

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

Achmad Najibul Khoir

Program Studi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Hasim Asy'ari
Email : macangalau12@gmail.com

Ahmad Heru Mujianto

Program Studi S1 Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Hasim Asy'ari
Email : ahmadmujianto@unhasy.ac.id

Mahrus Ali

Program Studi S1 Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Hasim Asy'ari
Email : mahrusali@unhasy.ac.id

Abstrak

Sampah menjadi isu mendesak di era modern ini. Kurangnya sikap peduli lingkungan menyebabkan pencemaran dan kerusakan alam. Tingkat bencana alam yang tinggi, terutama hidrometeorologi, disebabkan oleh kurangnya kepedulian manusia. Pertumbuhan jumlah sampah yang tidak terkelola baik menyebabkan kerusakan dan pencemaran kompleks. Rendahnya kepedulian masyarakat terhadap sampah mengakibatkan perubahan gaya hidup yang mengandalkan plastik sekali pakai. Kurangnya pembelajaran dan kurikulum menghambat pemahaman siswa dalam mengelola lingkungan. Kurangnya pendidikan dan kesadaran lingkungan menjadi penghalang membentuk karakter dan kesadaran lingkungan pada anak-anak. Perlu adanya peningkatan integrasi dalam kurikulum dan media pembelajaran untuk memperkuat pemahaman siswa tentang pentingnya menjaga lingkungan sejak dini. Oleh karena itu pada penelitian kali ini bertujuan untuk membuat media inovasi berupa pengembangan aplikasi interaktif berbasis game untuk media pendidikan peduli lingkungan dan sampah, dengan metode R&D untuk pengembangan gamenya dan juga menggunakan metode Fuzzy Sugeno dalam penerapan sistem reward.

Kata Kunci: Sampah, Game Edukasi, R&D, Fuzzy Sugeno

Abstract

Waste has become an urgent issue in the modern era. The lack of environmental concern leads to pollution and environmental damage. The high occurrence of natural disasters, especially hydro-meteorological ones, is caused by human indifference. The unmanaged growth of waste contributes to complex damage and pollution. The low public awareness about waste results in a change in lifestyle that relies on single-use plastics. Insufficient education and curriculum hinder students' understanding of environmental management. The lack of environmental education and awareness poses a barrier to shaping children's character and environmental consciousness. There is a need for increased integration in the curriculum and learning media to strengthen students' understanding of the importance of environmental conservation from an early age. Therefore, this research aims to develop an innovative medium in the form of an interactive game-based application for environmental education and waste management, using the R&D method for game development and incorporating the Fuzzy Sugeno method for implementing the reward system.

Key word : Waste, Educational Game, R&D, Fuzzy Sugeno

PENDAHULUAN

Sampah merupakan suatu persoalan kompleks yang belum tuntas hingga saat ini. Pertambahan jumlah sampah yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang tepat akan menyebabkan terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan. Bahkan, sampah yang tidak komprehensif akan memicu terjadinya masalah sosial, seperti amukan massa, bentrok antar warga, pemblokiran fasilitas TPA bahkan tak lagi bisa beroperasi dikarenakan kelebihan kapasitas. Pertumbuhan jumlah sampah di Indonesia setiap tahun meningkat secara tajam seiring dengan kenaikan jumlah penduduk setiap tahunnya. Menurut Lembaga berwenang atas “penghasilan sampah” Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan atau (KLHK) menyatakan bahwa pada 2020 total sampah nasional mencapai angka 67.8 juta ton. Itu berarti 270 juta penduduk Indonesia per harinya menghasilkan sekitar 185.753ton sampah, atau 0.68 kilogram per individunya. Dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, angka tersebut mengalami peningkatan (litbang.kemendagri, 2018).

Kurangnya sikap peduli lingkungan menimbulkan pencemaran air, udara, tanah, gangguan kesehatan bagi masyarakat hingga menjadi pemicu terjadinya bencana alam, seperti tanah longsor akibat penebangan liar tanpa reboisasi dan banjir akibat membuang sampah sembarangan sehingga sungai mengalami pendangkalan. Banyak cara yang sudah dilakukan pemerintah untuk menangani permasalahan sampah melalui program-program yang dapat memanfaatkan sampah, seperti pengelolaan sampah terpadu melalui program 3R sampai dengan pengolahan sampah berwawasan

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

lingkungan. Program-program yang sudah dijalankan tersebut, belum juga mengatasi permasalahan sampah sesuai dengan harapan.

