

# Gim Edukasi Bahaya Sampah Plastik Untuk Anak SD

Muhammad Fadillah Ramadhan  
Program Studi Informatika  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Indonesia  
16523216@students.uii.ac.id

Sheila Nurul Huda  
Program Studi Informatika  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Indonesia  
sheila@uui.ac.id

Affan Mahtarami  
Program Studi Informatika  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Indonesia  
055230701@uui.ac.id

**Abstrak**— Penggunaan plastik dapat ditemukan dalam kegiatan sehari-hari. Namun tanpa kita sadari limbah dari plastik tersebut dapat merusak lingkungan. Sampah plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk hancur, sehingga sangat berdampak buruk bagi lingkungan. Untuk mengubah kebiasaan tersebut agar penggunaan plastik dapat lebih bijak maka dari itu diperlukan pola pikir sejak dini terutama saat SD, karena merupakan sebuah masa anak-anak membangun pola pikir dan mempelajari berbagai dasar dari ilmu pengetahuan. Dengan permasalahan tersebut peneliti bertujuan membuat gim edukasi bahaya sampah plastik ber-genre strategi yang ditujukan untuk anak SD dengan nama “*Plastic Stream*”. Melalui gim edukasi anak-anak dapat bermain sambil belajar karena dengan gim seorang anak dapat berinteraksi dan mendapatkan *feedback*. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan gim edukasi “*Plastic Stream*” yang dibentuk menggunakan metode *game development life cycle* (GDLC) belum bisa memenuhi sepenuhnya tujuan penelitian dikarenakan penelitian masih dalam tahap pengerjaan. Gim telah selesai dibuat namun belum dilakukan pengujian kepada pengguna. Berdasarkan hasil pengujian *black box* gim dapat berjalan dengan baik.

**Kata kunci**—gim edukasi, anak SD, sampah plastik

## I. PENDAHULUAN

Plastik sudah menjadi barang yang melekat untuk digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Seperti kemasan untuk sebuah produk, tempat menyimpan barang, peralatan makan dan minum, hingga perabot rumah tangga. Penggunaan plastik dianggap jauh lebih murah daripada menggunakan material lain, dan bisa dijadikan produk/barang apapun. Plastik sendiri sulit terdegradasi (non-biodegradable), sehingga pemakaian yang berlebihan akan menghasilkan sampah-sampah plastik yang nantinya akan sangat berdampak buruk bagi lingkungan. Indonesia menempati posisi kedua dari 20 negara teratas yang memiliki pengelolaan limbah plastik terburuk dengan jumlah 3,22 juta ton/tahun dan 0.48-1.29 juta ton/tahunnya mencemari lautan [1]. Data tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki masalah pencemaran limbah plastik cukup serius dan diperlukan kontribusi masyarakat untuk mengubahnya.

Mengubah pola pikir dan membangun kesadaran seseorang tidak mudah, namun jika diajarkan sejak dini maka kepribadian dan kebiasaan yang baik akan terbentuk. Dalam dunia anak-anak kehidupannya disibukan dengan bermain, dengan bermain itu pula anak belajar berbagai hal tentang kehidupan sehari-hari [2]. Edukasi melalui gim membuat anak dapat bermain sambil belajar kemudian berinteraksi secara langsung dan mendapatkan *feedback*. Seorang anak mendapatkan 5 pelajaran saat memainkan video games yaitu “*How*,” “*What*,” “*Why*,” “*Where*,” dan

“*When / Whether*”. *How* – bagaimana melakukan sesuatu, *What* – mempelajari sebuah aturan, *Why* – mempelajari sebuah strategi, *Where* – mengenali lingkungan yang ada didalam game, *When / Whether* – mempelajari keputusan berdasarkan nilai dan moral [3].

Dari permasalahan tersebut peneliti bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai bahaya yang ditimbulkan dari sampah plastik melalui sebuah gim edukasi yang ditujukan untuk anak SD. Pada makalah ini peneliti menerapkan metode *game development life cycle* (GDLC) sebagai pendekatan serta membantu dalam proses pembuatan gim.

