapai titik akhir (*Final Base*), setiap tower memiliki kemampuan, serta terdapat poin kehidupan (*Lifepoint*).

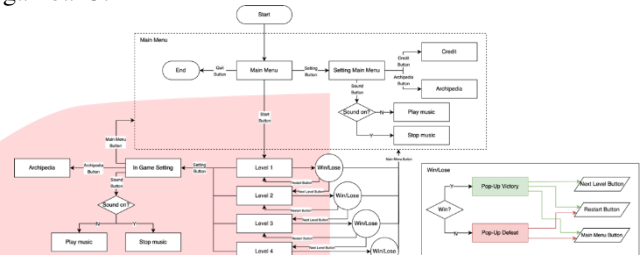
Permainan ini menargetkan orang-orang yang sudah familiar dengan permainan digital terutama yang berjenis *Tower Defense*. Pemilihan tipe pemain seperti yang dijelaskan sebelumnya karena dapat dipahami bahwa target pemain

tersebut memiliki pengetahuan tentang berbagai genre permainan dan kultur permainan secara umum.

Permainan ini dikembangkan dengan batasan yaitu hanya dapat dimainkan satu pemain saja atau *single player*, dan juga jenis kontrol yang digunakan untuk menjalankan atau memainkan permainan ini adalah dengan klik objek.

B. Desain Permainan

Pada perancangan desain permainan "Archipelago Tower Defense" mengikuti konsep yang telah dirancang sebelumnya, sehingga tercipta alur yang dapat dilihat pada gambar 5.

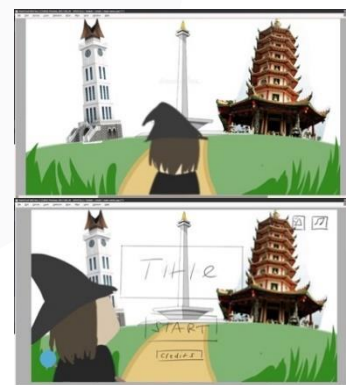


GAMBAR 3

Desain Alur Permainan

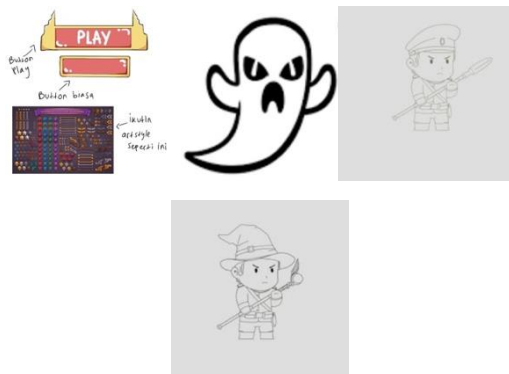
Desain alur pada gambar 5 tersebut mendukung ringkasan desain utama pada permainan ini, yaitu; (1) Permainan ini terdiri dari 4 Level (tingkatan), (2) Permainan ini memiliki 2 musuh (*Enemies*) dan 4 tower, (3) Pemain diberikan 5 Lifepoint, (4) Terdapat Main Menu sebagai lobi pada permainan, (6) Setting permainan terdapat pada main menu dan di dalam setiap level (tingkatan), (5) Terdapat fitur guidelines yang diberi nama "Archipedia".

Dalam proses pembuatan desain, landasan penggunaan warna didasarkan dari konsultasi yang dengan pihak yang profesional dibidang desain grafis. Sehingga, dalam pemilihan warna yang dipilih tidak bersifat monokromatik yang outputnya membuat permainan terlihat lebih hidup dan menarik. Berdasarkan hal-hal tersebut, dihasilkan desain awal yang antara lain dapat dilihat dari gambar berikut.



GAMBAR 4

Desain menu utama permainan



GAMBAR 5
Desain tombol dan musuh



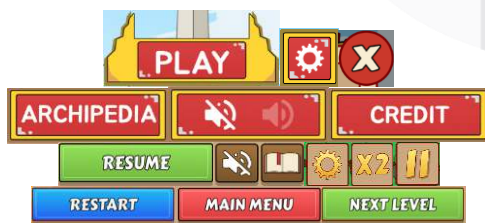
GAMBAR 6
Desain 4 towers permainan

C. Pengumpulan Bahan

Dalam tahap pengumpulan bahan untuk pembuatan permainan “Archipelago Tower Defense”, diperlukan bahan-bahan yang membantu mendukung berjalannya permainan. Bahan-bahan yang diperlukan script pada Unity Editor, di mana bahasa pemrograman yang digunakan adalah “C#” (C Sharp). Script dibuat untuk mengatur jalannya permainan diantaranya meliputi antarmuka lobby dan gameplay (pathing, menang kalah, deteksi).