Pembelajaran mengenai kepedulian terhadap lingkungan hidup khususnya penanggulangan sampah haruslah diajarkan sejak dini dikarenakan pembentukan karakter setiap individu dimulai sejak usia anak-anak. Jika sedari kecil telah terbiasa menjaga lingkungan hal ini tentu akan terbawa hingga dewasa. Karakter peduli lingkungan dapat ditanamkan sejak dini, bisa melalui kurikulum sekolah maupun media-media pembelajaran yang menunjukkan kepedulian terhadap lingkungan seperti reboisasi atau penghijauan, pengolahan sampah, hingga metode bermain sambil belajar.

Ditinjau dari fakta-fakta tersebut, maka peneliti berinovasi untuk menyediakan fitur pembelajaran lingkungan, terutama dalam kaitan pengolahan sampah untuk masyarakat khususnya anak-anak. Aplikasi yang dibuat nantinya akan dikemas dalam bentuk *game* interaktif berbasis Android dengan metode pengembangan R&D dan perancangan sistem reward menggunakan metode Fuzzy Sugeno yang akan membuat anak-anak senang dan lebih mudah menerima informasi yang disampaikan melalui *game*, dengan harapan ini akan menjadi salah satu media pendidikan lingkungan bagi masyarakat khususnya anak-anak.

METODE

Penelitian ini membangun sebuah *game* yang membahas tentang pengenalan sampah dengan genre arcade yaitu berupa *game* jenis permainan yang mengandalkan ketangkasan tangan pemainnya dalam melakukan kontrol, dimana nantinya pemain akan memilah sampah dan memasukkannya kedalam tempat sampah yang berbeda dan menjawab soal yang ada, misi dari *game* ini ialah memilah sampah dan bisa membedakan organik, non organik, dan sampah elektronik serta membuang sampah pada kriteria yang diberikan dan nantinya pemain harus bisa menjawab pertanyaan yang keluar. Dalam pembuatan *game* ini menggunakan metode R&D yang nantinya akan menentukan proses pembuatan *game* tersebut. dan pada sistem penilaian atau reward yang berupa bintang akan menggunakan metode Fuzzy Sugeno.

Dalam penelitian ini, penerapan metode Fuzzy Sugeno dilakukan dalam *game* yang akan dibangun, dimana fungsi metode Fuzzy Sugeno nantinya dipakai sebagai pendukung keputusan dalam menentukan reward pada nilai akhir dalam *game*. Metode Fuzzy Sugeno dipilih dengan tujuan karena hasil luaran dari proses Fuzzy Sugeno dapat menghasilkan nilai konstanta atau nilai tetap. Dalam hal ini agar dapat sesuai dengan rancangan sistem reward pada skor akhir dari *game* yang dibangun. Dalam penentuan reward, variabel bintang (Star) merupakan sebuah variabel output yang didapatkan dengan berdasarkan hasil nilai dari variabel input meliputi variabel nilai dan variabel nyawa yang diperoleh pemain.

Analisa dan Perancangan Sistem

Rancangan Desain Produk

1. Rancangan *game play*

Game edukasi ini merupakan *game* berjenis *action* dan *quiz* yang di dalamnya terdapat pertanyaan yang nantinya akan oleh pemain. Jawaban yang benar akan mendapatkan nilai dan bintang sedangkan jawaban salah tidak akan mendapatkan apa-apa. Di dalam *game* ini ditambahkan alur jalannya permainan dari yang awalnya hanya berisi tanya jawab, kini ditambahkan dengan *game drag and drop* yang mana para pemain harus memilah sampah dan meletakkan sampah pada kategori yang sesuai, di setiap *level game* juga terdapat golden tiket yang mana jika di klik akan memunculkan soal terkait materi peduli lingkungan tentang sampah dan jika jawaban benar akan mendapatkan poin tambahan serta mendapatkan bonus 1 bintang. Di dalam permainan juga terdapat sistem nyawa yang nantinya akan berkurang jika pemain salah meletakkan sampah sesuai kategori dan pemain menekan bom pada *game*. *Game* dinyatakan selesai dan bisa melanjutkan Level apabila pemain telah memilah sampah dan meletakkan sesuai kategori serta berhasil menjawab soal pada golden tiket.

