

**PEMBANGUNAN PROTOTIPE SOSIALISASI TENTANG SAMPAH  
BERBASIS GAME DUA DIMENSI**

**TUGAS AKHIR**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan Program Strata 1,  
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pasundan Bandung

Disusun oleh :

Dicki Hasbi Mubarok

183040112



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG  
AGUSTUS 2025**



## **LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Telah diujikan dan dipertahankan dalam Sidang Sarjana Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan Bandung, pada hari dan tanggal sidang sesuai berita acara sidang, tugas akhir dari :

Nama : Dicki Hasbi Mubarok

NPM : 18.304.0112

Dengan judul :

**“PEMBANGUNAN PROTOTIPE SOSIALISASI TENTANG SAMPAH  
BERBASIS GAME DUA DIMENSI”**

Bandung, 27 Agustus 2025

Menyetujui,  
Pembimbing Utama,

  
( Fajar Darmawan, ST., MT )

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas akhir ini adalah benar-benar asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Pasundan Bandung maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Tugas akhir ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah, serta disebutkan dalam Daftar Pustaka pada tugas akhir ini.
4. Kakas, perangkat lunak, dan alat bantu kerja lainnya yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Pasundan Bandung.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian - bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi akademik, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Pasundan, serta perundang-undangan lainnya.

Bandung, 27 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



**(Dicki Hasbi Mubarok)**

NRP. 18.304.0112

## Abstrak

Permasalahan sampah di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Kurangnya media sosialisasi yang menarik menyebabkan rendahnya partisipasi masyarakat, khususnya generasi muda, dalam pengelolaan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe game edukasi berbasis dua dimensi sebagai media sosialisasi pengelolaan sampah. Metode yang digunakan adalah **Game Development Life Cycle (GDLC)** yang terdiri dari tahap inisiasi, pra-produksi, produksi, dan alpha testing. Game yang dikembangkan diberi judul “**Green Gear**”, dengan tema steampunk yang memadukan narasi, mekanika permainan, dan visualisasi untuk meningkatkan keterlibatan pengguna. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa semua fitur utama, seperti sistem daur ulang, inventory, dan upgrade karakter, berjalan dengan baik. Game ini berpotensi menjadi media interaktif yang efektif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat, khususnya remaja, mengenai pentingnya pengelolaan sampah.

**Kata kunci:** game edukasi, prototipe, pengelolaan sampah, 2D game, GDLC

## Abstract

The waste problem in Indonesia continues to increase along with population growth and urbanization. The lack of engaging awareness media has led to low public participation, especially among young people, in waste management. This research aims to develop a two-dimensional educational game prototype as a medium for waste management awareness. The method used is the **Game Development Life Cycle (GDLC)**, consisting of initiation, pre-production, production, and alpha testing stages. The developed game, titled “**Green Gear**”, adopts a steampunk theme that combines narrative, gameplay mechanics, and visualization to enhance user engagement. Functional testing results show that all main features, such as the recycling system, inventory, and character upgrades, function properly. This game has the potential to serve as an effective interactive medium to increase public awareness, particularly among teenagers, regarding the importance of proper waste management.

**Keywords:** educational game, prototype, waste management, 2D game, GDLC

## Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul "PEMBANGUNAN PROTOTIPE SOSIALISASI TENTANG SAMPAH BERBASIS GAME DUA DIMENSI" Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kelulusan Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pasundan Bandung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini dapat terwujud berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moral, materi, dan doa yang tiada henti.
2. Bapak Fajar Darmawan, S.T., M.Kom., selaku pembimbing utama.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pasundan Bandung, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa studi.
4. Code.kyra yang telah memberi dukungan materi dalam bentuk device mouse Logitech MX Anywhere 3S.
5. Bakhtiar yang memberikan dukungan moral berupa ilmu dalam pembuatan *game* menggunakan *Unity*.
6. Andi, Syamsul dan Haikal yang sudah berjuang bersama-sama dalam menuntaskan Tugas Akhir bersama.
7. Samudra interactive yang memberikan semangat dan dukungan moral selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dan dukungan moral selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Bandung, 27 Agustus 2025

Penulis

## Daftar Isi

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PEMBANGUNAN PROTOTIPE SOSIALISASI TENTANG SAMPAH BERBASIS GAME DUA DIMENSI ..... | i   |
| LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....                                       | i   |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....                                     | ii  |
| Abstrak .....                                                                    | iii |
| Abstract.....                                                                    | iv  |
| Kata Pengantar.....                                                              | v   |
| Daftar Isi.....                                                                  | vi  |
| Daftar Istilah.....                                                              | ix  |
| Daftar Gambar .....                                                              | x   |
| Daftar Tabel .....                                                               | xi  |
| Daftar Simbol .....                                                              | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                                                          | 1-1 |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                          | 1-1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....                                                   | 1-2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                      | 1-2 |
| 1.4 Lingkup Penelitian.....                                                      | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian .....                                                      | 1-3 |
| 1.6 Sistem Penelitian.....                                                       | 1-4 |
| BAB 2 LANDASAN TEORI DAN PENELITIAN TERDAHULU .....                              | 2-1 |
| 2.1 Teori yang Digunakan.....                                                    | 2-1 |
| <b>2.1.1 Prototipe</b> .....                                                     | 2-1 |
| <b>2.1.2 Game</b> .....                                                          | 2-1 |
| <b>2.1.3 Game Edukasi</b> .....                                                  | 2-2 |
| <b>2.1.4 Desain Game</b> .....                                                   | 2-3 |
| <b>2.1.5 Pengelolaan sampah</b> .....                                            | 2-3 |
| <b>2.1.6 Game Development Life Cycle</b> .....                                   | 2-4 |
| <b>2.1.7 Game Design Document</b> .....                                          | 2-4 |
| <b>2.1.8 Metode Penelitian</b> .....                                             | 2-5 |
| 2.2 Penelitian Terdahulu .....                                                   | 2-6 |
| 2.3 Alasan Pemilihan Game 2D .....                                               | 2-6 |
| <b>2.3.1 Efisiensi Pengembangan dan Biaya</b> .....                              | 2-6 |
| <b>2.3.2 Aksesibilitas Perangkat</b> .....                                       | 2-6 |
| <b>2.3.3 Fokus dan Minim Distraksi</b> .....                                     | 2-6 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| BAB 3 SKEMA PENELITIAN .....                      | 3-1  |
| 3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir .....           | 3-1  |
| 3.2 Perumusan masalah .....                       | 3-3  |
| <b>3.2.1 Analisi sebab akibat</b> .....           | 3-3  |
| <b>3.2.2 Solusi masalah</b> .....                 | 3-5  |
| <b>3.2.3 Kerangka Berpikir Teoritis</b> .....     | 3-5  |
| BAB 4 TAHAP PENGEMBANGAN GAME .....               | 4-1  |
| 4.1 Inisiation .....                              | 4-1  |
| <b>4.1.1 Identifikasi Masalah</b> .....           | 4-1  |
| <b>4.1.2 Target Pengguna</b> .....                | 4-1  |
| <b>4.1.3 Story</b> .....                          | 4-1  |
| <b>4.1.4 Mechanics</b> .....                      | 4-2  |
| <b>4.1.5 Aesthetics</b> .....                     | 4-2  |
| <b>4.1.6 Technology</b> .....                     | 4-2  |
| 4.2 Pre-production .....                          | 4-2  |
| <b>4.2.1 Pembuatan Game Design Document</b> ..... | 4-3  |
| <b>4.2.2 Perancangan Level</b> .....              | 4-5  |
| <b>4.2.3 Perancangan Karakter</b> .....           | 4-6  |
| <b>4.2.4 Perancangan Antarmuka</b> .....          | 4-6  |
| <b>4.2.5 Perancangan Audio</b> .....              | 4-6  |
| 4.3 Production .....                              | 4-7  |
| <b>4.3.1 Pembuatan Aset Visual</b> .....          | 4-7  |
| <b>4.3.2 Pengembangan Kode</b> .....              | 4-7  |
| <b>4.3.3 Integrasi Elemen</b> .....               | 4-7  |
| 4.4 Alpha Testing .....                           | 4-7  |
| <b>4.4.1 Pengujian Fungsional</b> .....           | 4-7  |
| BAB 5 TAHAP DEVELOPMENT .....                     | 5-1  |
| 5.1 Pembuatan Aset .....                          | 5-1  |
| <b>5.1.1 Tombol UI</b> .....                      | 5-1  |
| <b>5.1.2 Item dan Objek Interaktif</b> .....      | 5-4  |
| <b>5.1.3 Environment</b> .....                    | 5-7  |
| <b>5.1.4 Karakter</b> .....                       | 5-8  |
| <b>5.1.5 Font</b> .....                           | 5-9  |
| 5.2 Pengembangan Source Code .....                | 5-9  |
| <b>5.2.1 Sistem Navigasi dan Scene</b> .....      | 5-9  |
| <b>5.2.2 Sistem Inventori</b> .....               | 5-10 |

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 5.2.3 Sistem Daur Ulang.....        | 5-10 |
| 5.2.4 Sistem Upgrade.....           | 5-12 |
| 5.2.5 Perancangan UI/UX.....        | 5-13 |
| 5.2.6 Menu Utama .....              | 5-13 |
| 5.2.7 Area Selection .....          | 5-14 |
| 5.2.8 Map Area .....                | 5-14 |
| 5.2.9 Daur Ulang Menu.....          | 5-16 |
| 5.2.10 Penyimpanan Menu.....        | 5-18 |
| 5.3 Integrasi Sistem.....           | 5-21 |
| 5.3.1 Integrasi Visual .....        | 5-21 |
| 5.3.2 Integrasi Audio .....         | 5-23 |
| 5.3.3 Integrasi <i>Code</i> .....   | 5-23 |
| 5.4 Pengujian Awal.....             | 5-24 |
| 5.4.1 Tujuan Pengujian.....         | 5-24 |
| 5.4.2 Metodologi .....              | 5-24 |
| 5.4.3 Skenario Pengujian.....       | 5-25 |
| 5.4.4 Hasil Temuan <i>Bug</i> ..... | 5-26 |
| BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....    | 6-1  |
| 6.1 Kesimpulan.....                 | 6-1  |
| 6.2 Saran .....                     | 6-1  |
| DAFTAR PUSATAKA .....               | xiv  |

## Daftar Istilah

| No. | Istilah                            | Penjelasan                                                                                                                                                              |
|-----|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Monster                            | Makhluk besar, aneh, dan menakutkan yang sering kali dianggap berbahaya                                                                                                 |
| 2.  | Audience                           | Pemain yang memainkan <i>game</i>                                                                                                                                       |
| 3.  | player                             | Seseorang yang berpartisipasi atau terlibat dalam suatu permainan, pertandingan, atau kegiatan yang bersifat interaktif                                                 |
| 4.  | Asset                              | Segala bentuk sumber daya digital yang digunakan untuk membangun dan memperkaya pengalaman bermain.                                                                     |
| 5.  | Environment                        | Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kinerja suatu sistem maupun hasil dari sebuah proses.                                                                          |
| 6.  | Control                            | Kemampuan untuk mengendalikan sebuah <i>game</i> yang dimainkan seperti control untuk menyerang musuh                                                                   |
| 7.  | Fishbone                           | Metode yang digunakan untuk menganalisis sebab akibat dari suatu kondisi                                                                                                |
| 8.  | <i>Game</i>                        | Permainan yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu                                                                                                                   |
| 9.  | <i>Game Design Document</i>        | Dokumen dari gambaran umum dari konsep <i>game</i> yang akan dibangun secara keseluruhan yang terdiri dari kumpulan dokumen-dokumen yang digunakan di dalam <i>game</i> |
| 10. | <i>Game Development Life Cycle</i> | Metode dalam pembangunan <i>game</i> yang menerapkan pendekatan iteratif yang terdiri dari 6 fase pengembangan                                                          |
| 11. | font                               | satu set huruf cetak dengan gaya dan ukuran tertentu.                                                                                                                   |
| 12. | Level                              | Tingkatan tantangan                                                                                                                                                     |
| 13. | Main Production                    | Tahap implementasi dari <i>game</i> yang di bangun                                                                                                                      |
| 14. | Mechanic                           | Sebuah aturan yang terdapat dalam <i>game</i> baik secara tidak langsung maupun aturan secara langsung                                                                  |
| 15. | Pitch                              | Tahap pembuatan konsep dari <i>game</i> yang dibangun                                                                                                                   |
| 16. | Source Code                        | Barisan kode yang berisikan program-program untuk menjalankan <i>game</i>                                                                                               |
| 17. | Story                              | Cerita yang terdapat dalam suatu kejadian                                                                                                                               |
| 18. | Unity <i>Game Engine</i>           | Software yang digunakan dalam pembangunan <i>game</i>                                                                                                                   |
| 19. | Upgrade                            | Meningkatkan daya serang karakter                                                                                                                                       |
| 20. | Alpha Testing                      | Tahap pengujian terhadap <i>game</i> yang telah dibangun                                                                                                                |

## Daftar Gambar

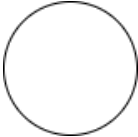
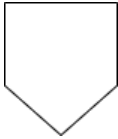
|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Gambar 1. 1 metode penelitian .....          | 1-3 |
| Gambar 3. 1 analisis sebab akibat.....       | 3-4 |
| Gambar 3. 2 Kerangka Berpikir Teoritis ..... | 3-5 |
| Gambar 4. 1 Logo Game Green Gear .....       | 4-3 |