Penelitian yang serupa juga telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dan membuktikan edukasi melalui gim memberi manfaat positif bagi anak-anak. Penelitian oleh I Dewa Putu Agus yang berjudul “*Aplikasi Game Edukasi Trash Grabber Untuk Mengenal Jenis-Jenis Sampah Pada Smartphone Berbasis Android*” merupakan penelitian yang membuat gim yang serupa yaitu gim edukasi mengenal jenis-jenis sampah [4]. Kemudian penelitian oleh Rizki Catur Putra yang berjudul “*Pembuatan Game Edukasi Pintar Memilih Sampah Berbasis Android*” yaitu penelitian pembuatan gim edukasi memilih sampah untuk anak SD[5]. Namun dari penelitian-penelitian tersebut tidak ada yang membahas spesifik tentang sampah plastik.

Pada makalah ini sistematika penulisan dibagi kedalam, pendahuluan, kajian Pustaka, metodologi, hasil dan pembahasan, dan kesimpulan.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Jenis Sampah Plastik

Sampah plastik sendiri memiliki macam-macam jenis sesuai fungsinya. Ada 3 jenis plastik yang menjadi fokus peneliti dalam melakukan penelitian yaitu; (1) botol plastik yang dikategorikan sebagai plastik berjenis *PET/PETE* (*Polyethylene Terephthalate*) yang merupakan jenis plastik sekali pakai dan mudah untuk didaur ulang namun berbahaya jika jumlah limbahnya lebih banyak daripada jumlah daur ulangnya; (2) sedotan plastik yang dikategorikan sebagai plastik berjenis *PP* (*Polypropylene*) yang merupakan plastik yang sulit didaur ulang dan mudah terurai walaupun begitu penguraiannya juga membutuhkan waktu yang tidak sebentar sehingga jumlah limbahnya yang berlebih juga berdampak bahaya; (3) kantong plastik yang dikategorikan sebagai plastik berjenis *LDPE* (*Low Density Polyethylene*) yang merupakan jenis plastik yang bisa digunakan berkali-kali namun sulit terurai, pada kenyataannya masih banyak yang menghamburkan

kantong plastik padahal bisa digunakan kembali seperti misalnya untuk membawa barang belanjaan [6].

#### B. Gim Edukasi

Gim edukasi adalah suatu media yang dapat memberikan pengajaran serta menambah pengetahuan melalui proses belajar-mengajar yang lebih menyenangkan dan lebih menarik yang dikemas dalam bentuk sebuah *game* [7]. Gim edukasi unggul dalam beberapa aspek jika dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Salah satu keunggulannya adalah memiliki animasi sebagai daya tarik sehingga dapat meningkatkan daya ingat anak. Hal tersebut dapat membuat anak dapat menyimpan materi pelajaran dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode pengajaran konvensional [8].

#### C. Gim Browser

Gim *browser* adalah video gim yang dimainkan melalui *World Wide Web* menggunakan peramban web [9]. Gim *browser* dapat diakses oleh berbagai perangkat seperti PC, *smartphone*, hingga *operating system* yang berbeda. Dengan begitu gim dapat didistribusikan dengan mudah karena dapat diakses oleh berbagai perangkat cukup membuka *browser* dan mengakses *link* yang diberikan.

#### D. Gim Strategi

Gim yang dibuat pada penelitian ini selain ber-*genre* edukasi juga ber-*genre* strategi. Video *game* strategi adalah *genre* video *game* yang menekankan pemikiran dan perencanaan yang terampil untuk mencapai kemenangan [10]. Seorang pemain harus merencanakan serangkaian tindakan terhadap satu atau lebih lawan, dan pengurangan pasukan musuh biasanya merupakan tujuan [11]. Selain itu, *genre* strategi akan menuntut anak untuk berfikir kritis sehingga akan membangun pola pikir yang lebih maju yang dapat menghargai segala tindakan yang diperbuat.

#### E. Game Development Life Cycle

Pada awalnya pengembangan gim mengadopsi pendekatan yang ada pada *software development life cycle* (SDLC), pendekatan tersebut kurang memenuhi kebutuhan karena pengembang menghadapi beberapa tantangan selama siklusnya. Untuk mengatasi masalah ini, pengembangan gim menggunakan semacam pendekatan spesifik yang disebut *game development life cycle* (GDLC) untuk mengarahkan pengembangan gim. GDLC sendiri memiliki banyak versi yang dikemukakan oleh berbagai organisasi sesuai keperluan masing-masing. Meskipun begitu ada 3 tahapan yang menjadi kunci utama pada metode GDLC yaitu *Design & Prototype*, *Production*, *Testing* [12].