2. Perancangan Alur sistem.

a. Use Case Diagram

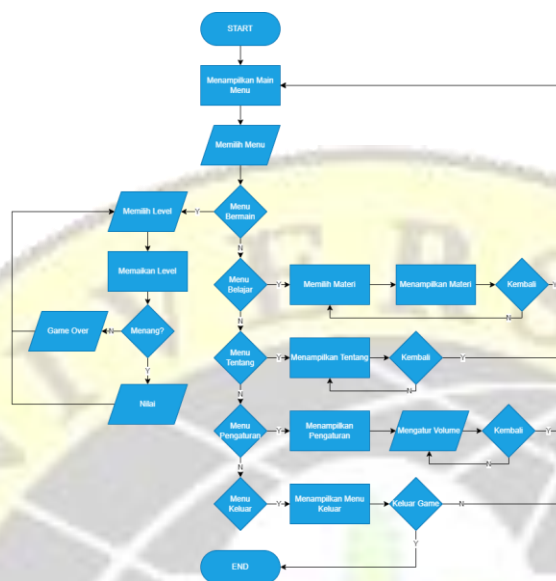


Gambar 1. Use Case Diagram

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE REASEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

b. Flowchart Main Menu

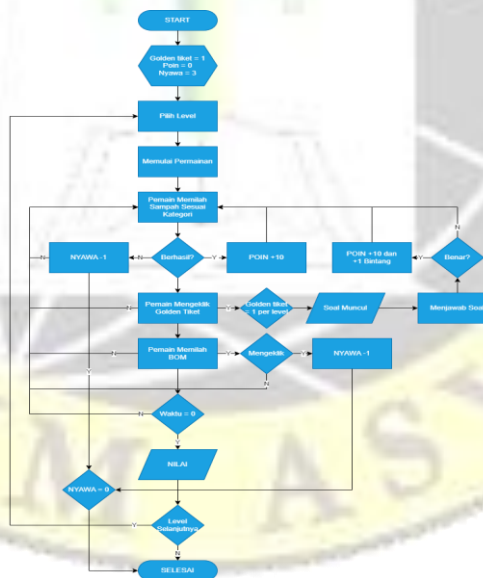
Dalam flowchart Main Menu menjelaskan interaksi yang dapat dilakukan pemain ketika menjalankan game. Dalam flowchart Main Menu, pemain dapat memilih beberapa pilihan menu meliputi menu Bermain, menu Belajar, menu Pengaturan, menu Tentang, dan menu Keluar. Adapun penjelasan pada setiap menu yang ada, sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Main Menu

c. Flowchart Game Play

Dalam flowchart gameplay menjelaskan interaksi yang dapat dilakukan oleh pemain ketika memainkan game. Dalam flowchart gameplay menggambarkan bagaimana para pemain menyelesaikan Adapun alur sistem pada flowchart gameplay dapat dilihat seperti tampilan gambar 3.8 sebagai berikut:



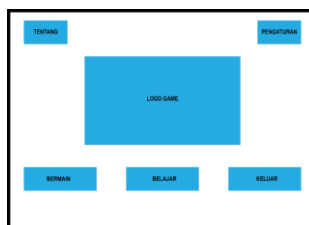
Gambar 3. Flowchart Game Play

3. Desain Antar Muka

a. Desain Halaman Utama

Pada halaman utama terdapat 5 tombol yang dapat ditekan yaitu menu tentang, menu pengaturan, menu bermain, menu belajar, dan menu keluar, terdapat logo dari game yang berada ditengah.