## Daftar Tabel

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| Tabel 2. 1 penelitian terdahulu.....           | 2-6  |
| Tabel 3. 1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir ..... | 3-1  |
| Tabel 3. 2 Solusi Masalah.....                 | 3-5  |
| Tabel 4. 1 Mekanik Daur ulang .....            | 4-4  |
| Tabel 4. 2 Mekanik Pembuatan Produk .....      | 4-4  |
| Tabel 4. 3 Pembagian Monster Sampah .....      | 4-6  |
| Tabel 5. 1 Tombol UI .....                     | 5-1  |
| Tabel 5. 2 Item dan Objek Interaktif .....     | 5-4  |
| Tabel 5. 3 Environment.....                    | 5-7  |
| Tabel 5. 4 Karakter .....                      | 5-8  |
| Tabel 5. 5 Font .....                          | 5-9  |
| Tabel 5. 6 Menu Utama .....                    | 5-13 |
| Tabel 5. 7 Area Selection.....                 | 5-14 |
| Tabel 5. 8 Map Area .....                      | 5-14 |
| Tabel 5. 9 Daur Ulang.....                     | 5-16 |
| Tabel 5. 10 Penyimpanan Menu .....             | 5-18 |
| Tabel 5. 11 integrasi visual.....              | 5-21 |
| Tabel 5. 12 integrasi audio.....               | 5-23 |
| Tabel 5. 13 integrasi code .....               | 5-23 |
| Tabel 5. 14 hasil temuan bug .....             | 5-26 |

## Daftar Simbol

### Simbol Alur Penyelesaian Tugas Akhir

| Simbol                                                                            | Penjelasan                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  | Aktivitas atau Kegiatan yang dilakukan                             |
|  | Connector penghubung dengan Aktivitas atau Kegiatan yang dilakukan |
|  | Menunjukkan perpindahan halaman                                    |
|  | Alur Aktivitas atau Kegiatan yang dilakukan                        |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan umum mengenai usulan penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir. Di dalamnya berisi latar belakang tugas akhir, identifikasi masalah, tujuan tugas akhir, lingkup tugas akhir, metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### 1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang terus berkembang seiring dengan meningkatnya populasi dan urbanisasi [AAU21]. Pengelolaan sampah yang buruk dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti pencemaran lingkungan, banjir, hingga masalah kesehatan. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pengelolaan sampah yang baik dan benar.

Indonesia menghasilkan 69,9 juta ton sampah per tahun (2023) dengan komposisi terbesar berasal dari sisa makanan (41,6%) dan plastik (18,7%). Sekitar sepertiga sampah belum dikelola dengan baik, dan sebagian besar bersumber dari rumah tangga (**44,37%**). Di Jawa Barat, Kabupaten Bandung sendiri menghasilkan lebih dari 1.300 ton sampah per hari, sementara Kota Bandung kerap menghadapi krisis akibat keterbatasan kapasitas TPA, seperti kasus kebakaran di TPA Sarimukti tahun 2023 yang menyebabkan penumpukan sampah di berbagai TPS. Fakta ini menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat dalam memilah dan mengelola sampah masih rendah, sehingga diperlukan media sosialisasi yang lebih efektif dan menarik, terutama untuk generasi muda [KEM23].

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2021, Indonesia menghasilkan sekitar 67,8 juta ton sampah pertahun, di mana sekitar 60% di antaranya merupakan sampah organik, sementara sisanya terdiri dari sampah plastik, kertas, dan jenis sampah lainnya [KEM21]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah melalui sosialisasi yang efektif.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat adalah melalui media interaktif, seperti *game* [BAT20]. *Game* dua dimensi (2D) menawarkan visual yang sederhana namun menarik, yang dapat digunakan sebagai sarana edukasi dan sosialisasi. Dengan adanya *game* ini, diharapkan masyarakat, terutama generasi muda, dapat lebih memahami pentingnya pengelolaan sampah serta bagaimana cara melakukannya dengan baik.

Prototipe *game* berbasis dua dimensi untuk sosialisasi pengelolaan sampah ini dirancang sebagai alat interaktif untuk meningkatkan kesadaran pengguna mengenai pentingnya pemilahan sampah, pengurangan penggunaan plastik, dan cara mendaur ulang sampah dengan benar. Penggunaan elemen *game* dalam kampanye edukasi terbukti efektif dalam memotivasi partisipasi pengguna dan meningkatkan pemahaman [DAU19].

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan meningkatkan kesadaran masyarakat melalui media interaktif, seperti *game*. *Game* dua dimensi (2D) menawarkan visual yang sederhana namun menarik, yang dapat digunakan sebagai sarana edukasi dan sosialisasi. Dengan menggunakan elemen *game*, kampanye edukasi dapat menjadi lebih menarik dan efektif.

## 1.2 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana membangun *game* dua dimensi yang dapat digunakan sebagai media sosialisasi pengelolaan sampah?
2. Bagaimana menentukan mekanika *game* yang sesuai untuk menyampaikan edukasi pengelolaan sampah?
3. Bagaimana mengintegrasikan aspek visual dan naratif dalam *game* sehingga menarik bagi pengguna?
4. Bagaimana membuat media alternatif edukasi sampah untuk masyarakat?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengembangkan prototipe *game* dua dimensi sebagai media sosialisasi pengelolaan sampah.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat, terutama remaja, tentang pentingnya pengelolaan sampah melalui pendekatan yang interaktif.
3. Membangun elemen visual dan naratif yang menarik untuk meningkatkan keterlibatan pengguna.
4. Memanfaatkan teknologi *game* sebagai alat untuk menyampaikan informasi yang kompleks dengan cara yang menarik dan mudah dipahami.

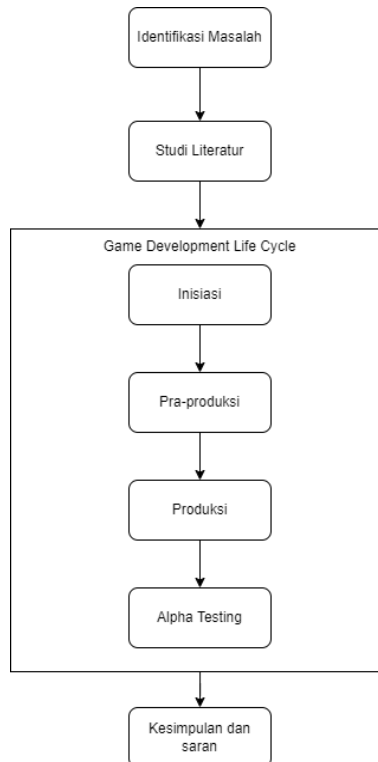
## 1.4 Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Pengembangan prototipe *game* 2D menggunakan Unity.
2. Menggunakan langkah-langkah dalam metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) hingga tahap *alpha testing*.
3. Penerapan elemen visual, naratif, dan mekanika permainan yang mendukung edukasi pengelolaan sampah.

## 1.5 Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat beberapa langkah - langkah yang diterapkan dalam pengerjaan penelitian. Pada gambar 1.1 akan menjelaskan langkah - langkah pengerjaan penelitian.



Gambar 1. 1 metode penelitian

Penjelasan mengenai metodologi Tugas Akhir sebagai berikut :

### 1. Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah ini berfokus pada kurangnya sosialisasi mengenai pengelolaan sampah, khususnya pada kalangan remaja. Tahap identifikasi masalah bertujuan untuk memberikan landasan yang kuat dalam proses pengembangan *game* yang akan dibangun.

### 2. Studi Literatur

Studi Literatur ini digunakan untuk membantu dalam pengerjaan tugas akhir. Dalam pengumpulan data ini menggunakan tahapan studi literatur yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir, dalam pengerjaannya mempelajari dan memahami berbagai teori dasar yang bersumber dari buku, media, pakar atau penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan pembangunan *game* yang akan dibuat.

### 3. GDLC

Tahap menentukan ide merupakan langkah pertama dan paling penting dalam pengembangan *game*. Pada tahap ini, pengembang harus melakukan *brainstroming* untuk

menghasilkan berbagai macam ide *game*, yang kemudian dievaluasi berdasarkan visi dan tujuan yang jelas. Studi kelayakan dilakukan untuk memastikan bahwa ide tersebut dapat diwujudkan dalam batasan teknis dan finansial yang ada. Selain itu, pengembang harus menentukan ide tersebut dan mewujudkan dalam batasan teknis dan finansial yang ada. Selain itu, pengembang harus menentukan *genre* dan target *audiens* untuk memastikan bahwa *game* yang dikembangkan akan memiliki pasar yang jelas. Dokumen konsep yang disusun pada tahap ini akan menjadi panduan bagi seluruh proses pengembangan selanjutnya, memastikan bahwa semua anggota tim memiliki pemahaman yang sama tentang arah dan tujuan proyek [EAM09]. Tahapan ini terdiri dari 4 tahap utama dari GDLC yaitu :

- 1) Inisiasi mencakup identifikasi ide dan konsep awal yang akan dikembangkan dalam *game*. Tahapan ini bertujuan menghasilkan dasar perancangan *game* yang mencakup elemen dasar seperti tema dan tujuan pengembangan. Hasil dari tahap ini akan menghasilkan *game design document*(GDD) yang akan menjadi acuan dalam tahap-tahap berikutnya [RIS24].
- 2) Pra-produksi bertujuan untuk merancang alur cerita dan mekanika permainan yang sesuai dengan tujuan pengembangan. Pembuatan storyboard dan perencanaan teknis seperti pengembangan grafis dan UI/UX juga dijelaskan untuk memastikan *game* dapat dikembangkan secara efektif pada tahap produksi [TFA23].
- 3) Produksi adalah tahap dimana semua element yang telah dirancang pada tahap *pre-production* diimplementasikan [RAK20].
- 4) Alpha testing adalah tahap pengujian internal, dilakukan untuk memastikan fungsionalitas *game* sesuai dengan desain [DAU19]

## 1.6 Sistem Penelitian

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. **Bab 1:** Pendahuluan Berisi latar belakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metodologi, dan sistematika penulisan.
2. **Bab 2:** Landasan Teori Membahas teori-teori yang relevan, penelitian terdahulu, serta metode pengembangan yang digunakan.
3. **Bab 3:** Skema Penelitian Menguraikan langkah-langkah penyelesaian tugas akhir, analisis masalah, dan solusi yang ditawarkan.
4. **Bab 4:** Tahap Pengembangan *Game* Menjelaskan tahapan pengembangan menggunakan GDLC, mulai dari pitch hingga alpha testing.
5. **Bab 5:** Tahap development melibatkan pembuatan aset, *source code*, antar muka, serta pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan kualitas *game* yang akan dibangun

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI DAN PENELITIAN TERDAHULU**

Bab ini bertujuan untuk membahas teori-teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik tugas akhir ini. Dalam hal ini, saya perlu informasi lebih spesifik mengenai topik penelitian tugas akhir Anda agar saya dapat memberikan contoh teori dan penelitian terdahulu yang relevan. Mohon berikan lebih banyak informasi mengenai topik tugas akhir Anda agar saya dapat membantu Anda dengan lebih baik.

#### **2.1 Teori yang Digunakan**

Pada Sub bab ini berisi sejumlah teori dan konsep yang relevan yang digunakan dalam penelitian.

Teori flow dalam sebuah *game* bisa membuat keadaan seseorang sepenuhnya tenggelam dalam suatu aktivitas. Teori ini sering digunakan untuk menciptakan pengalaman bermain yang menyenangkan bermain yang menyenangkan dan menantang [MCZ90].

##### **2.1.1 Prototipe**

Prototipe didefinisikan sebagai versi awal dari produk yang dirancang untuk menguji konsep, mekanika, atau fungsionalitas inti sebelum pengembangan skala penuh [BRS18]. Dalam konteks pengembangan *game*, prototipe berperan sebagai alat validasi untuk memastikan bahwa desain *gameplay*, mekanik dan UI/UX sesuai dengan tujuan edukasi dan hiburan [KSE20]. Dalam *Game Development Life Cycle* (GDLC), prototipe dikembangkan pada fase *Pre-production* dan diuji pada fase *Alpha Testing* [RAK16].

##### **2.1.2 Game**

Menurut Johan Huizinga, seorang sejarawan budaya dan ahli teori *game*. *Game* adalah aktivitas yang dilakukan secara sukarela dengan batasan waktu dan ruang yang ditentukan, dimana aturan khusus ditentukan, mengikuti aturan-aturan yang telah disepakati, dan bertujuan untuk mendapatkan kesenangan dan kegembiraan [JOH55].

Sedangkan menurut Katie Salen dan Eric Zimmerman, dalam bukunya yang berjudul “*Rules of Play : Game Design Fundamental*” mendefinisikan *game* sebagai sebuah sistem dimana pemain terlibat dalam sebuah konflik buatan yang ditentukan oleh aturan dan menghasilkan menghasilkan hasil yang dapat diukur [KAT03].

Sedangkan pengertian *game* menurut Ernest Adams dan Joris Dormans, bahwa *game* merupakan jenis aktivitas bermain yang dilakukan dalam konteks tidak nyata di mana para pemain

mencoba untuk mencapai setidaknya satu tujuan yang sewenang-wenang dan tidak sepele dengan bertindak sesuai dengan aturan [ERN12].

Sehingga dapat disimpulkan *game* adalah aktivitas di mana pemain dapat melakukan bermacam kegiatan dengan kesepakatan yang telah disepakati untuk tujuan mendapatkan kesenangan dan kegembiraan.