#### F. Gdevelop

Sebuah *game engine* berbasis *open-sorce* yang digunakan untuk membangun gim dan dapat diunduh secara gratis [13]. Alasan penggunaan *game engine* tersebut karena kemudahan penggunaannya karena tidak memerlukan *programming* dan dapat didistribusikan menjadi gim *browser*.

### III. METODOLOGI

Dalam penelitian ini menjadikan metode sebagai pendekatan dalam pembuatan gim. Pembuatan gim edukasi sendiri memiliki metode yang cukup serupa dengan pembuatan gim pada umumnya. Sebagai pendekatan

tersebut peneliti menerapkan metode *Game Development Life Cycle* yang terdiri dari 3 tahap. Tahapan tersebut adalah.

#### A. Desain

Pada tahap ini peneliti akan melakukan analisis kebutuhan dan membuat *storyboard*. Analisis kebutuhan sendiri diperlukan untuk menentukan konsep dari gim yang ingin dibuat. Analisis kebutuhan terdiri dari dua yaitu analisis kebutuhan fungsional dan perangkat. Kemudian sebuah *storyboard* diperlukan untuk menentukan desain dari gim yang ingin dibuat dan memberi gambaran bentuk awal dari sebuah gim.

#### B. Produksi

Setelah melakukan tahap desain selanjutnya dilakukan tahap produksi yaitu mulai membuat gim itu sendiri. Konsep dan desain yang sudah matang diimplementasikan kedalam pembuatan aset-aset digital hingga coding pada *game engine*.

#### C. Pengujian

Pengujian gim, untuk mengetahui apakah gim dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan cara *black box testing*, yaitu merupakan sebuah metode pengujian perangkat lunak yang memeriksa fungsionalitas aplikasi [14].

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Desain

Konsep dari gim “*Plastic Stream*” adalah pemain harus mencegah sampah plastik yang terbawa arus air mencapai saluran irigasi air dengan menaruh kapal pengangkut pada posisi yang sama dengan sampah tersebut. Tidak ada *level* pada gim ini pemain diminta untuk bertahan sesuai waktu yang ditentukan, kemudian tingkat kesulitan akan meningkat secara bertahap dan akan gagal jika sampah tersebut mencapai saluran irigasi air dan pemain diminta mengulang permainan dari awal. Agar memenuhi kebutuhan tersebut maka pada tahap awal diperlukan analisis kebutuhan dan pembuatan *storyboard*. Analisis kebutuhan sendiri dibagi menjadi dua yaitu analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan perangkat. Kemudian *storyboard* merupakan serangkaian sketsa gambar yang disusun secara berurutan untuk menggambarkan suatu konsep atau ide. Lebih lanjut akan dijelaskan pada tulisan dibawah.

##### 1) Analisis Kebutuhan Fungsional

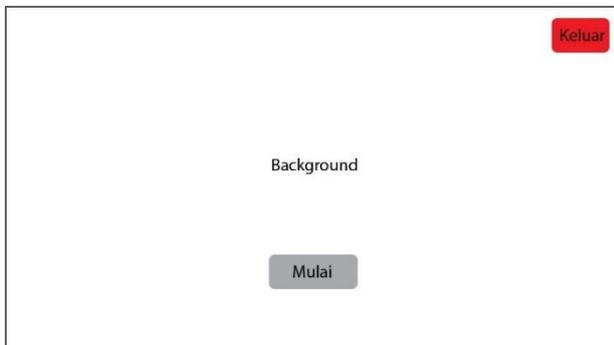
Kebutuhan fungsional permainan video ini berupa fitur-fitur yang diberikan oleh sistem saat menerima input tertentu. Kebutuhan fungsional tersebut berupa : (a) Gim dimainkan oleh satu orang pemain saja; (b) Input pemain berupa sentuhan, dengan menekan beberapa tombol yang memiliki fungsi masing-masing; (c) Gim tidak memiliki *level*, gim akan berakhir jika pemain dapat bertahan sesuai waktu yang ditentukan dan kondisi kalah jika sampah plastik mencapai saluran irigasi air.