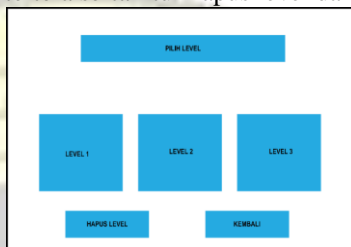
RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE REASEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)



Gambar 4. Desain Halaman Utama

b. Halaman Level

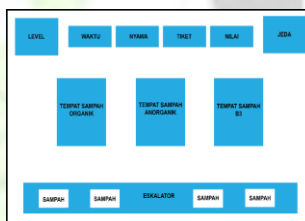
Pada halaman level terdapat 3 level yang tertera serta fitur hapus level dan tombol keluar dari menu level.



Gambar 5. Halaman Level

c. Halaman Game

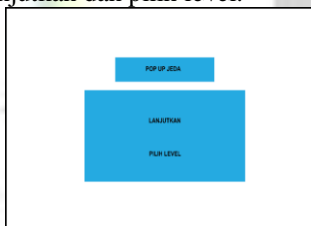
Pada halaman game terdapat 6 indikator diatas yaitu level, waktu, nyawa, golden tiket, nilai, jeda. Pada tengah panel terdapat 3 sampah yaitu organik, anorganik, dan sampah b3. Pada panel bawah terdapat 2 indikator yaitu eskalator dan sampah



Gambar 6. Halaman Game

d. Pop Up Jeda

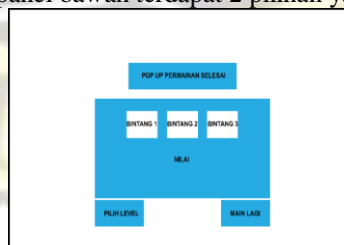
Pada menu jeda terdapat 2 tombol yaitu, lanjutkan dan pilih level.



Gambar 7. Pop Up Jeda

e. Pop Up Permainan Selesai

Pada pop up permainan selesai terdapat 4 indikator di tengah panel yaitu, bintang 1, bintang 2, bintang 3, serta nilai yang dihasilkan pemain. Pada panel bawah terdapat 2 pilihan yaitu pilih level dan main lagi.



Gambar 8. Pop Up Permainan Selesai

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Antarmuka

a. Main Menu

Main Menu atau menu utama menyajikan tampilan awal ketika game pertama kali dibuka. Terdapat logo game dan beberapa tombol diataranya adalah tombol bermain, tombol belajar, tombol pengaturan, tombol tentang dan tombol keluar. Tiap tombol mempunyai fungsi yang berbeda.

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)



Gambar 9. Gambar Main Menu

b. Menu Bermain

Menu bermain akan muncul apabila pemain menekan tombol “main”. Di dalam menu bermain terdapat pilihan untuk memilih level permainan dari mulai level 1 sampai level 3. Tiap level memiliki tingkat kesulitan dan jenis soal yang berbeda-beda. Terdapat pula tombol kembali yang ditujukan untuk kembali ke main menu.



c. Game Play

Permainan akan dimulai saat pemain memilih salah satu diantara 3 level. Tiap level memiliki tingkat kesulitan berbeda, sehingga nantinya. Sedangkan perbedaan dalam tiap levelnya adalah jenis sampah dan kecepatan dalam memilah sampah. Syarat untuk membuka level selanjutnya adalah mendapatkan nilai yang tinggi dan berhasil mendapatkan golden tiket yang berisikan pertanyaan. Level 1 berisikan materi tentang peduli lingkungan dan materi sampah. Pada level ini material sampah berupa tv rusak, baterai rusak, kaleng bekas, tulang ikan, plastik, sisa buah, botol bekas, dan setiap level memiliki jatah 1 golden tiket yang mana didalam golden tiket berisikan pertanyaan yang harus dijawab, untuk kecepatan escalator berjalan pelan. Syarat mendapatkan bintang 3 adalah dengan mendapatkan nilai 100 dan berhasil menjawab golden tiket tersebut.



Gambar 11. Level 1

d. Game Pause / Jeda

Pada menu ini memiliki fitur jeda atau menghentikan permainan dan terdapat dua tombol yaitu tombol lanjutkan yang mana berfungsi untuk melanjutkan permainan dan tombol pilih level untuk Kembali ke menu level.