1. Tombol (Button)

Pada permainan, tombol (button) menjadi salah satu bahan penting yang harus dikumpulkan. Di dalam tombol ini sendiri memiliki karakteristik dan desain visual yang diperlukan agar sesuai kegunaannya. Sehingga, pada pengumpulan tombol yang akan digunakan dalam permainan “Archipelago Tower Defense” dapat dilihat pada gambar berikut.



GAMBAR 7
Tombol Permainan

2. Musuh (Enemy)

Pada permainan “Archipelago Tower Defense” terdapat dua musuh yang akan menyerang atau berjalan ke arah base, kedua musuh tersebut memiliki keunikan tersendiri yang

diberi nama Magic Soldier dan Soul Hunter dapat dilihat pada gambar berikut.



GAMBAR 8
Magic Soldier (Kiri) dan Soul Hunter (Kanan)

3. Tower

Pada permainan ini terdapat tower yang berguna untuk menghalangi musuh agar tidak mencapai base utama, dalam pembuatannya terdapat 4 tower yang memiliki keunikan sendiri yang dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL 1
Penjelasan Tower

No.	Tower	Penjelasan
1	 Heroes Tower	Heroes memiliki keunikan dengan tembakannya yang cepat.
2	 Watugon Tower	Watugon memiliki keunikan tembakan yang lambat tapi dengan kerusakan yang dihasilkan sangat besar kepada musuh serta memiliki jarak cakupan mendeteksi musuh lebih besar daripada Heroes Tower
3	 Gadang Tower	Gadang memiliki keunikan dengan memperlambat musuh, sehingga jika musuh masuk jarak cakupannya Gadang Tower musuh akan melambat setengah kali dari kecepatan awalnya, dan tower ini tidak memberikan kerusakan ke musuh.
4	 Monas Tower	Monas memiliki keunikan dengan pelurunya yang bisa menembus musuh sebanyak apapun, sehingga Monas Tower disebut juga Piercing Tower tetapi Monas Tower tidak dapat menembak musuh yang tidak berada pada area cakupan monas sehingga hanya peluru Monas yang tidak hancur sehingga dapat menembus musuh

4. Lahan Tower Builder

Pada Tower Defense, diperlukan lahan tower builder yang bertujuan untuk menampung/membangun tower di area

build spot. Hal tersebut ditujukan untuk membangun pertahanan untuk melawan enemy yang menyerang/mendekati base utama.



GAMBAR 9
Lahan tower builder

5. Jalur Musuh

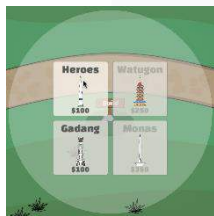
Musuh akan berjalan ke base utama pada Tower Defense, dimana pada perjalanannya musuh berjalan pada jalur yang telah di tentukan yang berarti setiap musuh harus memiliki jalurnya tersendiri, contohnya ada terdapat tiga jalur pada alur permainan untuk level 4 (dapat dilihat pada gambar berikut).



GAMBAR 10
Map Level 4 dan Jalur musuh

6. Pendeteksi Musuh

Tower perlu mempertahankan base-nya dari serangan musuh, sehingga penting bagi tower untuk dapat mendeteksi musuh yang ada di wilayah cakupannya (pada pembelian tower ditandai dengan lingkaran). Oleh karena itu, diperlukan script code yang dapat mengetahui dan mendeteksi keberadaan musuh, yang script code ini sendiri diletakkan pada Tower, yang gambarannya dapat dilihat pada gambar 13.



GAMBAR 11
Pendeteksi musuh (dari tower Heroes)

7. Lifepoint & Money

Lifepoint dan Money adalah komponen penting untuk permainan berjenis Tower Defense. Lifepoint yang bertujuan untuk menunjukkan sebgas apa strategi pemain dalam mempertahankan dan menghalau semua musuh masuk ke base utama. Money bertujuan untuk menjadi alat pertukaran untuk membangun sebuah tower, dan terdapat tambahan money jika pemain mendapatkan koin (money) yang jatuh dari musuh yang sudah dihancurkan.