##### 2) Analisis Kebutuhan Perangkat

Minimal perangkat memiliki akses internet dan browser. Untuk PC minimal membutuhkan Windows 7 keatas dan untuk perangkat Android minimal Android 4.0 (Ice Cream Sandwich) keatas.

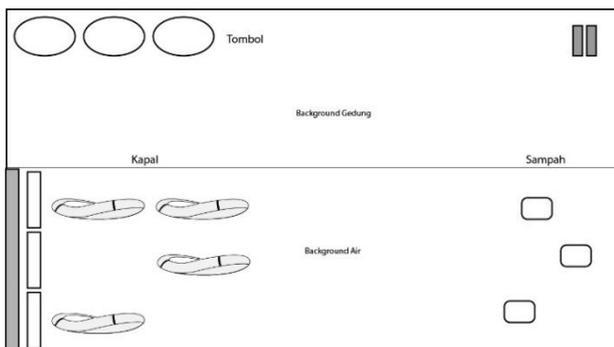
### 3) Pembuatan Storyboard

Pada tahap ini adalah pembuatan storyboard dari gim "Plastic Stream". Berikut storyboard dari gim yang telah dibuat.



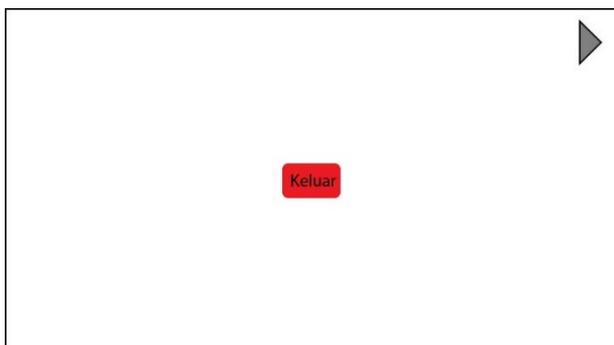
Gambar 1. Storyboard Menu Utama

Gambar 1. merupakan menu utama atau halaman awal saat permainan dibuka.



Gambar 2. Storyboard Permainan

Gambar 2. Merupakan tampilan permainan ketika masuk kedalam permainan.



Gambar 3. Storyboard Menu Pause

Gambar 3. Merupakan menu pause yang akan tampil ketika pemain menekan tombol pause.



Gambar 4. Storyboard Permainan Selesai

Gambar 4. Merupakan tampilan ketika pemain berhasil menyelesaikan permainan.



Gambar 5. Storyboard Permainan Gagal

Gambar 5. Merupakan tampilan ketika pemain gagal menyelesaikan permainan.

### B. Produksi

Setelah dilakukan proses analisis kebutuhan dan pembuatan storyboard berikutnya adalah pengembangan gim itu sendiri. Pengembangan gim menggunakan sebuah tools bernama Gdevelop 5. Berikut desain aset yang digunakan pada gim ini. Yang dijelaskan pada tabel berikut.

TABEL 1. ASET KARAKTER

Gambar	Keterangan
	Kapal warna biru
	Kapal warna merah
	Kapal warna Kuning
	Kantong plastik
	Botol plastik
	Sedotan plastik

TABEL 2. ASET TOMBOL

Gambar	Keterangan
	Tombol <i>play</i>
	Tombol <i>x</i> (keluar)
	Tombol keluar
	Tombol ulangi
	Tombol <i>pause</i>
	Tombol <i>resume</i>
	Tombol <i>spawn</i> kapal merah
	Tombol <i>spawn</i> kapal biru
	Tombol <i>spawn</i> kapal kuning
	Tombol <i>remove</i> kapal

Aset-aset tersebut diimplementasikan kedalam *Gdevelop* sehingga menghasilkan gim seperti yang dijelaskan pada gambar 7 hingga 11.



Gambar 7. Tampilan Menu Utama

Gambar 7. merupakan menu utama atau halaman awal saat permainan dibuka. Terdapat animasi arus air pada *background* menu. Jika pemain menekan tombol *play*, pemain akan memulai permainan. Jika pemain menekan tombol “x” maka pemain akan keluar dari permainan.



Gambar 8. Tampilan *Cutscene Prologue*

Sebelum memulai permainan pemain akan diperlihatkan *cutscene prologue* yang berisikan cerita yang menjelaskan latar belakang gim dan tujuan pemain memainkan gim ini.