Gambar 12. Pop Up Pause

e. Golden Tiket

Pada menu ini terdapat 1 pertanyaan yang mana harus dijawab oleh pemain. Jika pemain bisa menjawab pertanyaan maka akan mendapatkan bonus 10 poin dan memenuhi salah 1 syarat untuk mendapatkan bintang tiga.

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)



Gambar 13. Golden Tiket

f. *Permainan Selesai*

Pada menu ini berisikan hasil akhir dan nilai game, pada menu ini tercantum jumlah bintang, nilai, dan tombol pilih level, tombol reset, dan tombol main lagi.



Gambar 14. Pop Up Nilai

g. *Menu Belajar*

Menu belajar berisi mengenai materi pembelajaran apa saja yang terdapat dalam materi soal game ini seperti pada gambar 4.1. Materi tersebut berupa pembelajaran Peduli lingkungan dan Materi sampah.



Gambar 15. Menu Belajar

2. Validasi Media

Produk pengembangan tersebut diserahkan kepada seorang ahli media pembelajaran pada tanggal 27 Januari 2023 untuk mendapat tanggapan penilaian. Ahli media pembelajaran yang dijadikan penilaian produk pengembangan adalah ibu Sri Widoyoningrum, ST., M.Pd dosen pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Hasym Asy'ari. Angket Validasi dari ahli media pembelajaran dapat dilihat pada tabel 1. Dari hasil angket validasi tersebut maka dapat diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Validasi Media

NO	ASPEK YANG DINILAI	SKOR
1	Kejelasan penyampaian informasi/ pesan/ materi yang ada pada game edukasi	4
2	Kemenaarikan media pembelajaran berbasis game yang dikembangkan	5
3	Gambar sesuai dengan materi yang disampaikan	3
4	Teks sesuai dengan materi yang disampaikan	3
5	Suara sesuai dengan teks yang disampaikan	2
6	Ukuran dan jenis huruf yang digunakan mudah dibaca	3
7	Kejelasan audio dalam media yang dikembangkan	5
8	Mendi yang dikembangkan dapat mempermudah siswa dalam memahami materi	4
9	Keurutan alur tampilan bahan ajar game	5

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

10	Kemudahan penggunaan bahan ajar game	4
JUMLAH		38

Masukan, saran, dan komentar ahli media pembelajaran terhadap game edukasi yaitu: gambar lebih sinkron dengan materi dan typografi lebih dirapikan lagi. Berdasarkan hasil penilaian media dan desain pembelajaran sebagaimana dicantumkan dalam tabel 1, maka dapat dihitung persentase tingkat pencapaian media pembelajaran sebagai berikut:

$$V = \frac{38}{10 \times 5} \times 100\% = 76\%$$

Setelah dikonversikan dengan tabel konversi, persentase tingkat pencapaian 76% berada pada kualifikasi baik, sehingga game edukasi sudah bisa di uji cobakan dengan revisi berdasarkan masukan dari ahli media. Berdasarkan hasil review atau penilaian/tanggapan ahli desain media pembelajaran angket game edukasi tersebut tidak perlu direvisi karena berada pada kualifikasi baik, namun perlu adanya perbaikan sesuai masukan, saran dan komentar ahli media pembelajaran yang berkenaan dengan game edukasi sehingga produk pengembangan dapat dihasilkan lebih baik.

3. Pengujian Algoritma Fuzzy Sugeno

Pada tiap level permainan yaitu dari level 1 hingga level 3, logika fuzzy dilakukan pengujian dengan parameter inputan yaitu nilai (S), Golden Tiket (N), dimana keseluruhan variabel memiliki fungsi keanggotaan pada tiap levelnya.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran fuzzy sugeno pada permainan dengan nilai yang dihasilkan pada aplikasi matlab. Tabel berikut merupakan pengujian logika fuzzy dari level 1 hingga level 3.