### 2.1.3 Game Edukasi

Pengertian *game* edukasi menurut Andri Setiawan, Henry Praherdhiono dan Sulthoni, bahwa *game* edukasi merupakan pembelajaran yang terjadi dengan bantuan *game* digital. Sehingga, belajar dan pengajaran sangat berhubungan dengan penggunaan *game*. Terdapat dua pandangan dari *game* edukasi digital ini, yakni pertama pandangan dari pebelajar untuk mempertimbangkan bagaimana seseorang dapat belajar dari *game* dan pandangan kedua dari pengajar tentang bagaimana dapat mengajar menggunakan *game* [AND19].

Sedangkan *game* edukasi menurut Gigih Forda Nama dan Flesi Arnoldi, bahwa *Game* edukasi adalah permainan komputer pendidikan yang mudah dikenali dengan struktur reward atau penghargaan yang jelas dalam permainan terpisah dari pengalaman pendidikan. Tujuan dari *game* edukasi adalah untuk melibatkan dan memotivasi pemain melalui pengalaman langsung dengan dunia *game*. Permainan harus memberikan kemungkinan reflektif menjelajahi fenomena, pengujian hipotesis dan membangun objek, untuk membuat *game* yang baik, alur permainan sangat penting. Namun, selain itu diperlukan juga penciptaan alur cerita yang baik, grafis dan suara yang sesuai, dan keseimbangan dalam permainan. Jika aspek ini diabaikan, tentu saja tidak akan cukup jika hanya mengandalkan alur permainan yang baik [GIG16].

Sedangkan *game* edukasi menurut Sri Widoretno, Deddy Setyawan dan Mukhlison, bahwa *Game* Edukasi adalah media pembelajaran baru yang dipercayai dapat meningkatkan motivasi anak dalam belajar dan dapat meningkatkan pemahaman anak terhadap materi pembelajaran dengan menggunakan sebuah media pembelajaran berupa *game* yang menarik. Melalui *game* edukasi tersebut anak dapat secara langsung melihat, mendengar, mengamati dan bahkan berinteraksi dengan cara bernavigasi melalui tombol, tools dan navigasi lainnya yang sudah disediakan dalam program *game* edukasi tersebut [SRI21].

Sehingga dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi merupakan *game* pembelajaran yang bertujuan untuk menarik minat belajar dan memiliki pola belajar yang dimiliki dari *game* yang mengharuskan pemain untuk terus belajar sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang ada pada *game*. Dengan *game* edukasi dapat membantu aspek kehidupan yang lebih baik.

### 2.1.4 Desain Game

Pengertian desain *game* menurut Jacky D. Sehang, Virginia Tulenan dan Alwin M. Sambul, bahwa desain *game* adalah suatu proses untuk menciptakan peraturan dan konten yang dapat membuat pemain merasa termotivasi dalam mencapai tujuan dengan mengikuti peraturan yang telah dibuat. Dalam merancang suatu *game* harus memiliki dasar-dasar desain *game* seperti menggunakan pendekatan desain *game* yang disebut *player-centric* yang berfokus pada peran pemain dan *gameplay* *game* [JAC19].

Sedangkan pengertian desain *game* menurut Rafii Pramudya Putratama, bahwa desain *game* merupakan proses menciptakan konten dan aturan permainan. *Game design* yang baik adalah proses menciptakan tujuan agar pemain merasa termotivasi untuk mencapai tujuan ataupun objektif [RAF20].

Sedangkan desain *game* menurut Harits Ar Rosyid, Syaad Patmanthara, dan Imanda Rahmadwito Cahyudi, bahwa desain *game* Penciptaan sebuah konten atau aturan dalam sebuah permainan. Fase ini tidak melibatkan pemrograman, seni, animasi atau pemasaran, atau salah satu tugas lain yang diperlukan dalam pembuatan sebuah *game*. Semua tugas ini dapat secara kolektif disebut pengembangan *game*, dan desain *game* merupakan salah satu bagian pembuatan sebuah *game* [HAR20].

Sehingga dapat disimpulkan desain *game* adalah hasil dari konsep *game* yang sudah meliputi komponen *gameplay* dan interaksi antar komponennya dengan dasar-dasar aturan yang sudah ditetapkan sehingga tujuan *game* yang dibangun dapat tercapai.

### 2.1.5 Pengelolaan sampah

Menurut Azwar, sampah adalah sesuatu yang tidak dipergunakan lagi, yang tidak dapat dipakai lagi, yang tidak disenangi dan harus dibuang, maka sampah tentu saja harus dikelola dengan sebaik-baiknya, sedemikian rupa, sehingga hal-hal yang negatif bagi kehidupan tidak sampai terjadi. [AZW90]

Kodoatie mendefinisikan sampah adalah limbah atau buangan yang bersifat padat atau setengah padat, yang merupakan hasil sampingan dari kegiatan perkotaan atau siklus kehidupan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Sampah dalam ilmu kesehatan lingkungan (*refuse*) sebenarnya hanya sebagian dari benda atau hal-hal yang dipandang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau harus dibuang, sedemikian rupa, sehingga tidak mengganggu kelangsungan hidup. Menurut SK SNI T-13-1990 F, yang dimaksud dengan sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik. [KOD03]

Menurut Hadiwiyoto (1983), berdasarkan lokasinya, sampah dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu: sampah kota (*urban*), yaitu sampah yang terkumpul di kota-kota besar dan sampah daerah,

yaitu sampah yang terkumpul di daerahdaerah di luar perkotaan, misalnya di desa, di daerah permukiman dan di pantai.[HAD83]

### 2.1.6 Game Development Life Cycle

Pengertian *Game Development Life Cycle* (GDLC) menurut Rio Andriyat Krisdiawan, bahwa *Game Development Life Cycle* (GDLC) merupakan suatu proses pengembangan sebuah *game* yang menerapkan pendekatan iteratif yang terdiri dari 6 fase pengembangan, dimulai dari fase *pitch*, *pre-production*, *main production*, *alpha testing*, *beta* dan *master*. Pada metode GDLC ini menggunakan versi dari Blitz Games Studio.

Adapun tahap dari *Game Development Life Cycle* (GDLC) adalah sebagai berikut :

#### 1. Inisiation

*Inisiation* merupakan proses awal yang berupa pembuatan konsep dasar dari *game*, mulai dari menentukan *game* seperti apa yang akan dibuat, mulai dari indentifikasi *game* yang akan dibangun sampai dengan deskripsi permainan. [RIO16].

#### 2. Pre-production

*Pra-produksi* adalah salah satu fase yang penting dalam siklus produksi. Pra produksi melibatkan pembuatan prototipe permainan. Desain *game* berfokus pada mendefinisikan *gameplay* dan *game* mekanik/konfensional, alur cerita, karakter, tantangan, dan dokumentasi elemennya dalam *Dokumen Design Game* (GDD) [RIO16].

#### 3. Production

*Main Production* adalah proses inti dari pembangunan *game* yang berputar di sekitar penciptaan aset, pembuatan source code, dan integrasi kedua elemen tersebut [RIO16].

#### 4. Alpha Testing

*Alpha testing* merupakan digunakan dalam pengujian untuk menguji kegunaan permainan dalam *game*. dapat dilakukan melalui uji fungsi. Ketika tester menemukan bug, celah, atau kegagalan selama pengujian. [RIO16].

### 2.1.7 Game Design Document

Pengertian *Game Design Document* menurut Muhamad Khaerudina, Dwi Budi Srisulistiowatib dan Joni Warta, bahwa *game design document* merupakan gambaran umum mengenai desain *game* yang akan dibangun[MUH21].

Berikut adalah *Game Desain Dokumen* dari *game* edukasi yang dibangun [MUH21]., terdiri dari:

- a. *Title*
- b. *Game Description*
- c. *Genre (Simulation, Management, Fantasy, Education )*
- d. *Design Goals*

- e. *Target Audience*
- f. *Player Controller*

Pengertian *Game Design Document* menurut Rafii Pramudya Putratama bahwa *game design document* adalah kumpulan dokumen – dokumen yang digunakan *game designer* untuk menginformasikan mengenai *game* yang didesain digunakan untuk menjadi landasan pengembangan *game* tersebut, dan untuk menarik minat pembaca serta menginformasikan gambaran keseluruhan *game* yang akan dibuat kepada tim pengembang [RAF20].

Sehingga dapat disimpulkan *game design document* adalah gambaran umum dari konsep *game* yang akan dibangun secara keseluruhan yang terdiri dari kumpulan dokumen-dokumen yang digunakan di dalam *game*.

### 2.1.8 Metode Penelitian

Metode pengujian adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk mengevaluasi dan memastikan bahwa prototipe memenuhi kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dalam konteks pengembangan perangkat lunak, metode pengujian memainkan peran penting dalam mengidentifikasi dan memperbaiki masalah sebelum produk dirilis. Beberapa metode pengujian yang umum digunakan adalah:

1. **Pengujian Fungsional** Bertujuan untuk memastikan bahwa semua fungsi prototipe berjalan sesuai dengan desain yang telah dirancang. Pengujian ini mencakup pengujian antarmuka pengguna, alur kerja, dan mekanika permainan.
2. **Pengujian Usability** Mengukur tingkat kemudahan pengguna dalam memahami dan menggunakan prototipe. Pengujian ini biasanya melibatkan pengguna akhir untuk memberikan umpan balik tentang pengalaman mereka.
3. **Pengujian Performa** Memeriksa apakah prototipe dapat berjalan dengan baik dalam kondisi tertentu, seperti di bawah beban tinggi atau pada berbagai perangkat.
4. **Pengujian Alfa** Dilakukan oleh tim pengembang atau penguji internal untuk memastikan prototipe bebas dari kesalahan kritis sebelum dirilis untuk pengujian beta.
5. **Pengujian Beta** Melibatkan pengguna eksternal untuk mengevaluasi prototipe dalam situasi dunia nyata. Umpan balik dari pengguna digunakan untuk menyempurnakan produk.

Dalam penelitian ini, metode pengujian yang digunakan adalah pengujian fungsional, usability dan alfa. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi apakah prototipe *game* dapat menyampaikan edukasi tentang pengelolaan sampah secara efektif dan menarik bagi pengguna.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Disampaikan penelitian terdahulu yang menjadi inspirasi tugas akhir atau penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan atau kesamaan

Tabel 2. 1 penelitian terdahulu

| No | Nama Penulis                 | Judul Penelitian                                                              | Hasil Penelitian                                                                                           |
|----|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Batra et al. (2020)          | <i>"Gamification as a Tool for Environmental Awareness"</i>                   | 72% partisipan menunjukkan peningkatan kesadaran lingkungan setelah bermain <i>game</i> selama 2 minggu.   |
| 2. | Dau et al. (2019)            | <i>"Effectiveness of Game Elements in Educational Campaigns"</i>              | Retensi informasi meningkat 35% pada kelompok yang menggunakan <i>game</i> dibanding metode ceramah.       |
| 3. | Andri Setiawan et al. (2019) | <i>"Educational Game Design for Waste Management"</i>                         | Pemahaman remaja tentang pemilahan sampah meningkat dari rata-rata 45% (pre-test) menjadi 82% (post-test). |
| 4. | Rafii Pramudya (2020)        | <i>"Game Design Document as a Framework for Educational Game Development"</i> | Penggunaan GDD mengurangi waktu pengembangan sebesar 30% dan meningkatkan koordinasi tim.                  |
| 5. | Khaerudin et al. (2021)      | <i>"Implementation of GDLC in 2D Educational Game Prototyping"</i>            | 92% bug kritis teridentifikasi pada fase alpha testing, mengurangi revisi pasca-rilis sebesar 60%.         |

## 2.3 Alasan Pemilihan Game 2D

Pemilihan Format 2D dalam pengembangan ini didasari oleh sejumlah alasan praktis dan pedagogis, sebagaimana dibuktikan oleh literatur terkini.

### 2.3.1 Efisiensi Pengembangan dan Biaya

Game 2D cenderung lebih cepat dikembangkan, memerlukan tim yang lebih kecil, serta minim kebutuhan teknis dibandingkan game 3D. Hal ini sangat mendukung proyek tugas akhir yang umumnya memiliki waktu dan anggaran terbatas [JUE25].

### 2.3.2 Aksesibilitas Perangkat

Game 2D kompatibel dengan hardware kelas rendah hingga smartphone, sehingga memperluas cakupan pengguna dan meningkatkan aksesibilitas bagi target audiens [TIU25].

### 2.3.3 Fokus dan Minim Distraksi

Visual 2D mengurangi beban kognitif dan gangguan visual dibandingkan 3D, membantu pemain tetap fokus pada materi edukasi [ARX23].