GAMBAR 12
Lifepoint (atas kiri), Money (atas kanan), dan Money jatuh dari musuh (bawah)

8. Menang & Kalah

Komponen menang dan kalah merupakan komponen kondisional yang ditentukan dari cara bermain pemain. Dalam pengumpulan bahan, jika pemain mendapatkan kondisi. Dalam penentuan menang dan kalah memerlukan sebuah kondisi, seperti “kenapa pemain kalah?” dan “kenapa pemain menang?”, dalam kondisi menang terdapat kondisi lagi seperti kondisi di mana pemain mendapatkan berapa bintang dalam kemenangannya, bintang satu, dua ataupun tiga, yang diuraikan pada tabel berikut.

TABEL 2
Kondisi menang & kalah

No	Gambar	Keterangan
1		Bintang tiga, tanpa kebobolan dengan musuh.
2		Bintang dua, kebobolan 1 atau 2 musuh.
3		Bintang satu, kebobolan 3 atau 4 musuh.
4		Kalah, kebobolan 5 musuh (lifepoint habis)

D. Perakitan

Proses pengembangan atau perakitan permainan “Archipelago Tower Defense” ini dilakukan di dalam perangkat lunak yang bernama Unity Game Engine dan beberapa perangkat lunak lainnya seperti Figma dan Adobe Illustrator untuk pembuatan seluruh asset. Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan ini merupakan laptop yang memiliki ram minimal 4 GB, yang juga dapat digunakan untuk menjalankan permainan ini. Berikut merupakan hasil dari pengembangan permainan “Archipelago Tower Defense” menggunakan Unity Game Engine.

1. Lobi Permainan

Main Menu atau Lobi Permainan pada permainan berguna menjadi jembatan antara pemain dan permainan itu sendiri, yang pada dasarnya membuat pemain lebih siap untuk memainkan sebuah permainan. Tampilan lobi permainan setelah tahap perakitan dapat dilihat pada gambar berikut.



GAMBAR 13

Lobi permainan (kiri) dan Setting pada lobi permainan (kanan)

2. Level (Tingkatan)

Hasil perakitan untuk level sendiri menghasilkan empat level pada permainan “Archipelago Tower Defense”, di mana dua diantaranya memiliki latar hutan yang suasana masih terang, dan dua diantaranya memiliki latar daerah gunung vulkanik yang memiliki suasana lebih gelap dan latar music yang terdengar lebih menantang. Suasana gelap dan terang menunjukkan tingkat kesulitan sebuah level, suasana terang menunjukkan tingkat kesulitannya adalah mudah dan suasana gelap menunjukkan tingkat kesulitannya adalah sulit.



Gambar 14

Suasana terang Level 1 (atas kiri) dan Level 2 (atas kanan) Suasana gelap Level 3 (bawah kiri) dan Level 4 (bawah kanan)

3. Menang dan Kalah

Setiap permainan terdapat kondisi dimana pemain berhasil memenangkan permainan dan terdapat juga kondisi dimana pemain gagal dalam menyelesaikan permainan (kalah). Hal tersebut juga berlaku dalam permainan “Archipelago Tower Defense” ini, sehingga dilakukan perakitan untuk membuat kondisi menang dan kalah, yang tujuannya adalah memberikan tujuan dan penghargaan untuk pemain sehingga pemain merasa tertantang dalam memainkan permainan ini.

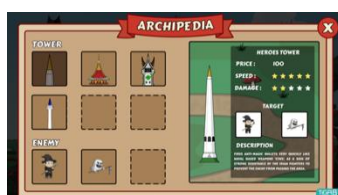


GAMBAR 15

Menang (Kiri) dan Kalah (Kanan)

4. Archipedia (Guidelines)

Guidelines adalah sebuah fitur untuk membantu pemain untuk memahami sebuah gameplay permainan. Guidelines ini diberinama “Archipedia” di mana fungsinya untuk menunjukkan informasi dari tower-tower dan juga musuh-musuh, yang dapat dilihat pada gambar berikut.