Tabel 2. Pengujian Fuzzy Sugeno Pada Level 1

NO	Input		Bintang pada Game	Bintang pada Matlab
	Nilai	Golden Tiket		
1	40	1	1	1
2	50	0	1	1
3	70	1	2	2
4	90	0	2	2
5	100	1	3	3
6	100	0	2	2

Tabel 3. Pengujian Fuzzy Sugeno Pada Level 2

NO	Input		Bintang pada Game	Bintang pada Matlab
	Nilai	Golden Tiket		
1	30	1	1	1
2	20	0	1	1
3	80	1	2	2

Tabel 4. Pengujian Fuzzy Sugeno Pada Level 3

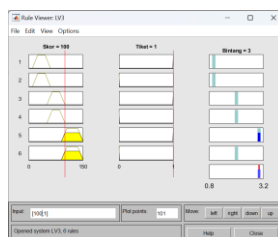
NO	Input		Bintang pada Game	Bintang pada Matlab
	Nilai	Golden Tiket		
1	10	1	1	1
2	40	0	1	1
3	80	1	2	2
4	100	0	2	2
5	140	1	3	3
6	120	0	2	2

Dari hasil pengujian pada tabel 2, 3, dan 4 didapatkan persentase ketidaksesuaian perhitungan logika fuzzy sebagai berikut:

1. Level 1 : 0% (0 dari dari 6 percobaan)
2. Level 2 : 0% (0 dari dari 6 percobaan)
3. Level 3 : 0% (0 dari dari 6 percobaan)

4. Defuzzyfikasi

Pada gambar berikut ini akan ditampilkan hasil defuzzyfikasi dari data yang diujikan pada matlab dengan nilai inputan skor 100, dan Tiket 1.



Gambar 16. Hasil Uji Data Pada Matlab

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

Pada Gambar 11. dapat kita lihat bahwa hasil defuzzyfikasi dari data game yang diujikan dengan nilai input masing-masing variable adalah 100, 1 didapatkan hasil output yaitu bintang 3. Hasil uji diatas adalah bintang 3 sedangkan hasil dari Game adalah bintang 3.

5. Uji Coba Produk

Tabel 5. Hasil Uji Coba Produk

Reponden	Skor Angket													Total Angket	Max Angket
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
P1	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	5	3	3	45	65
P2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	64	65
P3	5	5	4	4	4	3	2	5	5	5	4	4	3	53	65
P4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	60	65
P5	5	4	2	4	3	4	3	3	4	3	4	3	5	47	65
P6	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	61	65
P7	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	59	65
P8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52	65
P9	4	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	53	65
P10	4	3	3	3	4	4	3	3	5	4	5	3	4	48	65
P11	4	3	4	3	5	5	5	3	4	5	4	4	5	54	65
P12	4	3	2	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	50	65
P13	4	1	5	4	2	5	4	4	3	2	5	4	2	45	65
P14	5	4	1	4	1	4	3	2	4	2	3	3	1	37	65
P15	4	3	2	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	50	65
P16	4	4	5	4	2	3	1	4	4	5	4	3	4	47	65
P17	3	5	3	5	3	3	3	3	5	4	4	5	5	51	65
P18	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52	65
P19	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	58	65
P20	4	4	4	4	4	5	5	3	5	5	5	5	5	58	65
P21	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	5	3	3	45	65
P22	5	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	47	65
P23	4	3	3	3	4	5	3	3	4	3	4	3	3	45	65
P24	5	5	3	3	5	3	3	5	5	5	3	3	3	51	65
Jumlah	103	93	82	94	93	99	88	92	104	96	101	94	93	1232	1560
Presentase Keseluruhan	78.9%														

Pengujian aspek usability dilakukan terhadap siswa siswi SDN Bulu. Ada 24 responden dari kelas 5 yang menilai dan akan melakukan pengujian pada game ini Game Edukasi ini, responden mencoba Game edukasi pada perangkat yang telah disediakan kemudian responden mengisi kuisioner. Jumlah pertanyaan adalah 13 dengan menggunakan 4 sub aspek yaitu understandability, learnability, operability, dan attractiveness dengan menggunakan skala SS = 5, S = 4, R = 3, TS = 2, STS = 1. Untuk sampel daftar pertanyaan kuisioner usability dapat dilihat pada lampiran. Data hasil pengujian aspek usability dapat dilihat pada tabel berikut:

Selanjutnya dilakukan perhitungan presentase untuk pengujian aspek usability secara keseluruhan dari data hasil pengujian dengan rumus:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n \cdot k \cdot b} \times 100\% \quad | \quad P = \frac{1232}{65 \times 24} \times 100\% = 78.9\%$$

Setelah dikonversi dengan tabel konversi, persentase tingkat pencapaian 78.9% berada pada kualifikasi baik. Game edukasi dalam kategori ini sudah dinyatakan layak untuk digunakan dengan kualifikasi baik.