## BAB 3

### SKEMA PENELITIAN

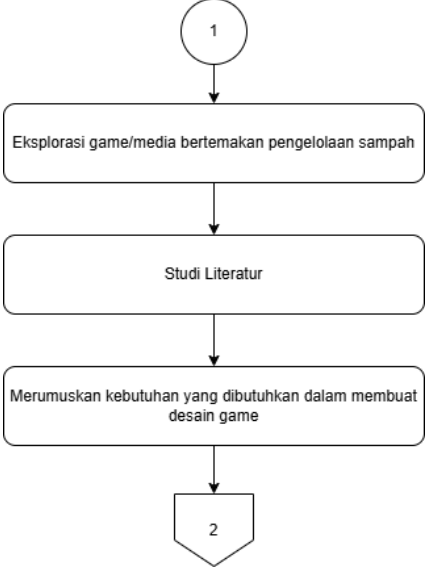
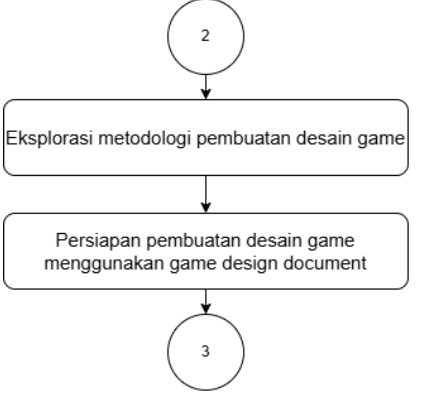
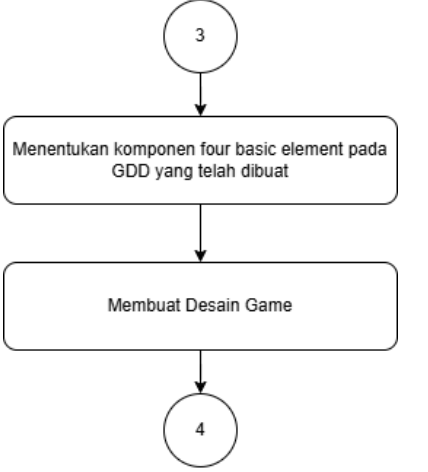
Skema penelitian berisi gambaran detail terkait alur penyelesaian tugas akhir, serta penjelasan detail rumusan masalah. Bab ini dimulai dengan menunjukkan alur detail penyelesaian tugas akhir, menyampaikan analisis sebab akibat dan solusi yang ditawarkan, hingga menyajikan kerangka berpikir teoritis dari produk yang akan dibangun dan profile objek penelitiannya.

#### 3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir

Alur dari penyelesaian ini merupakan penjelasan mengenai alur pengerjaan tugas akhir serta berbagai literatur yang penulis gunakan. Di bawah ini merupakan tabel 3.1 yang menjelaskan semua alur penyelesaian penelitian.

*Tabel 3. 1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir*

| <i>Tahap dan Hasil</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Langkah Penelitian</i>                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>Literatur dan referensi</i>                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tahap 1 :</p> <p><i>Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi di masyarakat sekitar dengan pendekatan game. Menentukan target pengguna untuk game yang akan dibangun. Brainstorming game yang sesuai untuk target pengguna.</i></p> <p>Hasil :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifikasi Masalah</li> <li>2. Kajian yang akan menjadi penelitian</li> <li>3. Platform dan genre game yang akan digunakan</li> </ol> | <pre> graph TD     A[Eksplorasi perkembangan industri game di Indonesia] --&gt; B[Identifikasi masalah terkait pemilihan genre dan platform]     B --&gt; C[Menentukan kajian pembahasan Tugas Akhir]     C --&gt; D[Rumusan Masalah]     D --&gt; E((1))           </pre> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Industri game di Indonesia</i> [EUI16]</li> <li>2. <i>Pengelolaan Sampah</i> [KOD03]</li> </ol> |

| Tahap dan Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Langkah Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Literatur dan referensi                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tahap 2 :</p> <p>Tahap Eksplorasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan memahami konsep dan desain dari game Simulation Management melalui penelitian terdahulu dan mencoba memainkan game Simulation Management salah satunya game Recycling Center Simulator yang berada di Steam.</p> <p>Hasil :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memahami konsep desain game</li> <li>2. Merumuskan desain game yang akan dibuat</li> </ol> |  <pre> graph TD     1((1)) --&gt; A[Eksplorasi game/media bertemakan pengelolaan sampah]     A --&gt; B[Studi Literatur]     B --&gt; C[Merumuskan kebutuhan yang dibutuhkan dalam membuat desain game]     C --&gt; 2{{2}} </pre> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eksplorasi game/media sampah</li> </ol>                                                                          |
| <p>Tahap 3 :</p> <p>Pada Tahap pemilihan metodologi ini yang akan digunakan dengan tujuan menyelesaikan penelitian.</p> <p>Hasil :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metodologi dan alur proses pembangunan desain game yang akan dibangun</li> <li>2. Pembuatan Game Design Document</li> </ol>                                                                                                                                           |  <pre> graph TD     2((2)) --&gt; A[Eksplorasi metodologi pembuatan desain game]     A --&gt; B[Persiapan pembuatan desain game menggunakan game design document]     B --&gt; 3((3)) </pre>                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metodologi yang digunakan dalam penelitian[RIO16]</li> <li>2. Pembuatan Game Design Document [RAF20].</li> </ol> |
| <p>Tahap 4 :</p> <p>Tahap production yang akan dikembangkan dalam penelitian.</p> <p>Hasil :</p> <p>Hasil Desain Game berupa aset cerita, karakter, background dll.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                |  <pre> graph TD     3((3)) --&gt; A[Menentukan komponen four basic element pada GDD yang telah dibuat]     A --&gt; B[Membuat Desain Game]     B --&gt; 4((4)) </pre>                                                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Four Basic Element</li> <li>2. Pembuatan Desain Game</li> </ol>                                                  |

| <i>Tahap dan Hasil</i>                                                                             | <i>Langkah Penelitian</i>                                                                                                                                                                   | <i>Literatur dan referensi</i> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                    |                                                                                                                                                                                             |                                |
| Tahap 5 :<br><br><i>Tahap kesimpulan tugas akhir</i><br><br>Hasil :<br><br>1. Kesimpulan dan Saran |  <pre> graph TD     4((4)) --&gt; A[Tahap Membuat Kesimpulan dan Saran dari Tugas Akhir]           </pre> |                                |

Penyelesaian penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yang sistematis sesuai dengan metodologi GDLC. Tahap-tahap ini mencakup pitch, pre-production, production, dan alpha testing. Alur penelitian dijelaskan sebagai berikut:

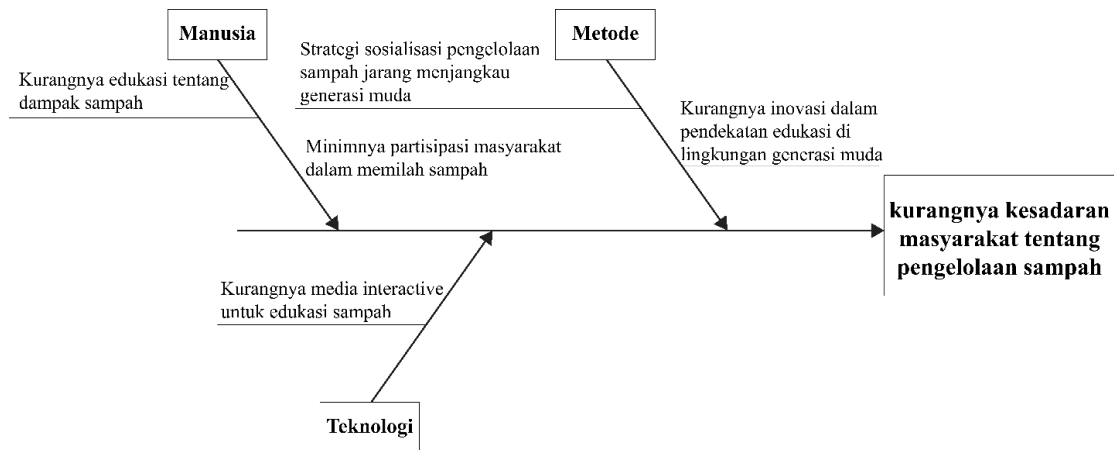
1. **Pitch:** Identifikasi masalah, pengumpulan data, dan brainstorming ide *game*.
2. **Pre-production:** Pembuatan dokumen desain *game* (GDD), termasuk alur cerita, mekanika permainan, dan desain visual.
3. **Production:** Pengembangan aset visual, penulisan kode, dan integrasi elemen-elemen *game*.
4. **Alpha Testing:** Pengujian prototipe *game* secara internal untuk memastikan fungsionalitas dan efektivitasnya.

### 3.2 Perumusan masalah

Masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya media edukasi yang menarik bagi generasi muda dalam memahami pentingnya pengelolaan sampah. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengusulkan penggunaan *game* interaktif sebagai solusi.

#### 3.2.1 Analisa sebab akibat

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui solusi terhadap masalah pada tugas akhir, sehingga permasalahan yang dapat diselesaikan dengan solusi yang sesuai dan tepat. Pada tahap analisis ini masalah dibuat dengan menggunakan diagram *fishbone*, berikut adalah gambar dari analisis pembuatan *game* mengenai Pembangunan Prototipe Sosialisasi Tentang Sampah Berbasis *Game* dua dimensi menggunakan diagram *fishbone* :



Gambar 3. 1 analisis sebab akibat

Berdasarkan hasil analisis yang digambarkan pada diagram fishbone pada gambar di atas, dapat menjelaskan penyebab terjadi dan mengapa akibat-akibat tersebut dapat terjadi, adapun penyebab yang muncul dari hasil identifikasi, sebagai berikut:

a. Manusia

Penyebab Manusia adalah, masalah yang berasal dari pada yang dialami dan dirasa orang atau siapa pun yang terlibat dalam kondisi atau proses tertentu.

b. Metode

Penyebab Metode adalah, cara yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dan beberapa hal yang perlu diperhatikan.

c. Teknologi

Penyebab Mesin adalah, peralatan atau perlengkapan yang dibutuhkan dalam mendukung proses yang dilakukan.

### 3.2.2 Solusi masalah

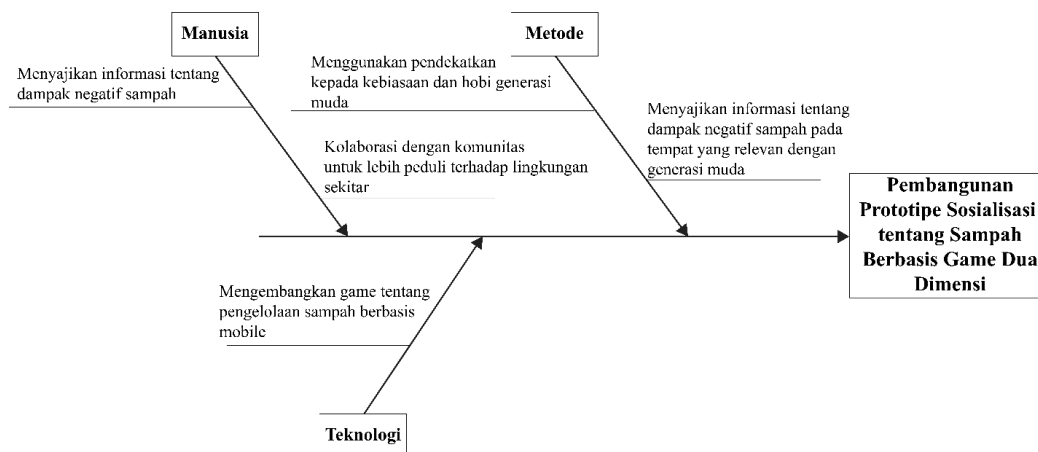
Berdasarkan penyebab masalah dari sub bab sebelumnya didapatkan beberapa solusi yang mungkin dapat digunakan pada setiap penyebab yang ada sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Solusi Masalah

| No. | Penyebab                                                                | Solusi                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Kurangnya edukasi tentang dampak sampah                                 | Menyajikan informasi tentang dampak negatif sampah                                               |
| 2.  | Minimnya partisipasi masyarakat dalam memilah sampah                    | Kolaborasi dengan komunitas untuk lebih peduli terhadap lingkungan sekitar                       |
| 3.  | Strategi sosialisasi pengelolaan sampah jarang menjangkau generasi muda | Menggunakan pendekatan kepada kebiasaan dan hobi generasi muda                                   |
| 4.  | Kurangnya inovasi dalam pendekatan edukasi di lingkungan generasi muda  | Menyajikan informasi tentang dampak negatif sampah pada tempat yang relevan dengan generasi muda |
| 5.  | Kurangnya media interactive untuk edukasi sampah                        | Mengembangkan <i>game</i> tentang pengelolaan sampah berbasis mobile                             |

### 3.2.3 Kerangka Berpikir Teoritis

Berdasarkan landasan teori yang diuraikan pada bab sebelumnya, didapatkan kerangka pemikiran yang menjelaskan keterhubungan dalam penelitian seperti gambar 3.2 diagram fishbone di bawah ini:



Gambar 3. 2 Kerangka Berpikir Teoritis

Rangka berpikir penelitian ini berdasarkan pada teori media interaktif, desain *game*, dan pendekatan GDLC. Langkah-langkah yang dilakukan mencakup:

1. Identifikasi kebutuhan.
2. Desain prototipe.
3. Pengembangan dan pengujian prototipe.
4. Evaluasi efektivitas prototipe sebagai media edukasi.



## **BAB 4**

### **TAHAP PENGEMBANGAN GAME**

Bab ini menjelaskan tahapan pengembangan prototipe *game* edukasi berbasis dua dimensi (2D) dengan tema pengelolaan sampah. Pengembangan *game* ini mengikuti metodologi *Game Development Life Cycle* (GDLC), yang terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu *Pitch*, *Pre-production*, *Production*, dan *Alpha Testing*. Setiap tahap memiliki tujuan dan aktivitas spesifik yang bertujuan untuk memastikan *game* yang dikembangkan sesuai dengan desain dan tujuan penelitian.

#### **4.1 Inisiation**

Pada tahap *inisiation*, ide utama *game* dikembangkan melalui proses *brainstorming* dengan mempertimbangkan 4 *basic elements* dalam desain *game* (*story*, *mechanics*, *aesthetic*, dan *technology*). Tujuan tahap ini adalah merumuskan konsep dasar *game* yang mencakup keempat elemen tersebut. Berikut penjelasannya:

##### **4.1.1 Identifikasi Masalah**

Masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya kesadaran masyarakat, terutama golongan muda, tentang pentingnya pengelolaan sampah. Media edukasi yang ada saat ini dinilai kurang menarik dan interaktif, sehingga diperlukan pendekatan baru yang lebih baik.