GAMBAR 16

Archipedia (Guidelines)

E. Pengujian

Pengujian merupakan tahapan yang penting untuk melakukan pengujian semua fungsi utama yang ada pada game, hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dari yang apakah suatu fungsi sesuai dengan diharapkan dengan rencana awal. Pengujian yang digunakan untuk menguji permainan ini adalah menggunakan metode Black Box testing dengan jenis Teknik Equivalence Partitioning.

Pengujian Black Box bertujuan untuk menguji langsung permainan “Archipelago Tower Defense” dengan menjalankan versi beta-nya dan mencoba semua fungsi yang ada lalu dicatat/didokumentasikan ke dalam tabel. Berikut hasil pengujian black box dengan Teknik Equivalence Partitioning yang dilakukan oleh desainer permainan dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL 3
Tabel pengujian Black Box

Main Menu					
Test Code	Kasus Pengujian	Langkah Pengujian	Ekspektasi Hasil	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
01	Button “Start”	Berada laman main menu. Klik Button Start	Menuju ke scene permainan (permainan di mulai)	Menuju ke scene permainan (permainan di mulai)	Valid
02	Button Roda Gigi (Setting)	Berada laman main menu. Klik Button Roda Gigi (Setting)	Pop-up tampilan setting menu	Pop-up tampilan setting menu	Valid
03	Button X (Setting)	Sudah berada di pop-up frame Setting. Klik button X (Setting)	Menutup tampilan setting menu	Menutup tampilan setting menu	Valid
04	Frame latar	Sudah berada di pop-up frame Setting. Klik latar/splashscreen.	Tampilan setting menu tidak menutup	Tampilan setting menu tidak menutup	Valid
05	Button “Archipedia”	Sudah berada di pop-up frame Setting. Klik Button “Archipedia”	Pop-up tampilan fitur Archipedia	Pop-up tampilan fitur Archipedia	Valid
06	Archipedia’s	Sudah berada di	Card terlihat	Card terlihat	Valid

	Informat ion Card	pop-up frame Archipe dia. Mengara hkan mouse ke Card	sedikit redup	sedikit redup	
07	Archie dia's Informat ion Card (Kartu ada isi)	Sudah berada di pop-up frame Archipe dia Klik Card	Muncul informasi terkait objek yang ada pada Card	Muncul informasi terkait objek yang ada pada Card	<i>Valid</i>
08	Archie dia's Informat ion Card (Kartu tanpa ada isi)	Sudah berada di pop-up frame Archipe dia Klik Card	Informasi terkait objek yang ada pada Card menghila ng	Informasi terkait objek yang ada pada Card tidak menghila ng	<i>Invalid</i>
09	Button X (Archipe dia)	Sudah berada di pop-up frame Archipe dia Klik button X (Archipe dia)	Menutup tampilan (Archipe dia)	Menutup tampilan (Archipe dia)	<i>Valid</i>
10	Button Sound On/Off	Sudah berada di pop-up frame Setting. Klik button bergamb ar Sound.	Menghid upkan/ mematik an music pada permaina n	Menghid upkan/ mematik an music pada permaina n	<i>Valid</i>
11	Button "Credit"	Sudah berada di pop-up frame Setting. Klik Button "Credit".	Pop-up tampilan fitur Credit	Pop-up tampilan fitur Credit	<i>Valid</i>
12	Button X (Credit)	Sudah berada di pop-up frame Setting. Klik button X (Credit)	Menutup tampilan (Credit)	Menutup tampilan (Credit)	<i>Valid</i>
Permainan In Game (Level 1 - 4)					
Te st Co de	Uji Fungsi	Langkah Pengujia n	Ekspekt asi Hasil	Hasil Sebenar nya	Kesim pulan
13	Build Tower (Shado	Sudah berada di laman/	Muncul pilihan tower	Muncul pilihan tower	<i>Valid</i>