Gambar 10. Tampilan *Loading Screen*

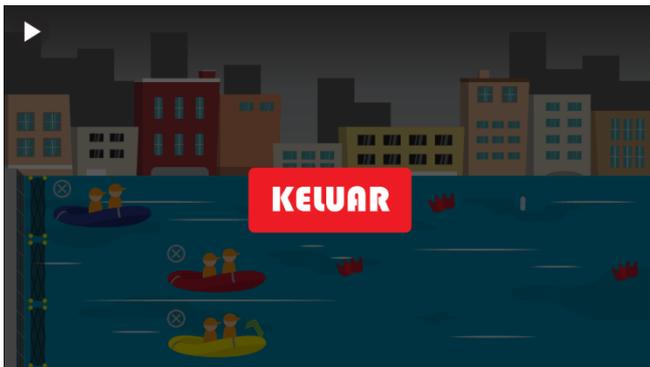
Untuk memuat aset pada permainan membutuhkan waktu sehingga pemain akan berjumpa dengan *loading screen*. Waktu yang dibutuhkan tidak menentu terkadang bisa cepat ataupun lama tergantung perangkat yang digunakan oleh karena itu untuk memanfaatkan waktu yang ada *loading screen* akan disisipkan seputar informasi mengenai plastik dengan begitu pemain bisa mendapatkan wawasan tambahan dan tidak membuang waktu.



Gambar 11. Tampilan Permainan

Gambar 11. menjelaskan gambaran secara keseluruhan bagaimana nantinya gim “*Plastic Stream*” dimainkan. Gim ini akan dimainkan oleh satu orang pemain. Pemain harus mengangkut sampah-sampah plastik menggunakan kapal agar tidak mencapai saluran irigasi air yang berada diujung kiri, jika hal tersebut terjadi maka pemain akan gagal dan

gim akan berakhir. Gim ini tidak memiliki *level* hanya ada satu jenis *level* dengan 3 *wave* yang memiliki tingkat kesulitan disetiap *wave*-nya, jika pemain berhasil melewati semua *wave* maka permainan akan selesai. Untuk pola permainan juga akan dirandom seperti spawn sampah plastik dan jumlah kapal yang akan dimiliki nanti, hal ini agar memberikan tantangan kepada pemain. Warna sampah dan kapal saling berkaitan, sampah kantung plastik (warna merah) hanya dapat diangkut oleh kapal berwarna merah, sampah botol plastik (warna biru) hanya dapat diangkut oleh kapal berwarna biru, sampah sedotan plastik (warna kuning) hanya dapat diangkut oleh kapal berwarna kuning. Hal ini agar memudahkan pemain untuk meletakkan kapal yang sesuai untuk mengangkat sampah sesuai jenisnya sekaligus memberikan tantangan kepada pemain agar setiap jenis sampah diangkut oleh kapal yang berbeda.



Gambar 12. Tampilan Menu Pause

Gambar 12. merupakan tampilan menu *pause* yang akan tampil ketika pemain menekan tombol *pause*. Jika pemain menekan tombol *resume* yang ada dipojok kiri atas maka permainan akan mulai kembali. Jika pemain menekan tombol keluar maka pemain akan keluar ke menu utama.



Gambar 13. Tampilan *Cutscene Epilogue (Good Ending)*

Gambar 13. *Cutscene Epilogue (Good Ending)* didapat jika pemain menang yaitu berhasil bertahan disemua *wave*. *Cutscene* ini menjelaskan akhir yang baik / *good ending* dan langkah apa yang selanjutnya harus dilakukan dalam menjaga lingkungan.



Gambar 13. Tampilan Permainan Selesai

Gambar 13. adalah tampilan ketika pemain berhasil menyelesaikan permainan dan muncul setelah menyaksikan *cutscene epilogue (good ending)*. Ketika pemain menekan tombol ulangi maka permainan akan mengulangi permainan dari awal. Namun, jika pemain menekan tombol keluar maka pemain akan keluar ke menu utama.



Gambar 14. Tampilan *Cutscene Epilogue (Bad Ending)*

Gambar 14. *Cutscene Epilogue (Bad Ending)* didapat jika pemain kalah yaitu gagal bertahan pada salah satu *wave*. *Cutscene* ini menjelaskan akhir yang buruk / *bad ending* setelah pemain gagal mengangkat sampah-sampah plastik dan menceritakan dampak buruk lainnya yang disebabkan oleh sampah plastik.