##### **4.1.2 Target Pengguna**

Target utama dalam *game* ini adalah masyarakat khususnya golongan muda, yang merupakan generasi yang rentan terhadap pengaruh lingkungan dan memiliki minat yang tinggi terhadap *game*.

##### **4.1.3 Story**

*Game* ini dirancang sebagai *management game* berbasis 2D dengan tema *steampunk*, sebuah *subgenre* fiksi ilmiah yang menggabungkan elemen fantasi dan teknologi canggih berbasis mesin uap seperti era revolusi industri di abad ke-19

- Konsep Narasi

*Game* ini mengisahkan tentang sebuah kota yang memiliki masalah dalam pengelolaan sampah. Karena masalah ini, dengan misteriusnya beberapa sampah bermutasi menjadi sebuah monster yang bisa membahayakan warga kota. Beberapa warga kota memutuskan untuk pergi dari kota ini dan beberapa ada yang masih menetap dan memutuskan untuk melawan.

- Tujuan Player

*Player* harus membantu warga kota Karapunk dan melawan monster sampah dengan cara menyelesaikan misi edukatif, seperti memilah sampah organik, anorganik dan B3, mendaur ulang dan mengurangi penggunaan plastik.

- Konflik

Tantangan utama adalah menyelamatkan kota, mengedukasi warga dalam memilah sampah dan mendaur ulang sampah.

#### **4.1.4 Mechanics**

- Misi Edukatif
- Sistem Reward
- Merging System
- Upgrade System

#### **4.1.5 Aesthetics**

- Tema Visual
- Desain *Character*
- Environment

#### **4.1.6 Technology**

- Engine
- Bahasa Pemrograman
- Platform
- Tools Pendukung

### **4.2 Pre-production**

*Pra-produksi* adalah salah satu fase yang penting dalam siklus produksi. Pra produksi melibatkan pembuatan prototipe permainan. Desain *game* berfokus pada mendefinisikan *gameplay* dan *game* mekanik/konvensional, alur cerita, karakter, tantangan, dan dokumentasi elemennya dalam *Dokumen Design Game* (GDD) [RIO16].

#### 4.2.1 Pembuatan Game Design Document



Gambar 4. 1 Logo Game Green Gear

1. **Judul Game** : Green Gear
2. **Deskripsi Game** : Sebuah *game* simulasi yang bertemakan steampunk atau era Victoria dengan sedikit bumbu fantasi di dalamnya. *Game* ini menantang *player* untuk mendaur ulang sampah menjadi benda yang bisa digunakan untuk melawan monster mutasi dari sampah yang berserakan.
3. **Genre** : Simulasi, management
4. **Target Audience** : Generasi muda 12+
5. **Mekanika Game** :
  - a) Mekanik *Player*
    - *Player* bisa upgrade setiap karakter yang dimiliki
    - *Player* bisa mendaur ulang setiap sampah dan monster sampah yang didapatkan.
    - *Player* bisa menggunakan semua fitur yang disediakan
  - b) Mekanik Penempatan karakter
    - Karakter bisa ditempatkan di area yang terkontaminasi.
    - Setelah karakter menyelesaikan misi, *player* bisa menempatkan tong sampah supaya area tersebut bersih dan tidak kembali kotor.
  - c) Mekanik Upgrade Karakter
    - Karakter hanya bisa di upgrade dengan *currency in game*.
    - *Currency in game* bisa di dapatkan dengan menjual item yang tersedia di *inventory*
    - Karakter yang di upgrade bisa menambahkan level yang akan berakibat meningkatnya *HP*, *ATK* dan *DEF* untuk mempercepat proses pembersihan di suatu area.

**d) Mekanik Daur Ulang**

- Semua sampah dapat didaur ulang
- Mekanisme daur ulang

*Tabel 4. 1 Mekanik Daur ulang*

| No. | Bahan                  | Hasil                           |
|-----|------------------------|---------------------------------|
| 1.  | Monster Sampah Pisang  | Pupuk Cair                      |
| 2.  | Monster Sampah Kaleng  | Besi Daur Ulang                 |
| 3.  | Monster Sampah Plastik | Biji Plastik                    |
| 4.  | Monster Sampah Baterai | kobalt, lithium, nikel, tembaga |

**e) Mekanik Pembuatan Produk**

Setelah sampah didaur ulang, *player* dapat membuat produk yang bisa dijual untuk mendapatkan *currency in game*. Adapun bahan dan hasil produk tersebut adalah sebagai berikut.

*Tabel 4. 2 Mekanik Pembuatan Produk*

| No. | Bahan                                                     | Produk                      |
|-----|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1.  | Pupuk organik + botol plastik daur ulang                  | Pupuk organik dalam kemasan |
| 2.  | Biji plastik 2x                                           | Botol plastik daur ulang    |
| 3.  | Besi daur ulang 2x                                        | Paku                        |
| 4.  | Kobalt 2x, lithium 2x, nikel 2x, tembaga 2x, biji plastik | Baterai baru                |

**6. Alur Cerita**

Akibat kelalaian pemerintah, Kota X mengalami krisis dalam penanganan sampah. Masalah ini menyebabkan menumpuknya sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) hingga di beberapa lokasi yang seharusnya tidak digunakan untuk membuang sampah. Pada suatu malam, muncul sosok misterius yang berdiri di atas gundukan sampah dan menuangkan cairan aneh ke tumpukan tersebut. Setelah cairan itu terserap oleh sampah, tumpukan sampah tersebut bermutasi menjadi monster-monster yang mengerikan.

Warga kota berusaha melawan monster-monster sampah tersebut dengan menggunakan api. Namun, upaya ini justru memperburuk situasi. Monster-monster yang terbakar menyebabkan kebakaran besar yang melanda kota, meningkatkan polusi udara, dan membuat monster-monster tersebut semakin kuat dan agresif.

Pardi, seorang pemuda dari keluarga kaya, berusaha melindungi harta benda yang ditinggalkan oleh orang tuanya. Satu-satunya tempat yang ia anggap aman adalah lingkungan rumahnya. Ia membangun pertahanan di sekitar rumahnya dengan berbagai persenjataan yang ia beli dan modifikasi sendiri. Namun, seiring waktu, semakin banyak sampah yang bermutasi menjadi monster, sehingga Pardi memutuskan untuk keluar dari rumahnya dan membantu masyarakat melawan ancaman tersebut.

Pardi tidak sendirian. Ia ditemani oleh Hera, teman masa kecilnya, dalam upaya memberantas monster-monster sampah. Keberanian dan perjuangan Pardi menumbuhkan semangat warga sekitar. Akhirnya, mereka mendapat bantuan dari seorang profesor bernama Alberto. Bersama-sama, mereka menyadari bahwa membiarkan mayat monster-monster tersebut tidak akan menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, Alberto dan Pardi memutuskan untuk menciptakan mesin daur ulang monster sampah.

Hasil daur ulang tersebut menghasilkan barang-barang yang dapat dijual kembali dengan harga yang cukup untuk membeli persenjataan dan melatih beberapa orang dalam upaya melawan monster sampah.

Usaha tidak mengkhianati hasil. Pardi berhasil membersihkan area 1 dengan bantuan beberapa temannya. Pardi sadar bahwa ada kesempatan untuk melawan para monster sampah tersebut. Kesempatan untuk kembali memperbaiki kota yang telah hancur oleh sampah.

## 7. Design Visual

- Tema steampunk dengan element victoria, mekanisime gerigi dengan mesin uap seperti seperti pada zaman revolusi industri dan teknologi retro futuristic.
- Karakter dan environment dirancang dengan gaya 2D yang menarik dan detail.

### 4.2.2 Perancangan Level

1. *Game* akan mempunyai beberapa area yang dimana setiap area akan memiliki tingkatan kekuatan level yang berbeda.
2. Area akan terbuka setelah *player* membereskan area sebelumnya.
3. *Player* bisa memberikan tempat sampah pada area yang sudah dibersihkan.
4. Setelah *player* menempatkan tempat sampah, *player* akan mendapatkan jenis sampah sesuai dengan *level* yang *player* pilih.
5. Area akan terkontaminasi kembali jika *player* tidak menempatkan tempat sampah pada area yang sudah dibersihkan.
6. Jika *player* menempatkan tempat sampah pada area yang sudah dibersihkan, maka *player* hanya akan mengklaim sampah saja dan tidak perlu menempatkan karakter untuk melawan

kembali monster sampah.

#### 7. Pembagian sampah pada setiap level dan area

Tabel 4. 3 Pembagian Monster Sampah

| No. | Area | Level | Sampah                             |
|-----|------|-------|------------------------------------|
| 1.  | 1    | 1     | Organik 100%                       |
|     |      | 2     | Organik 50%, unorganik 40%, B3 10% |
|     |      | 3     | Unorganik 70%, B3 30%              |
| 2   | 2    | 1     | Organik 10%, Unorganik 70%, B3 20% |
|     |      | 2     | Unorganik 60%, B3 40%              |
|     |      | 3     | Unorganik 50%, B3 50%              |
| 3   | 3    | 1     | Organik 10%, Unorganik 40%, B3 50% |
|     |      | 2     | Unorganik 30%, B3 70%              |
|     |      | 3     | B3 100%                            |

#### 4.2.3 Perancangan Karakter

##### 1. Hera

- Seorang anak dari saudagar kaya
- Mempunyai keterampilan dalam bidang beladiri
- Suka dengan komik super hero

##### 2. John Daniel

- Seorang pensiunan tantara yang beralih profesi menjadi pejuang melawan monster sampah
- Mempunyai badan tegap serta kekuatan yang hebat  
Memakai kaos hitam dan celana loreng serta pelindung kepala layaknya seorang tantara.

##### 3. Robot A

- Diproduksi untuk mencegah kejahatan
- Mempunyai tiga mode

##### 4. Robot B

- Diproduksi untuk membantu membangun kota
- Mempunyai tiga mode

#### 4.2.4 Perancangan Antarmuka

1. Antar muka pengguna dirancang agar mudah dipahami oleh *player*.
2. Menu utama, map, dan sistem inventori memudahkan *player* untuk navigasi.

#### 4.2.5 Perancangan Audio

1. Audio dirancang untuk menciptakan atmosfer yang sesuai.
2. Menambahkan audio untuk interaksi UI.

### 4.3 Production

*Production* adalah proses inti dari pembangunan *game* yang berputar di sekitar penciptaan aset, pembuatan source code, dan integrasi kedua elemen tersebut [RIO16].

#### 4.3.1 Pembuatan Aset Visual

##### 1. Karakter

Karakter utama dan pendukung dibuat menggunakan software desain seperti Krita untuk *sketching*, Adobe Illustrator untuk pewarnaan dan adobe Photoshop untuk *finishing*.

##### 2. Latar Belakang

Latar belakang dunia steampunk dengan detail untuk menciptakan suasana yang tercemar dan proses pembersihan.

##### 3. Animasi

Animasi karakter dibuat menggunakan Unity

#### 4.3.2 Pengembangan Kode

##### 1. Mekanika permainan

Mekanika permainan, termasuk perpindahan *scene*, sistem inventori, sistem poin, dan interaksi dengan objek, dikembangkan melalui bahasa pemrograman C# pada Unity

##### 2. Sistem misi

Sistem misi dikembangkan untuk memungkinkan pemain memperoleh item yang diperlukan guna meningkatkan level karakter sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

#### 4.3.3 Integrasi Elemen

1. Semua aset visual, suara, dan kode di integrasikan ke dalam unity untuk membentuk *game* yang utuh.
2. Testing awal dilakukan untuk memastikan semua elemen berfungsi dengan baik.

### 4.4 Alpha Testing

*Alpha testing* merupakan digunakan dalam pengujian untuk menguji kegunaan permainan dalam *game*. dapat dilakukan melalui uji fungsi. Ketika tester menemukan bug, celah, atau kegagalan selama pengujian. [RIO16].

#### 4.4.1 Pengujian Fungsional

1. Memastikan mekanika permainan, seperti pergerakan *scene*, sistem poin, dan interaksi dengan objek berfungsi dengan baik.
2. Menguji sistem misi untuk memastikan pemain dapat menyelesaikan misi dengan benar.



## BAB 5

### TAHAP DEVELOPMENT

Bab ini menjelaskan mengenai pengembangan *game* berbasis edukasi tentang pengelolaan sampah. Tahap ini melibatkan pembuatan aset, *source code*, UI/UX, serta pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan kualitas *game* yang akan dibangun.

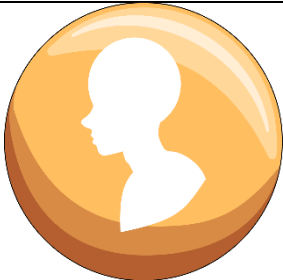
#### 5.1 Pembuatan Aset

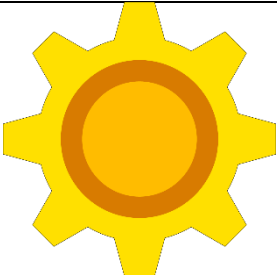
Pembuatan aset *game* melibatkan pembuatan grafis berdasarkan perancangan yang dibuat pada tahap sebelumnya. Aset yang digunakan mencakup gambar dan audio. Gambar digunakan untuk mengintegrasikan objek seperti tombol, item, *background* dan karakter. Sementara audio digunakan untuk menyediakan suara yang diperlukan dalam *game*, termasuk *backsound* dan efek suara.