	w + papan coklat)	memulai permaina n. Klik Build Tower	apa yang ingin bangun di tanda area tersebut	apa yang ingin bangun di tanda area tersebut	
14	Tower Choosin g		Jika jumlah money cukup maka gambar pilihan tower- nya akan terang, jika tidak cukup maka gambar pilihan tower- nya akan redup	Jika jumlah money cukup maka gambar pilihan tower- nya akan terang, jika tidak cukup maka gambar pilihan tower- nya akan redup	<i>Valid</i>
15	Tower Chosing (Build)	Sudah berada di laman/ memulai permaina n. Klik salah satu gambar pilihan tower (Build Tower)	Muncul tower range saat diarahka n, dan muncul tower di area tersebut saat di klik	Muncul tower range saat diarahka n, dan muncul tower di area tersebut saat di klik	<i>Valid</i>
			Tower menemba k ke object (enemy)	Tower menemba k ke object (enemy)	<i>Valid</i>
16	Tower Shootin g	Tower sudah dipasang di salah satu area	Tower menemba k ke object (enemy)	Tower menemba k ke object (enemy)	<i>Valid</i>
17	Enemy Display	Tower sudah dipasang di salah satu area	Enemy dapat ditembak oleh tower, dan health bar berkur ang	Enemy dapat ditembak oleh tower, dan health bar berkur ang	<i>Valid</i>
18	Money Add/Def icient	Memasan g Tower atau menghan curkan enemy	Money berkurang karena memasan g tower atau bertamba h karena menghan curkan enemy	Money berkurang karena memasan g tower atau bertamba h karena menghan curkan enemy	<i>Valid</i>

19	Health Point Deficient	Sudah berada di laman/ memulai permainan. Enemy memasuki akhir dari path line	Health Point berkurang setiap satu enemy memasuki akhir dari path line	Health Point berkurang setiap satu enemy memasuki akhir dari path line	Valid
20	Win/Lose	Menyelesaikan Enemy Waves atau menghabiskan Health Point	Win pop-up jika Health Point lebih dari satu saat enemy waves telah selesai, dan Lose pop-up ketika masih terjadi enemy waves dan health point sudah habis	Win pop-up jika Health Point lebih dari satu saat enemy waves telah selesai, dan Lose pop-up ketika masih terjadi enemy waves dan health point sudah habis	Valid
Win/Lose Frame (Level 1 - 4)					
Test Code	Uji Fungsi	Langkah Pengujian	Ekspektasi Hasil	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
21	Memutar musik kemenangan	Mendapatkan status menang pada permainan.	Musik muncul saat pop-up frame victory	Musik muncul saat pop-up frame victory	Valid
22	Memunculkan Bintang	Klik button terkait (berhubungan dengan inframe button)	Muncul bintang saat menang, bintang 3 jika health point tidak ada berkurang, bintang 2 jika health point tersisa 3-4, bintang 1 jika health point tersisa 1-2	Muncul bintang saat menang, bintang 3 jika health point tidak ada berkurang, bintang 2 jika health point tersisa 3-4, bintang 1 jika health point tersisa 1-2	Valid

23	Button "Restart"		Mengulang permainan di Level saat ini	Mengulang permainan di Level saat ini	Valid
24	Button "Next Level"		Melanjutkan permainan di Level selanjutnya	Melanjutkan permainan di Level selanjutnya	Valid
25	Button "Main Menu"		Kembali ke Main Menu awal	Kembali ke Main Menu awal	Valid
26	Memutar musik kekalahan	Mendapatkan status kalah pada permainan.	Musik muncul saat pop-up frame game over	Musik muncul saat pop-up frame game over	Valid
27	Button "Main Menu"	Klik button terkait (berhubungan dengan inframe button)	Kembali ke Main Menu awal	Kembali ke Main Menu awal	Valid
28	Button "Restart"		Mengulang permainan di Level saat ini	Mengulang permainan di Level saat ini	Valid
Frame Permainan (Level 1 - 4)					
Test Case	Uji Fungsi	Langkah Pengujian	Ekspektasi Hasil	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
29	Button Roda Gigi (Pause Setting)	Sudah berada di laman/ memulai permainan. Klik button Roda Gigi (Pause Setting)	Button Roda Gigi menjadi gelap, tampilan menjadi permainan gelap dan pop-up tampilan Pause Setting.	Button Roda Gigi menjadi gelap, tampilan menjadi permainan gelap dan pop-up tampilan Pause Setting.	Valid
30	Button "Resume"	Sudah berada di pop-up frame pause setting. Klik terkait	Melanjutkan permainan saat ini	Melanjutkan permainan saat ini	Valid
31	Button "Restart"		Mengulang permainan di level saat ini	Mengulang permainan di level saat ini	Valid
32	Button "Main Menu"		Kembali ke Main Menu awal	Kembali ke Main Menu awal	Valid
33	Button Gambar Sound		Menghidupkan/ mematikan	Menghidupkan/ mematikan	Valid