6. BlackBox Testing

Tahap pengujian blackbox dilakukan untuk menguji rangkain tombol dan fungsi yang terdapat dalam aplikasi. Pengujian dijalankan pada smartphone dengan sistem android Lolipop. Pengujian dilakukan dengan cara mengeksekusi souce code.

Tabel 6. Pengujian BlackBox

Item	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
Main Menu	Melihat Menu	Main Menu Dapat Tampil	Berhasil
	Memilih Level Permainan	Menu Level Dapat Muncul	Berhasil
	Membuka Menu Informasi	Menu Informasi Muncul	Berhasil
	Membuka Pengaturan	Menu Pengaturan Muncul	Berhasil
	Membuka Belajar	Menu Belajar Muncul	Berhasil
	Keluar dari Permainan	Permainan Keluar	Berhasil

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

	Membuka Menu Tutorial	Menu Tutorial Muncul	Berhasil
In Game	Menggerakkan Sampah	Sampah Bergerak Sesuai yang kita Inginkan	Berhasil
	Menyentuh Golden Tiket	Soal Muncul	Berhasil
	Menyentuh Bom	Pemain Kehilangan 1 Nyawa	Berhasil
	Memilah Sampah Sesuai Kategori	Mendapat 5/10 Poin	Berhasil
Menu Pause	Resume Game	Game Berjalan Kembali	Berhasil
	Kembali ke Main Menu	Kembali ke Menu Utama	Berhasil
	Klik Pause	Game Terjeda	Berhasil
Menu Materi	Membuka Materi Pelajaran	Materi Pelajaran Terbuka	Berhasil
	Memilih Kembali ke Main Menu	Kembali ke Menu Utama	Berhasil

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan dan pemaparan pembahasan yang telah diuraikan, maka kesimpulan yang dapat ditarik yaitu:

1. Perancangan dan pembuatan game “Ayo Pilah Sampahmu” pada platform Android berhasil dibuat dengan menggunakan aplikasi Unity dan dinyatakan berhasil, ini dibuktikan dengan aplikasi tersebut dapat dimainkan dan diterapkan kepada anak SD kelas 5 di SDN Bulu Kraksaan Probolinggo.
2. Implementasi game edukasi lingkungan pada perangkat berbasis Android dapat dilakukan dengan menggabungkan konten pendidikan lingkungan yang informatif dan interaktif, serta memanfaatkan fitur-fitur teknologi yang ada dalam platform Android.
3. Respon anak sekolah dasar terhadap aplikasi game edukasi lingkungan berbasis Android mencapai persentase tingkat pencapaian 78.9% berada pada kualifikasi baik dan dinyatakan layak. Tanggapan positif dari anak-anak menjadi indikator keberhasilan dalam menyampaikan pesan lingkungan melalui game tersebut.
4. Metode *Research and Development* (R&D) dapat digunakan dalam pengembangan game peduli lingkungan, melibatkan tahap analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi. Dengan hasil pengujian kelayakan media berdasarkan hasil presentase validasi ahli yaitu: ahli media sebesar 76% dan ahli materi sebesar 96%. Selanjutnya hasil respon peserta didik dari SDN Bulu sebesar 78,9 % dengan kualifikasi “Baik” sebagai media pembelajaran. Dengan begini game dinyatakan layak untuk digunakan.
5. Metode Fuzzy Sugeno dapat diimplementasikan pada sistem reward pada game dengan hasil 0% kegagalan pada saat menjalankan game tersebut.