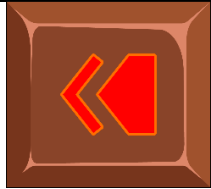
##### 5.1.1 Tombol UI

Tombol yang dibuat merupakan desain tombol yang terdapat dalam *game*. Berikut adalah aset tombol yang digunakan.

*Tabel 5. 1 Tombol UI*

| Gambar                                                                              | Nama Tombol                               | Sumber                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
|  | Tombol Navigasi ke Fitur Karakter         | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol Navigasi ke Fitur <i>Inventory</i> | <i>Original Asset</i> |

|                                                                                     |                                               |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|    | Tombol Navigasi ke<br>Fitur Map               | <i>Original Asset</i> |
|    | Tombol Navigasi ke<br>Fitur Gearpedia         | <i>Original Asset</i> |
|   | Tombol Navigasi ke<br>Fitur Recycle           | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol pilih pejuang                          | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol untuk <i>Crafting</i><br>Produk        | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol Gold                                   | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol untuk <i>Recycle</i><br>Monster Sampah | <i>Original Asset</i> |

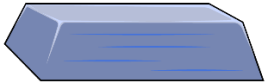
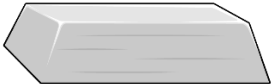
|                                                                                     |                                                                    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|    | Tombol <i>Shorting All</i> untuk <i>Inventory</i>                  | <i>Original Asset</i> |
|    | Tombol <i>Shorting</i> produk untuk <i>Inventory</i>               | <i>Original Asset</i> |
|    | Tombol <i>Shorting</i> hasil <i>recycle</i> untuk <i>Inventory</i> | <i>Original Asset</i> |
|   | Tombol <i>Shorting</i> Sampah untuk <i>Inventory</i>               | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol <i>close</i> di deskripsi dalam fitur <i>Inventory</i>      | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol jual di deskripsi dalam fitur <i>Inventory</i>              | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol pasang untuk memasang tempat sampah di fitur map            | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol <i>Back</i> dalam fitur <i>recycle</i>                      | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol <i>Unorganic</i> dalam fitur <i>recycle</i>                 | <i>Original Asset</i> |

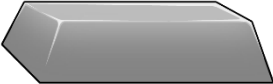
|                                                                                   |                                                  |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
|  | Tombol <i>B3</i> dalam fitur <i>recycle</i>      | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol <i>organic</i> dalam fitur <i>recycle</i> | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol navigasi untuk mengakses area 1           | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol navigasi untuk mengakses area 2           | <i>Original Asset</i> |
|  | Tombol navigasi untuk mengakses area 3           | <i>Original Asset</i> |

### 5.1.2 Item dan Objek Interaktif

Item yang dibuat merupakan komponen-komponen yang akan digunakan dalam *game*. Berikut adalah aset item yang digunakan.

Tabel 5. 2 Item dan Objek Interaktif

| Gambar                                                                              | Nama Item | Sumber                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|
|  | Kobalt    | <i>Original Asset</i> |
|  | Lithium   | <i>Original Asset</i> |

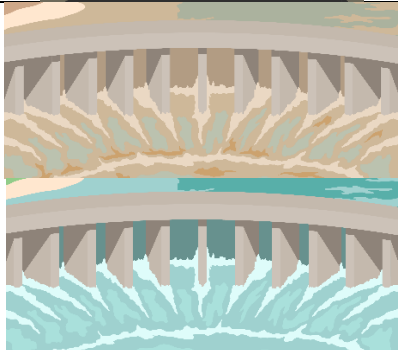
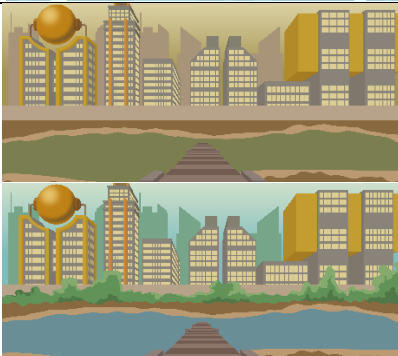
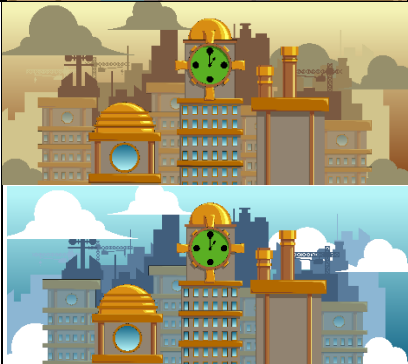
|                                                                                     |                |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
|    | Nikel          | Original Asset |
|    | Tembaga        | Original Asset |
|    | Besi           | Original Asset |
|  | Bijih Pelastik | Original Asset |
|  | Botol Pelastik | Original Asset |
|  | Paku           | Original Asset |

|                                                                                     |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|
|    | Pupuk               | Original Asset |
|    | Pupuk dalam Kemasan | Original Asset |
|    | Monster Baterai     | Original Asset |
|  | Monster kaleng      | Original Asset |
|  | Monster Plastik     | Original Asset |
|  | Monster Pisang      | Original Asset |
|  | Tombol Salah        | Original Asset |

### 5.1.3 Environment

*Environment* dibuat dengan gaya *steampunk* yang sedang tercemar oleh sampah. *Environment* dibagi berdasarkan area :

Tabel 5. 3 *Environment*

| Nama           | Gambar                                                                              | Penjelasan                                                                                                                                                            | Sumber                |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Markas recycle |    | Menu utama untuk menavigasi ke semua fitur                                                                                                                            | <i>Original Asset</i> |
| Bendungan      |   | Bendungan yang kotor dan bersih. Bendungan bersih bisa terlihat setelah <i>player</i> membersihkannya. Tempat ini adalah tempat untuk mengontrol perairan bagi kota x | <i>Original Asset</i> |
| Tempat wisata  |  | Tempat wisata kotor dan bersih. Tempat wisata bersih bisa terlihat setelah <i>player</i> membersihkannya. Tempat ini berperan sebagai taman kota                      | <i>Original Asset</i> |
| Kota           |  | Kota x kotor dan bersih. Kota x bersih bisa terlihat setelah <i>player</i> membersihkannya. Tempat ini adalah latar dari area 1 yang harus dibersihkan.               | <i>Original Asset</i> |

#### 5.1.4 Karakter

Karakter utama dan pendukung digambar secara manual menggunakan *software* seperti Krita untuk sketsa awal, Adobe Illustrator untuk digitalisasi dan Adobe Photoshop untuk sentuhan akhir atau *finishing*. Karakter yang dikembangkan antara lain :

Tabel 5. 4 Karakter

| Gambar                                                                              | Nama Karakter | Sumber                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|
|    | Pardi         | <i>Original Asset</i> |
|   | Hera          | <i>Original Asset</i> |
|  | John          | <i>Original Asset</i> |
|  | Robot A       | <i>Original Asset</i> |
|  | Robot B       | <i>Original Asset</i> |

### 5.1.5 Font

Tabel 5. 5 Font

| Gambar                                                                             | Nama Font | Sumber     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|
|  | Nexarust  | Dafont.com |

## 5.2 Pengembangan Source Code

### 5.2.1 Sistem Navigasi dan Scene

Sistem ini menyediakan tombol yang atraktif bagi *player* untuk menjalankan fitur dan perpindahan *scene* yang disediakan untuk menjalani progresivitas dalam *game*.

```

CLASS MainUI EXTENDS MonoBehaviour
    VARIABLE moneyText AS TMP_Text

    METHOD OnEnable()
        SET moneyText.text TO PlayerManager.Instance.money AS STRING
    END METHOD

    METHOD OpenMapSelection()
        CALL UIManager.instance.SwitchToPage(1)
    END METHOD

    METHOD OpenInventory()
        CALL UIManager.instance.SwitchToPage(3)
    END METHOD

    METHOD OpenCharacterList()
        CALL UIManager.instance.SwitchToPage(4)
    END METHOD

    METHOD OpenRecycleSelection()
        CALL UIManager.instance.SwitchToPage(5)
    END METHOD

    METHOD OpenCraftingSelection()
        CALL UIManager.instance.SwitchToPage(7)
    END METHOD

    METHOD ExitGame()
        CALL Application.Quit()
    END METHOD

    METHOD ResetPlayerData()
        IF SaveLoadManager.Instance IS NOT NULL THEN
            CALL SaveLoadManager.Instance.ResetPlayerData()

            IF moneyText IS NOT NULL THEN
                SET moneyText.text TO PlayerManager.Instance.money AS STRING
            END IF

            PRINT "Player data has been reset!"
        ELSE
            PRINT "ERROR: SaveLoadManager.Instance not found!"
        END IF
    END METHOD

```

```

    END IF
  END METHOD
END CLASS

```

### 5.2.2 Sistem Inventori

Sistem *inventory*(penyimpanan) bertujuan untuk menyimpan item berupa sampah, hasil daur ulang dan produk yang bisa dijual untuk menghasilkan *currency in game*. *Player* bisa menyortir item yang ada di *inventory*.

```

CLASS InventoryItemUI EXTENDS MonoBehaviour
  VARIABLE icon AS RawImage
  VARIABLE amountText AS TMP_Text
  VARIABLE crossImage AS CanvasGroup
  VARIABLE button AS Button

  METHOD SetItem(item AS ItemData, onClick AS Action<ItemData, InventoryItemUI>)
    SET button TO GetComponent(Button)
    ADD LISTENER TO button.onClick THAT CALLS onClick(item, THIS)

    SET icon.texture TO item.icon
    SET amountText.text TO item.amount AS STRING

    SET crossImage.alpha TO 0
  END METHOD

  METHOD FadeInAndFadeOutCrossImage()
    // Stop any existing tween on crossImage
    CALL DOTween.Kill(crossImage)

    // Start fade effect
    CALL crossImage.DOFade(1, 0.1)
    ON COMPLETE
      CALL crossImage.DOFade(0, 0.5)
  END METHOD

  METHOD Oestroy()
    CALL DOTween.Kill(crossImage)
  END METHOD
END CLASS

```

### 5.2.3 Sistem Daur Ulang

Sistem daur ulang bertujuan untuk menghasilkan *item* baru berupa benda daur ulang dari *item* berupa sampah atau monster yang sudah didapatkan dari tong sampah yang sudah ditempatkan di area yang sudah dibersihkan

```

CLASS MachineUI EXTENDS MonoBehaviour
  VARIABLE validCategory AS ItemCategory

  VARIABLE firstImage AS RawImage
  VARIABLE secondImage AS RawImage
  VARIABLE thirdImage AS RawImage

  VARIABLE firstItem AS ItemData
  VARIABLE secondItem AS ItemData
  VARIABLE thirdItem AS ItemData

  VARIABLE recycleListUI AS RecycleListUI

  METHOD Awake()
    SET firstImage.texture TO NULL
    SET secondImage.texture TO NULL
    SET thirdImage.texture TO NULL

    SET firstItem TO NULL

```

```

SET secondItem TO NULL
SET thirdItem TO NULL

HIDE firstImage
HIDE secondImage
HIDE thirdImage
END METHOD

METHOD ReturnItem(index AS INTEGER)
  SWITCH index
    CASE 0:
      IF firstItem IS NOT NULL
        ADD firstItem TO PlayerManager
        SET firstItem TO NULL
        CLEAR firstImage
        HIDE firstImage
        CALL recycleListUI.PopulateInventory()
      END IF
    CASE 1:
      IF secondItem IS NOT NULL
        ADD secondItem TO PlayerManager
        SET secondItem TO NULL
        CLEAR secondImage
        HIDE secondImage
        CALL recycleListUI.PopulateInventory()
      END IF
    CASE 2:
      IF thirdItem IS NOT NULL
        ADD thirdItem TO PlayerManager
        SET thirdItem TO NULL
        CLEAR thirdImage
        HIDE thirdImage
        CALL recycleListUI.PopulateInventory()
      END IF
  END SWITCH

  CALL recycleListUI.SlotNotFilled()
END METHOD

METHOD ReturnAll()
  CALL recycleListUI.SlotNotFilled()

  IF firstItem IS NOT NULL
    ADD firstItem TO PlayerManager
  IF secondItem IS NOT NULL
    ADD secondItem TO PlayerManager
  IF thirdItem IS NOT NULL
    ADD thirdItem TO PlayerManager

  SET firstItem, secondItem, thirdItem TO NULL
  CLEAR firstImage, secondImage, thirdImage
  HIDE firstImage, secondImage, thirdImage

  CALL recycleListUI.PopulateInventory()
END METHOD

METHOD ClearAll()
  SET firstItem, secondItem, thirdItem TO NULL
  CLEAR firstImage, secondImage, thirdImage
  HIDE firstImage, secondImage, thirdImage

  CALL recycleListUI.SlotNotFilled()
  CALL recycleListUI.PopulateInventory()
END METHOD

```

```

METHOD AddToItem(item AS ItemData)
  IF firstItem IS NULL
    SET firstItem TO item
    SET firstImage.texture TO item.icon
    SHOW firstImage
    REMOVE item FROM PlayerManager
  ELSE IF secondItem IS NULL
    SET secondItem TO item
    SET secondImage.texture TO item.icon
    SHOW secondImage
    REMOVE item FROM PlayerManager
  ELSE IF thirdItem IS NULL
    SET thirdItem TO item
    SET thirdImage.texture TO item.icon
    SHOW thirdImage
    REMOVE item FROM PlayerManager
  ELSE
    PRINT "WARNING: All slots are full"
    RETURN
  END IF

  IF firstItem, secondItem, thirdItem ARE ALL NOT NULL
    CALL recycleListUI.SlotFilled()
  ELSE
    CALL recycleListUI.SlotNotFilled()
  END IF
END METHOD

METHOD GetCurrentItems() RETURNS List<ItemData>
  CREATE currentItems AS NEW List<ItemData>

  IF firstItem IS NOT NULL
    ADD firstItem TO currentItems
  IF secondItem IS NOT NULL
    ADD secondItem TO currentItems
  IF thirdItem IS NOT NULL
    ADD thirdItem TO currentItems

  RETURN currentItems
END METHOD
END CLASS

```

#### 5.2.4 Sistem Upgrade

Sistem *upgrade* bertujuan untuk menaikkan kekuatan karakter yang dipilih untuk membersihkan area yang terkontaminasi monster sampah. Semakin tinggi *level* area tersebut, maka semakin tinggi juga level karakter yang di butuhkan. Upgrade karakter bisa dilakukan dengan menggunakan *currency in game* yang bisa didapatkan dari menjual sampah atau menjual produk daur ulang.

```

METHOD LevelUpCharacter(characterId AS STRING)
  SET character TO FIND in characters WHERE character.characterId == characterId

  IF character IS NOT NULL THEN
    INCREASE character.level BY 1
    PRINT "Character {character.characterName} leveled up to level {character.level}"

    IF SaveLoadManager.Instance IS NOT NULL THEN
      CALL SaveLoadManager.Instance.SaveGameplayData()
    END IF
  ELSE
    PRINT "ERROR: Character with ID {characterId} not found!"
  END IF
END METHOD

```

### 5.2.5 Perancangan UI/UX

Tampilan dirancang dengan tema *steampunk* dengan *color grading vintage*. Hal ini bermaksud menyampaikan kesan muram dan sendu. Tombol dirancang seatraktif mungkin untuk mempermudah player menavigasi.