	(Sound On/Off)		an music pada permainan	an music pada permainan	
34	Button Gambar Buku (Archipedia)		Pop-up tampilan fitur Archipedia	Pop-up tampilan fitur Archipedia	Valid
35	Button "X2"	Sudah berada di laman/ memulai permainan. Klik button terkait	Membuat permainan berjalan dengan kecepatan dua kali	Membuat permainan berjalan dengan kecepatan dua kali	Valid
36	Button "II" (Pause)		Membuat permainan tidak berjalan (pause)	Membuat permainan tidak berjalan (pause)	Valid

Berdasarkan pengujian permainan menggunakan metode Blackbox testing Equivalence Partitioning pada tabel 11, terdapat total 36 kasus pengujian fungsionalitas permainan yang dilakukan. Dari 36 kasus pengujian tersebut, terdapat 35 kasus pengujian yang menghasilkan kesimpulan "valid". Sehingga, berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan tingkat keberhasilan pengujian adalah sebesar 97,22%. Persentase kasus pengujian yang valid didapatkan dari membagi jumlah kasus yang valid (35) dengan total keseluruhan pengujian (36), dan dikalikan dengan 100%. Dalam hal ini, persentase pengujian yang valid adalah:

$$\begin{aligned} \text{Persentase kasus pengujian yang valid} &= (\text{Jumlah kasus valid} / \text{Total pengujian}) \times 100\% \\ &= (35 / 36) \times 100\% \\ &\approx 97,22\% \end{aligned}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar pengujian yang telah dilakukan dengan metode Blackbox testing Equivalence Partitioning memberikan kesimpulan yang valid. Sehingga, permainan ini telah lulus sebagian besar pengujian dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

F. Distribusi

Tahap distribusi merupakan tahap di mana permainan "Archipelago Tower Defense" ini sudah berhasil di build ke dalam versi beta/alpha dan telah melalui pengujian, build ini sendiri terdapat dua keluaran yaitu berupa versi Web (WebGL) dan juga versi desktop (.exe). Perilisan atau pendistribusian permainan ini dilakukan pada laman itch.io sehingga permainan ini mudah untuk disebarluaskan dan diharapkan permainan ini mendapatkan kritik dan saran oleh komunitas.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengembangan permainan memiliki kesimpulan terkait hasil implementasi pengembangan permainan Archipelago Tower Defense menggunakan Unity Game Engine, antara lain.

Permainan "Archipelago Tower Defense" telah berhasil dibuat menggunakan platform Unity Game Engine dengan tipe unity2D.

Permainan "Archipelago Tower Defense" dapat dimainkan di dua perangkat, (1) Website/WebGL (itch.io) dan (2) windows (extension .exe).

Selain itu, dapat diambil kesimpulan bahwa pengembangan permainan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) telah berhasil diimplementasikan dengan baik. Metode ini terbukti telah memenuhi standar dan juga mencakup semua tahapan yang diperlukan selama proses pengembangan permainan, sehingga mencapai hasil pengembangan yang efektif.

Penggunaan metode pengujian Black Box dengan teknik Equivalence Partitioning juga telah terbukti berhasil, dengan tingkat keberhasilan pengujian yaitu sebesar 97,22%. Sehingga permainan ini telah lulus sebagian besar pengujian dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil pengembangan yang telah dikerjakan terkait pengembangan permainan antara lain.

Multi-platform: Pada permainan ini, bentuk yang telah dihasilkan hanya berupa versi web dan Windows sehingga hanya bisa diakses melalui PC atau laptop. Perlu dilakukan pertimbangan untuk mengembangkan permainan ini di platform lain seperti platform mobile, yang nantinya permainan ini akan lebih mudah untuk diakses.

Desain: Pada tahap perancangan sebuah permainan, dibutuhkan pembuatan desain yang fleksibel sehingga memungkinkan pengembang dalam penyesuaian desain yang nanti mungkin diperlukan. Fleksibilitas desain sendiri merupakan hal penting yang gunanya untuk mengakomodasi perubahan atau penambahan fitur atau fungsionalitas permainan kelak.