Gambar 15. Tampilan Permainan Gagal (*Game Over*)

Gambar 15. adalah tampilan ketika pemain gagal menyelesaikan permainan dan muncul setelah menyaksikan *cutscene epilogue (bad ending)*. Jika pemain menekan tombol ulangi maka permainan akan mengulangi permainan dari awal.

### C. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara *black box testing* untuk memeriksa setiap fitur dapat berjalan sebagaimana mestinya. Hasil pengujian *black box testing* ditampilkan pada tabel 4.

TABEL 3. PENGUJIAN BLACK BOX PROTOTYPE GIM

Input	Hasil yang diharapkan	Output	Status
Tekan tombol <i>play</i>	Masuk ke dalam permainan	Masuk ke dalam permainan	Berhasil
Tekan tombol <i>x</i>	Keluar aplikasi gim	Keluar aplikasi gim	Berhasil
Berpindah dari menu utama ke halaman permainan	Menampilkan <i>cutscene prologue</i>	Menampilkan <i>cutscene prologue</i>	Berhasil
<i>Cutscene prologue</i> berakhir	Menampilkan <i>loading screen</i>	Menampilkan <i>loading screen</i>	Berhasil
Masuk ke halaman permainan	Me-random jumlah <i>spawn</i> kapal, Me-random <i>spawn</i> sampah plastik, memulai animasi arus air	Me-random jumlah <i>spawn</i> kapal, Me-random <i>spawn</i> sampah plastik, memulai animasi arus air	Berhasil
Tekan tombol <i>spawn</i> kapal merah	<i>spawn</i> kapal merah, jumlah <i>spawn</i> kapal merah berkurang 1	<i>spawn</i> kapal merah, jumlah <i>spawn</i> kapal merah berkurang 1	Berhasil
Tekan tombol <i>spawn</i> kapal biru	<i>spawn</i> kapal biru, jumlah <i>spawn</i> kapal biru berkurang 1	<i>spawn</i> kapal biru, jumlah <i>spawn</i> kapal biru berkurang 1	Berhasil
Tekan tombol <i>spawn</i> kapal kuning	<i>spawn</i> kapal kuning, jumlah <i>spawn</i> kapal kuning berkurang 1	<i>spawn</i> kapal kuning, jumlah <i>spawn</i> kapal kuning berkurang 1	Berhasil
Tekan tombol <i>remove</i> kapal	Menghapus kapal dari layar permainan, jumlah <i>spawn</i> kapal bertambah 1	Menghapus kapal dari layar permainan, jumlah <i>spawn</i> kapal bertambah 1	Berhasil
Sampah bersentuhan dengan jaring	Jika total sampah yang ditangkap kurang dari 3 maka sampah ditangkap, jika sudah lebih jaring akan menghilang	Jika total sampah yang ditangkap kurang dari 3 maka sampah ditangkap, jika sudah lebih jaring akan menghilang	Berhasil
Sampah bersentuhan dengan saluran irigasi air	Menampilkan <i>cutscene epilogue (bad ending)</i>	Menampilkan <i>cutscene epilogue (bad ending)</i>	Berhasil
<i>Cutscene epilogue (bad ending)</i> berakhir	Menampilkan tampilan <i>game over</i>	Menampilkan tampilan <i>game over</i>	Berhasil
Durasi permainan berlangsung 60 detik	Menampilkan <i>cutscene epilogue (good ending)</i>	Menampilkan <i>cutscene epilogue (good ending)</i>	Berhasil
<i>Cutscene epilogue (good ending)</i> berakhir	Menampilkan tampilan permainan selesai	Menampilkan tampilan permainan selesai	Berhasil

Tekan tombol <i>pause</i>	Menampilkan tampilan menu <i>pause</i>	Menampilkan tampilan menu <i>pause</i>	Berhasil
Tekan tombol ulangi	Mengulang permainan dari awal	Mengulang permainan dari awal	Berhasil
Tekan tombol keluar	Berpindah ke menu utama	Berpindah ke menu utama	Berhasil
Tekan tombol <i>resume</i>	Menutup tampilan menu <i>pause</i> , memulai kembali permainan	Menutup tampilan menu <i>pause</i> , memulai kembali permainan	Berhasil