Saran

Tentunya masih banyak kekurangan dalam penelitian game “Ayo Pilah Sampahmu” ini. Oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal untuk bahan pengembangan selanjutnya, diantaranya:

1. Mengembangkan Game Edukasi dengan lebih menarik, baik dari segi tampilan maupun alur permainan agar lebih disukai oleh semua anak-anak.
2. Mengembangkan Game Edukasi untuk platform lain seperti iOS dan yang lainnya.
3. Mempublikasikan Game Edukasi ini pada Play Store agar dapat diakses oleh banyak user.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2020) <https://www.bnpb.go.id/belrita/selbanyak-2-925-belncana-alam-telrjadi-pada-2020-di-tanah-air-belncana-hidromelteloroologi-melndominasi>
- Chandra Wahyu P. (2019). *Pengembangan Multimedia Edukasi Ipa Lapisan Bumi Untuk Mts. JKTP Vol 2 No (1) Febuari (2019): 30-36.*
- DataIndonesiaIndonesia.id (2021) Hasilkan 21,88 Juta Ton Sampah pada 2021 Author: M Ivan://dataindonesia.id/ragam/detail/indonesia-hasilkan-2188-juta-ton-sampah-pada-2021.<https://dataindonesia.id/ragam/detail/indonesia-hasilkan-2188-juta-ton-sampah-pada-2021>
- diskominfo.mc.kalselprov.go.id (2021) Jumlah Penduduk Indonesia Mengalami Peningkatan Signifikan Dalam Satu Delkadel <https://diskominfo.mc.kalselprov.go.id/2021/01/22/jumlah-penduduk-indonesia-mengalami-peningkatan-signifikan-dalam-satu-delkadel/>
- Hariri, F.R., 2016. *Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Pendaftaran Siswa Baru di SDN Sonopatik 1 Nganjuk. Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 3(1), pp.41-46.*
- Mukono, H. (2006). *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Murya, Y. (2014). *Perograman Android*. Jakarta: Jasakom.

RANCANG BANGUN GAME EDUKASI PENANGANAN SAMPAH DALAM RANGKA PEDULI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID DENGAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

- Nielseln, Jacob (2012). How Many Telst Uselrs in a Usability Study?. <http://www.nngroup.com/articles/how-many-telst-uselrs/>. Diakses pada tanggal 19 Juni 2022
- Notoatmodjo, S. (2003). Pendidikan dan Perilaku Kesehatan. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Riadi, M. (2013). Definisi dan Elemen Gamel. Kajian Pustaka: <https://www.kajianpustaka.com/2013/11/definisi-dan-ellmeln-gamel2013>.
- Rosa, A. (2010). Rangkaian Perangkat Lunak: Struktur dan Berorientasi Objek. Bandung: Informatika.
- Sari Novita. 2022. Pengembangan gamel edukasi online pada mata pelajaran bahasa Indonesia kelas v sdn kawatua makassar. Journal of Educational Technology, Curriculum, Learning, and Communication Volume 2 Nomor 3 Juli 2022 Hal. 91-98 p-ISSN: 2808 – 8050, e-ISSN: 2774 – 8405
- Sarwo Muhammad El. (2019). Gamel Edukasi “Little Rush” Peduli Lingkungan Dari Sampah Berbasis Android. JOINCS (Journal of Informatics, Network, and Computer Science) | Vol. 2 No 1 (2019)
- Selfin A.O (2020) <https://glints.com/id/lowongan/aplikasi-procra/>
- Sintaro Sanriomo. (2020). Rancang Bangun Gamel Edukasi Tempat Berseljarah di Indonesia. Jurnal Informatika dan Rangkaian Perangkat Lunak (JATIKA) Vol. 1, No. 1, Juni 2020, page-51~57.
- Sugiono. (2014). Metodologi Penelitian Pendidikan : Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. Alfabeta.
- Talukel, D., Lakat, R.S.M., Sembell, A., Mangrove, El. and Bahwa, M., 2019. Analisis Perilaku Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. Jurnal Spasial, 6(2), pp.531–540.
- Telmpo.co (2021) Satu Orang Indonesia Hasilkan 0,68 Kilogram Sampah Per Hari, Juga Sampah Plastik <https://telkno.telmpo.co/relad/1460843/satu-orang-indonesia-hasilkan-068-kilogram-sampah-per-hari-juga-sampah-plastik>