### 5.2.6 Menu Utama

Tabel 5. 6 Menu Utama

| Gambar                                                                             | Penjelasan                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Tampilan menu utama dimaksudkan supaya <i>player</i> bisa menavigasi fitur yang disediakan. Tampilan ini menggunakan gaya <i>steampunk</i>, sebuah sub genre <i>fantasy</i> yang madukan teknologi maju dengan era <i>Victoria</i> atau pada zaman revolusi industri.</p> |

### 5.2.7 Area Selection

Tabel 5. 7 Area Selection

| Gambar                                                                             | Penjelasan                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><i>Area selection</i> menavigasi <i>player</i> untuk memilih area yang tersedia supaya dibersihkan. Area selanjutnya akan terbuka setelah membersihkan area sebelumnya.</p> |

### 5.2.8 Map Area

Tabel 5. 8 Map Area

| Gambar                                                                              | Penjelasan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Tampilan map dalam sebuah area. Setiap area mempunyai tiga tempat untuk dibersihkan. Tempat yang sudah ditandai tidak akan bersih sebelum <i>player</i> memberikan tempat sampah pada area yang terkontaminasi sampah. Tempat selanjutnya akan terbuka jika <i>player</i> sudah membersihkan tempat yang dipilih sebelumnya.</p> |

|  |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |    | <p>Tampilan tempat yang harus dibersihkan. <i>Player</i> harus memilih karakter yang akan ditempatkan untuk membersihkan tempat yang sudah dipilih sebelumnya.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  |   | <p>Tampilan pemilihan karakter. Setiap satu tempat hanya bisa menempatkan satu karakter yang <i>player</i> pilih.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|  |  | <p>Tampilan pemasangan tempat sampah. Setelah proses pembersihan, <i>player</i> harus menempatkan tempat sampah supaya tempat yang bersihkan karakter tidak kembali kotor dan tercemar. Jika terlambat menempatkan tempat sampah, tempat yang dibersihkan akan kembali tercemar dan <i>player</i> harus menempatkan kembali karakter untuk membersihkan tempat tersebut. Bar hijau adalah indikasi jeda waktu (<i>cooldown</i>) sebelum tempat tersebut tercemar kembali. Pada saat <i>cooldown</i> tersebut <i>player</i> harus menempatkan tempat sampah dengan cara mengklik kembali <i>icon</i> tempat tersebut.</p> |

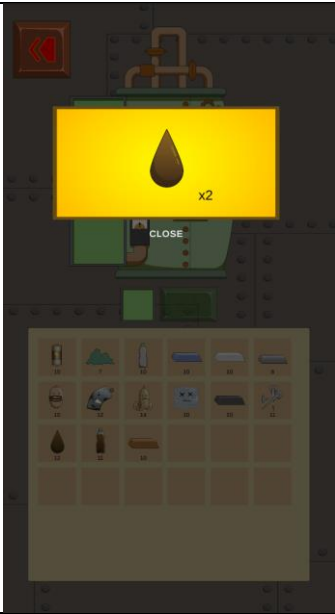
|  |                                                                                   |                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>Tampilan <i>collectible item</i> yang didapatkan setelah memasang tong sampah di tempat yang sudah dibersihkan. Setiap tempat akan memiliki <i>collectible item</i> yang berbeda-beda.</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5.2.9 Daur Ulang Menu

Tabel 5. 9 Daur Ulang

| Gambar                                                                              | Penjelasan                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Tampilan pilihan <i>recycle</i> jenis sampah yang berbeda.</p> |

|  |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                   |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |    | <p>Tampilan mesin <i>recycle</i> dengan jenis sampah organik. <i>Player</i> harus memasukan ketiga sampah yang sama dari jenis sampah yang sama, lalu akan mendapatkan <i>item recycle</i>.</p>   |
|  |   | <p>Tampilan mesin <i>recycle</i> dengan jenis sampah anorganik. <i>Player</i> harus memasukan ketiga sampah yang sama dari jenis sampah yang sama, lalu akan mendapatkan <i>item recycle</i>.</p> |
|  |  | <p>Tampilan mesin <i>recycle</i> dengan jenis sampah B3. <i>Player</i> harus memasukan ketiga sampah yang sama dari jenis sampah yang sama, lalu akan mendapatkan <i>item recycle</i>.</p>        |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Setelah <i>player</i> menambahkan ketiga jenis monster sampah yang sesuai, maka <i>player</i> akan mendapatkan <i>item recycle</i> ditentukan dari monster sampah apa yang dimasukan. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

5.2.10 Penyimpanan Menu

Tabel 5. 10 Penyimpanan Menu

| Gambar                                                                              | Penjelasan                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Tampilan inventori. Inventori bisa menampung monster sampah, hasil <i>recycle</i> , dan produk dari hasil <i>crafting</i> . |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  A screenshot of a game's inventory screen. At the top left is a gear icon with a dollar sign. Below it is a large gear with the word "INVENTORY" in the center. The inventory grid shows four items in the top row: a trash can (30), a blue bottle (12), a brown bottle (14), and a blue box (30). The rest of the grid is empty. At the bottom are four buttons: "PRODUCE" with a dollar sign, "RECYCLE" with a recycling symbol, "SAMPUL" with a trash can icon, and "ALL" with a grid icon. | <p>Tampilan <i>shorting</i> untuk monster sampah yang ada di inventori</p>       |
|  A screenshot of the same game's inventory screen. The gear icon and "INVENTORY" title are the same. The inventory grid now shows three items in the top row: a green plant (7), a blue bottle (6), and a brown bottle (12). The rest of the grid is empty. The bottom buttons are the same: "PRODUCE", "RECYCLE", "SAMPUL", and "ALL".                                                                                                                                                         | <p>Tampilan <i>shorting</i> untuk hasil <i>recycle</i> yang ada di inventori</p> |



### 5.3 Integrasi Sistem

Setelah seluruh aset visual, suara, dan logika game selesai dibuat secara terpisah, tahap selanjutnya adalah proses integrasi sistem di dalam game engine Unity. Proses ini memastikan bahwa semua elemen bekerja secara harmonis sesuai dengan rancangan desain game (*Game Design Document*).

#### 5.3.1 Integrasi Visual

Semua sprite karakter, environment, tombol, **dan item** dimasukkan ke dalam Unity dalam ekstensi .png agar bisa digunakan berulang kali.

Tabel 5. 11 integrasi visual

| Nama Gambar             | Spesifikasi Khusus                     |
|-------------------------|----------------------------------------|
| Tombol Karakter         | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Tombol Inventori        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Tombol Map              | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Tombol Gearpedia        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Tombol <i>Recycle</i>   | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Background 1</i>     | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Background 2</i>     | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Background 3</i>     | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Background 4</i>     | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Background 5</i>     | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Background Rumah</i> | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Awan 1                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Awan 2                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Awan 3                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Awan 4                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Awan 5                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Gold</i>             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>Quit</i>             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>BGgearChar</i>       | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>bgNmplate</i>        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>ButselectChar</i>    | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>ButUpChar</i>        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| John 1                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| John 2                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| John 3                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Martha 1                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Martha 2                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Martha 3                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Robot A 1               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Robot A 2               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Robot A 3               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Robot B 1               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Robot B 2               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Robot B 3               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Thumb John              | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Thumb Martha            | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Thumb Robot B           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Thumb Robot A           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGbuttcraft             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGcraft 1               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |

|                       |                                        |
|-----------------------|----------------------------------------|
| BGcraft 2             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGcraft 3             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGcraft 4             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtCraft 1           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtCraft 2           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| MesinCraft            | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Note                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Reward                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| B3Logo                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| UnorganicLogo         | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| OrganicLogo           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGgearPed 1           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGgearPed 2           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGgearPed 3           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGgearPed 4           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGgearPed 5           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BGgearPed 6           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Baterai               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| BijihPlastik          | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Lithium               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Koblat                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Logam                 | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Tembaga               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Nikel                 | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtAll               | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtProduk            | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtRecycle           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtSampah            | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtBackDesc          | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| ButtJual              | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Paku                  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| PupukCair             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| PupukCairdalamKemasan | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| monsterPisang         | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| monsterBaterai        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| monsterKaleng         | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| monsterPlastik        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Botol                 | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Area 1                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Area 2                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Area 3                | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Bendunganbersih       | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Bendungankotor        | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Danaubersih           | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Danaukotor            | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Kotabersih            | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| Kotakotor             | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>AccessiblePin</i>  | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>clearPin</i>       | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>completedPin</i>   | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>lockedPin</i>      | File berupa gambar dengan ekstensi.png |
| <i>progressPin</i>    | File berupa gambar dengan ekstensi.png |

### 5.3.2 Integrasi Audio

Seluruh efek suara dan musik latar (.mp3) dimasukkan ke dalam folder *Resources/Audio*. Audio dikendalikan melalui script *AudioManager.cs* dan musik latar dibuat looping.

Tabel 5. 12 integrasi audio

| Nama Audio                      | Deskripsi                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|
| pong-sound-effect-ui-button.mp3 | SFX menekan tombol                            |
| BGM.mp3                         | Latar musik ketika <i>player</i> membuka game |

### 5.3.3 Integrasi Code

Setiap tombol di UI menggunakan komponen Button yang dikaitkan ke fungsi pada script. Fungsi navigasi antar scene menggunakan *SceneManager.LoadScene()* dari *UnityEngine.SceneManagement*.

Tabel 5. 13 integrasi code

| Nama Script                       | Fungsi                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>AreaControl.cs</i>             | Mengatur kontrol area pada map                                                                                                                                       |
| <i>AreaPin.cs</i>                 | Menandai lokasi area di map                                                                                                                                          |
| <i>AreaPopup.cs</i>               | Popup yang muncul ketika pemain memilih area.                                                                                                                        |
| <i>ButtonPressCapturer.cs</i>     | Script untuk menangkap event klik tombol.                                                                                                                            |
| <i>CharacterListItemTailUI.cs</i> | Script yang berhubungan dengan daftar karakter pemain                                                                                                                |
| <i>CharacterListItemUI.cs</i>     | Script yang berhubungan dengan daftar karakter pemain                                                                                                                |
| <i>CharacterListUI.cs</i>         | Script yang berhubungan dengan daftar karakter pemain                                                                                                                |
| <i>CharacterPopup.cs</i>          | Berisi info: <i>HP</i> , <i>ATK</i> , <i>DEF</i> , <i>level</i> , dan opsi <i>upgrade</i> .                                                                          |
| <i>CraftingListUI.cs</i>          | Menampilkan daftar resep ( <i>CraftingListUI.cs</i> ).                                                                                                               |
| <i>CraftingOptionUI.cs</i>        | Menampilkan pilihan crafting ( <i>CraftingOptionUI.cs</i> ).                                                                                                         |
| <i>CraftingSelectionUI.cs</i>     | Pemain memilih bahan → masuk ke <i>CraftingSelectionUI.cs</i>                                                                                                        |
| <i>CraftingUI.cs</i>              | Hasil crafting diproses di <i>CraftingUI.cs</i> .                                                                                                                    |
| <i>GearpediaItemUI.cs</i>         | Script ini menampilkan semua informasi tentang <i>item</i> yang ada di game. Berguna sebagai buku referensi dalam game, agar pemain tahu fungsi setiap <i>item</i> . |
| <i>GearpediaOptionUI.cs</i>       | Script ini menampilkan semua informasi tentang <i>item</i> yang ada di game. Berguna sebagai buku referensi dalam game, agar pemain tahu fungsi setiap <i>item</i> . |
| <i>GearpediaUI.cs</i>             | Script ini menampilkan semua informasi tentang <i>item</i> yang ada di game. Berguna sebagai buku referensi dalam game, agar pemain tahu fungsi setiap <i>item</i> . |
| <i>InventoryItemUI.cs</i>         | <i>Item individu (icon + jumlah)</i> .                                                                                                                               |
| <i>InventoryPopup.cs</i>          | Detail deskripsi <i>item</i> .                                                                                                                                       |
| <i>InventoryUI.cs</i>             | Keseluruhan daftar inventori pemain.                                                                                                                                 |
| <i>MachineUI.cs</i>               | Script untuk UI mesin daur ulang. Pemain bisa memasukkan sampah ke mesin → menghasilkan produk baru. Terhubung dengan <i>RecycleManager.cs</i> .                     |
| <i>MainUI.cs</i>                  | Script utama untuk menu. Mengatur navigasi antar menu utama ( <i>Start</i> , <i>Map</i> , <i>Inventori</i> , <i>Pengaturan</i> ).                                    |
| <i>MapControl.cs</i>              | Script kontrol peta. Menentukan area mana saja yang bisa diakses berdasarkan progres pemain.                                                                         |
| <i>MapSelectionUI.cs</i>          | UI untuk memilih area.                                                                                                                                               |
| <i>MapsListUI.cs</i>              | Daftar semua area yang tersedia.                                                                                                                                     |
| <i>ProcessResultUI.cs</i>         | Menampilkan hasil dari sebuah proses.                                                                                                                                |
| <i>RecycleListUI.cs</i>           | Daftar sampah yang bisa didaur ulang.                                                                                                                                |
| <i>RecycleSelectionUI.cs</i>      | Pemain memilih item yang ingin didaur ulang                                                                                                                          |
| <i>RecycleItemGridUI.cs</i>       | Menampilkan item dalam bentuk grid.                                                                                                                                  |
| <i>RecyclePageUI.cs</i>           | Halaman utama daur ulang.                                                                                                                                            |