REFERENSI

- [1] Phillipa Avery, J. T. (2011). Computational Intelligence and Tower Defence Games. Congress of Evolutionary Computation (CEC) (hal. 5-9). New Orleans, LA, USA: IEEE.
- [2] Afzal Hussain1, H. S. (2020). Unity Game Development Engine: A Technical Survey. University of Sindh Journal of Information and Communication Technology, 74-80.
- [3] Eraspace. (2022, Mei 22). Sejumlah Hal Diprediksi Berkembang di Dunia Gaming Masa Depan. Diambil kembali dari Eraspace: <https://eraspace.com/artikel/post/5-hal-yang-diprediksi-berkembang-di-dunia-gaming-masa-depan>
- [4] Jabal. (2022, Agustus 12). 5 Game Tower Defense PC Terbaik 2022. Retrieved from VC Gamers News: <https://vcgamers.com/news/game-tower-defense-pc/>
- [5] Martindo, J. P. (2018). PEMBUATAN GAME TOWER DEFENSE "DEFENSE PUSH" DENGAN UNITY. Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi, 86-90.
- [6] Fazriyanor Kaurie, A. P. (2020). Pengembangan Teknologi Game Indonesia untuk Game 2D "HEROES OF INDONESIA" Menggunakan Unity 2D Engine Berbasis Mobile. Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis (JIKB), 2483-2493.
- [7] Rizal, A. (2021, Juni 27). Nih! Contoh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) pada Video Game.

- Retrieved from INFOKOMPUTER:
<https://infokomputer.grid.id/read/122760831/nih-contoh-penggunaan-artificial-intelligence-ai-pada-video-game?page=all>
- [8] Heusser, M. (2021, October). black box (black box testing). Retrieved from TechTarget:
<https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/black-box>
- [9] Siregar, H. J., Alisya, D., Davit, D., S, J. T., & Amartya, N. (n.d.). Basic Principles of Multimedia. Retrieved from Binus SOCS:
<https://socs.binus.ac.id/2019/12/19/basic-principles-of-multimedia/>
- [10] Nirwana, N. C., & Purwanto, A. (2022). Pengembangan Teknologi Game Indonesia “Pramuka Asik” Menggunakan Unity 2d Engine Berbasis Android. Jurnal Pendidikan Tambusai, 2103-2116.
- [11] HarperCollins Publishers. (2023). Game definition and meaning. Retrieved from Collins Dictionary:
<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/game>
- [12] MasterClass. (2021, July 20). Tower Defense Game Genre: 6 Characteristics of TD Games. Retrieved from MasterClass:
<https://www.masterclass.com/articles/tower-defense-game-video-game-guide>
- [13] freeCodeCamp. (2020, February). Unity Game Engine Guide: How to Get Started with the Most Popular Game Engine Out There. Retrieved from freeCodeCamp:
<https://www.freecodecamp.org/news/unity-game-engine-guide-how-to-get-started-with-the-most-popular-game-engine-out-there/#:~:text=Unity%20is%20a%20cross%2Dplatform,extended%20to%20target%207%20platforms.>
- [14] KEVURU Games. (2022, Nov 18). Unity – What Makes It the Best Game Engine? Retrieved from KEVURU Games:
<https://kevurugames.com/blog/unity-what-makes-it-the-best-game-engine/>
- [15] Rosenberg, A. (2021, May 9). What is Itch.io? This oddball indie games store is a vital source of creativity. Retrieved from Mashable SE Asia:
<https://sea.mashable.com/entertainment/15647/what-is-itchio-this-oddball-indie-games-store-is-a-vital-source-of-creativity>
- [16] Kumala, F. N., Ghufroon, A., Astuti, P. P., Crismonika, M., Hudha, M. N., & Nita, C. I. (2021). MDLC model for developing multimedia e-learning on energy concept for primary school students. Journal of Physics: Conference Series.
- [17] Hamilton, T. (2023, June 10). What is BLACK Box Testing? Techniques, Types & Example. Retrieved from GURU99: <https://www.guru99.com/black-box-testing.html>
- [18] Jalli, A. (2022). What Is C#? Retrieved from Built In: <https://builtin.com/software-engineering-perspectives/c-sharp>