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman kepada anak SD mengenai bahaya yang ditimbulkan dari sampah plastik melalui sebuah gim edukasi.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa gim edukasi "*Plastic Stream*" belum bisa memenuhi sepenuhnya tujuan penelitian dikarenakan penelitian masih dalam tahap pengerjaan. Gim telah selesai dibuat namun belum dilakukan pengujian kepada pengguna dikarenakan beberapa hal. Melalui pengujian *black box* membuktikan bahwa gim dapat berjalan dengan baik. Selain itu gim "*Plastic Stream*" yang berbasis *web* dapat dimainkan melalui PC atau *Smartphone* melalui *browser* dengan mengakses *link* yang diberikan.

### B. Saran

Gim edukasi "*Plastic Stream*" masih bisa dikembangkan dan menambah hal yang dirasa positif, maka peneliti berharap :

1. Menambah fitur *power-up* supaya menambah variasi permainan agar lebih menarik.
2. Memperbaiki sistem *spawn* agar memberikan *balancing* yang lebih baik pada permainan.

## REFERENSI

- [1] J. R. Jambeck et al., "Plastic waste inputs from land into the ocean," *Ma*, no. September 2014, 2015.
- [2] [A. Khobir, "Upaya Mendidik Anak Melalui Permainan Edukatif," *Edukasia Islam.*, vol. 7, no. 2, pp. 195–208, 2009.
- [3] M. Prensky, "What Kids Learn That's POSITIVE from Playing Video Games," pp. 1–15, 2002.
- [4] I. D. Putu, A. Sudiatmika, A. A. K. A. Cahyawan, and P. W. Buana, "Aplikasi Game Edukasi Trash Grabber Untuk Mengenal Jenis-Jenis Sampah Pada Smartphone Berbasis Android," *Merpati*, vol. 2, no. 2, pp. 215–225, 2014.
- [5] R. C. Putra, "Pembuatan Game Edukasi Pintar Memilih Sampah Berbasis Android," pp. 1–21, 2016.
- [6] N. Karuniastuti, "BAHAYA PLASTIK TERHADAP KESEHATAN DAN LINGKUNGAN," *Forum Teknologi*, vol. 03, no. 1, pp. 6–14, 2017.
- [7] C. Virginia, M. N. Damajanti, and C. Muljosumarto, "Perancangan Permainan Edukatif Tentang Peduli Lingkungan Dalam Hal Membuang Sampah Untuk Anak 5-8 Tahun," pp. 1–9, 2011.
- [8] I. D. Putu, A. Sudiatmika, A. A. K. A. Cahyawan, and P. W. Buana, "Aplikasi Game Edukasi Trash Grabber Untuk Mengenal Jenis-Jenis Sampah Pada Smartphone Berbasis Android," *Merpati*, vol. 2, no. 2, pp. 215–225, 2014.
- [9] D. Schultheiss: Long-term motivations to play MMOGs: A longitudinal study on motivations, experience and behavior, page 344. DiGRA, 2007.

- [10] Strategy video game. (2020). Diakses 31 Mei, 2020, dari [https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy\\_video\\_game#:~:text=Definition,forces%20is%20usually%20a%20goal](https://en.wikipedia.org/wiki/Strategy_video_game#:~:text=Definition,forces%20is%20usually%20a%20goal).
- [11] R. I. Borman and Y. Purwanto, "Impelementasi Multimedia Development Life Cycle pada Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Bahaya Sampah pada Anak," J. Edukasi dan Penelit. Inform., vol. 5, no. 2, p. 119, 2019.
- [12] Ramadan, R., & Widyani, Y. (2013). Game development life cycle guidelines. 2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACSIS 2013, June, 95–100. <https://doi.org/10.1109/ICACSIS.2013.6761558>
- [13] Gdevelop 5. (2019). Diakses 31 Mei, 2020, dari <http://wiki.compilgames.net/doku.php/gdevelop5/star>
- [14] Jerry Gao; H.-S. J. Tsao; Ye Wu (2003). Testing and Quality Assurance for Component-based Software. Artech House. pp. 170–. ISBN 978-1-58053-735-3.