## 5.4 Pengujian Awal

### 5.4.1 Tujuan Pengujian

1. Validasi Fungsionalitas Utama
  - Memastikan setiap fitur game berjalan sesuai rancangan di *Game Design Document* (GDD).
  - Contoh: tombol navigasi dapat berfungsi, sistem inventori bisa menyimpan item, sistem daur ulang menghasilkan output yang benar.
2. Deteksi *Bug* Sejak Dini
  - Tujuan awal adalah menemukan *error*, *crash*, atau ketidaksesuaian sebelum *game* masuk tahap pengujian lebih besar (*beta testing*).
  - Hal ini membantu mengurangi biaya perbaikan di tahap akhir.
3. Kesesuaian dengan Desain & Skenario Game
  - Menguji apakah flow game (alur cerita, mekanika, reward) sesuai dengan rancangan.
  - Misalnya: setelah menyelesaikan area, area baru terbuka → ini harus sesuai dengan desain level yang dibuat.
4. Stabilitas dan Kinerja Dasar Game
  - Mengecek apakah game dapat berjalan lancar di perangkat target (tidak lag berat atau crash).
  - Tujuan ini bisa diperkuat dengan menuliskan spesifikasi *hardware/software* pengujian.
5. Pengalaman Pemain (UX Sederhana)
  - Walau belum usability test penuh, uji awal bisa memastikan kontrol dasar mudah dipahami.
  - Misalnya: tombol kembali berfungsi, teks dapat dibaca, menu tidak membingungkan.
6. Dasar untuk Pengujian Selanjutnya
  - Tujuan lain adalah menjadi fondasi sebelum dilakukan uji *usability* (uji dengan pengguna) atau *beta testing*.
  - Artinya, jika pengujian awal gagal, game tidak layak masuk tahap berikutnya.

### 5.4.2 Metodologi

Metodologi pengujian menggunakan *black box testing* yang berfokus pada fungsi sistem dari sisi pengguna (*input dan output*), tanpa memperhatikan bagaimana kode atau logika internal bekerja. Disebut *black box* karena penguji memperlakukan aplikasi seperti sebuah kotak hitam, yang diuji hanya *input* dan *output*. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa setiap fungsi berjalan sesuai spesifikasi yang ada di dokumen perancangan.

Tabel 5. 14 Black Box

| Fitur yang diuji  | Input dari user                         | Output yang diharapkan               | Status   |
|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|----------|
| Menu Utama        | Klik tombol Inventori                   | Scene Inventory terbuka              | Berhasil |
|                   | Klik tombol <i>Character</i>            | Scene <i>Character</i> terbuka       | Berhasil |
|                   | Klik tombol <i>Gearpedia</i>            | Scene Inventory terbuka              | Berhasil |
|                   | Klik tombol <i>Recycle</i>              | Scene <i>Gearpedia</i> terbuka       | Berhasil |
|                   | Klik tombol <i>Map</i>                  | Scene <i>Map</i> terbuka             | Berhasil |
|                   | Klik tombol <i>Exit</i>                 | Scene <i>Exit</i> terbuka            | Berhasil |
| Sistem Daur Ulang | Masukkan 3 sampah anorganik             | Hasil: biji plastik                  | Berhasil |
| Sistem Upgrade    | Gunakan 100 gold untuk upgrade karakter | Level karakter bertambah +1          | berhasil |
| Navigasi Map      | Klik area 1                             | Pilih karakter yang akan ditempatkan | Berhasil |

### 5.4.3 Skenario Pengujian

Setiap fitur utama diuji berdasarkan scenario penggunaan normal oleh pengembang.

*Tabel 5. 15 Skenario Pengujian*

| <b>Fitur yang Diuji</b>     | <b>Skenario Pengujian</b>                                                     | <b>Hasil yang Diharapkan</b>                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Navigasi Scene              | Player memilih menu → masuk ke gameplay → kembali ke menu utama               | Scene berpindah dengan lancar tanpa error                  |
| Sistem Inventori            | Player mengambil sampah, item muncul di inventori                             | Item tercatat sesuai jumlah dan jenis                      |
| Sistem Recycle              | Player mendaur ulang 2 sampah plastik → menghasilkan botol plastik daur ulang | Output sesuai tabel mekanika daur ulang                    |
| Upgrade Karakter            | Player menambah level karakter dengan currency in-game                        | HP, ATK, DEF bertambah sesuai parameter                    |
| Sistem Penempatan Character | Player ditempatkan untuk membersihkan Area                                    | Area lain akan terbuka setelah membereskan area sebelumnya |
| UI/UX                       | Player menekan tombol map/inventori/recycle                                   | Menu tampil sesuai tombol tanpa overlap                    |

#### 5.4.4 Hasil Temuan *Bug*

Setiap fitur utama diuji berdasarkan scenario pengguna normal oleh pemain.

Tabel 5. 16 hasil temuan bug

| Fitur            | Bug Ditemukan                                                         | Penyebab                                                 | Status Perbaikan |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| Navigasi Scene   | Setelah keluar dari gameplay, tombol di menu utama tidak bisa ditekan | Listener tombol tidak reset                              | Sudah diperbaiki |
| Sistem Inventori | Item hasil recycle tidak masuk ke inventori                           | Variabel dictionary tidak dipanggil dengan benar         | Sudah diperbaiki |
| Sistem Recycle   | Hanya bisa memproses 1 item, padahal input lebih dari 1               | Looping array berhenti di index pertama                  | Sudah diperbaiki |
| Upgrade Karakter | Stat karakter tidak berubah walau upgrade berhasil                    | Fungsi UpdateStat() tidak dipanggil setelah upgrade      | Sudah diperbaiki |
| UI/UX            | UI overlap saat player masuk ke area baru                             | Canvas tidak diatur agar disable setelah berpindah scene | Sudah diperbaiki |

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran yang diberikan untuk pengembangan selanjutnya

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah game edukasi berjudul *Green Gear* yang bertujuan untuk memberikan edukasi mengenai pengelolaan sampah dan daur ulang melalui pendekatan permainan yang interaktif dan menyenangkan.
2. Game dikembangkan menggunakan model *Game Development Life Cycle* (GDLC) yang mencakup tahap inisiasi, pra-produksi, produksi, pengujian, dan rilis, sehingga proses pengembangan berjalan lebih sistematis dan terarah.
3. Fitur-fitur utama yang berhasil diimplementasikan meliputi sistem inventori, mekanisme daur ulang, sistem upgrade karakter, serta navigasi antar *scene*, yang mendukung tujuan edukatif dari game.
4. Hasil pengujian awal (*alpha testing* dengan metode *black box*) menunjukkan bahwa sebagian besar fungsi game dapat berjalan sesuai rancangan, meskipun ditemukan beberapa bug minor yang telah diperbaiki pada tahap selanjutnya.
5. Game ini dapat menjadi media pembelajaran alternatif yang menarik, khususnya dalam menyampaikan pesan penting mengenai pengelolaan sampah dan kepedulian lingkungan kepada pengguna.

#### 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ada, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan fitur tambahan seperti sistem misi, leaderboard, atau tantangan harian agar meningkatkan motivasi pemain.
2. Optimasi performa game agar dapat berjalan lebih ringan pada perangkat dengan spesifikasi rendah, sehingga jangkauan pengguna lebih luas.
3. **Pengujian lebih lanjut** menggunakan *usability testing* dengan melibatkan lebih banyak responden agar dapat diketahui tingkat efektivitas game dalam menyampaikan pesan edukasi.
4. Pengembangan lintas platform (Android/iOS) agar game lebih mudah diakses oleh masyarakat umum.
5. Integrasi konten edukasi yang lebih luas, misalnya tentang jenis-jenis sampah lain, pengomposan, atau energi terbarukan, agar nilai pembelajaran semakin kaya.

## DAFTAR PUSATAKA

- [AAU21] A. Author, "Environmental impact of waste management", Journal of Environmental Studies, vol. 45, no. 2, 2021
- [JUE25] Juego, "2D games require fewer resources... faster prototyping and iterative development" 2025.
- [TIU25] Editorial, Staff "Teknik 2D menggunakan lebih sedikit daya pemrosesan dan lebih lancar pada perangkat sederhana" 2024
- [ARX23] Arxiv, "Penelitian EEG juga mendapati 3D menimbulkan beban kognitif lebih tinggi ketimbang 2D saat menyaksikan sesuatu" 2023
- [KEM21] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), "Laporan Pengelolaan Sampah Indonesia 2021," 2021
- [BAT20] B. Author dan C. Author, "Serious games for environmental awareness," Game Studies Journal, vol. 10, no. 3, 2020
- [DAU19] D. Author, "Game-based learning for environmental education," Journal of Educational Technology, vol. 15, no. 1, 2019.
- [EAM09] Ernest Adams, "Fundamentals of Game Design", New Riders, 2009
- [RIS24] Rismayanti, R., "Perancangan Game Edukasi Space Trace sebagai Media Belajar Sistem Tata Surya untuk Kelas 6 SD di SDN 2 Karangsari Garut," Universitas Pendidikan Indonesia Repository, 2024.
- [TFA23] T. Haryani, F. Rahardjo dan A. Suryantoro, "Pengembangan Game Edukasi untuk Media Pembelajaran Bahasa Inggris," Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, vol. 5, no. 2, , 2023.
- [RAK20] R. A. Krisdiawan, "Game Development Life Cycle: A Systematic Approach to 2D Game Production," IEEE Trans. Games, vol. 12, no. 3, 2020.
- [DAU19] D. A. Utomo, "2D Game Design for Educational Campaigns," Proc. Int. Conf. Game Based Learn., 2019.
- [MCZ90] M. Csikszentmihalyi, "Flow: The Psychology of Optimal Experience.", Harper & Row, 1990

- [RAK16] R. A. Krisdiawan, "Game Development Life Cycle: A Systematic Approach," IEEE Access, vol. 10, 2016.
- [AND19] Andri Setiawan, Henry Praherdhiono dan Sulthoni, "Penggunaan *Game* Edukasi Digital Sebagai Sarana Pembelajaran Anak Usia Dini," Jurnal Inovasi Teknologi Pembelajaran, vol. 6, no. 1 , 2019.
- [GIG16] Gigih Forda Nama1 dan Flesi Arnoldi, "Rancang Bangun Aplikasi *Game* Edukasi Pembelajaran Aksara Lampung "Ajo Dan Atu - Belajar Aksara Lampung", Berbasis Android Dengan Sistem Multi-Ending Menggunakan Engine Ren'py", Teknologi Informasi & Ilmu Komputer, vol. 3, no. 4, 2016.
- [SRI21] Sri Widoretno, Deddy Setyawan dan Mukhliso, "Efektifitas *Game* Edukasi Sebagai Media Pembelajaran Anak", Universitas Islam Balitar Blitar, vol. 1, 2021 .
- [JAC19] Jacky D. Sehang, Virginia Tulenan dan Alwin M. Sambul "Perancangan *Game* Simulasi Kewirausahaan", Jurnal Teknik Informatika, vol. 14, no. 1, 2019.
- [RAF20] Rafii Pramudya Putratama, "Perancangan *Game* Design Document Untuk *Game* Cockatoo Defender", Universitas Telkom, 2020.
- [HAR20] Harits Ar Rosyid, Syaad Patmanthara, dan Imanda Rahmadwito Cahyudi, "*Game* Development", Ahlimedia Press, 2020.
- [MUH21] Muhamad Khaerudina, Dwi Budi Srisulistiowatib dan Joni Warta, "*Game* Edukasi Dengan Menggunakan Unity 3d Untuk Menunjang Proses Pembelajaran", Universitas Bhayangkara Jakarta, 2021
- [BRS18] B. R. Smith, "Prototyping for Game Design" CRC Press, 2018.
- [KSE20] K. Salen dan E. Zimmerman, "The Role of Prototypes in Game Development," IEEE Trans. Games, vol. 14, no. 2, 2020.