



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 3 (2025) pp: 5599-5606

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Desain Prototipe Game Edukasi Mitigasi Banjir melalui Pemilahan Sampah Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)

Nur Budi Nugraha¹, Yaqutina Marjani Santosa², Alifia Puspaningrum³

¹Program Studi D3 Teknik Informatika, Politeknik Negeri Indramayu, Indonesia

^{2,3}Program Studi D4 Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Negeri Indramayu, Indonesia

[1nurbudinugraha@polindra.ac.id](mailto:nurbudinugraha@polindra.ac.id), [2yaqutinams@polindra.ac.id](mailto:yaqutinams@polindra.ac.id), [3alifia.puspaningrum@polindra.ac.id](mailto:alifia.puspaningrum@polindra.ac.id)

Abstrak

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di wilayah perkotaan maupun pedesaan di Indonesia. Faktor utama yang memperparah kejadian banjir bukan hanya curah hujan tinggi, melainkan juga pengelolaan sampah yang kurang optimal, terutama pembuangan sampah sembarangan ke sungai dan saluran drainase. Permasalahan ini menuntut adanya inovasi media edukasi yang mampu meningkatkan kesadaran masyarakat, khususnya generasi muda, terhadap pentingnya pemilahan sampah sebagai bagian dari upaya mitigasi banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah prototipe game edukasi mitigasi banjir berbasis web dengan menggunakan pendekatan Rapid Application Development (RAD). Metode RAD dipilih karena memungkinkan proses pengembangan yang cepat, iteratif, dan melibatkan pengguna secara aktif melalui tahapan perencanaan, analisis kebutuhan, desain, serta implementasi awal dalam bentuk prototipe. Validasi dilakukan oleh tiga ahli media dari bidang informatika dan lima ahli materi dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Indramayu. Hasil validasi ahli media memperoleh skor rata-rata 83,3% dengan kategori sangat baik, meskipun masih terdapat masukan terkait kesederhanaan visual antarmuka. Sementara itu, validasi ahli materi menghasilkan skor rata-rata 83,0% dengan kategori sangat baik, dengan rekomendasi penambahan narasi mengenai konsekuensi jangka panjang pengelolaan sampah terhadap lingkungan. Uji coba terbatas terhadap pengguna menunjukkan tingkat kepuasan rata-rata 84,3%, menandakan bahwa prototipe game diterima secara positif. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa game edukasi ini telah layak secara konsep dan konten edukatif, meskipun masih memerlukan penyempurnaan pada aspek visualisasi antarmuka dan fitur interaktif agar dapat diimplementasikan secara lebih luas dalam konteks pendidikan dan sosialisasi lingkungan.

Kata kunci: Game Edukasi, Mitigasi Banjir, Pemilahan Sampah, Rapid Application Development, Prototipe

1. Latar Belakang

Banjir merupakan bencana hidrometeorologi yang kerap terjadi di wilayah perkotaan dan pedesaan di Indonesia. Faktor penyebab banjir tidak hanya dipengaruhi oleh tingginya curah hujan, tetapi juga oleh perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap lingkungan, salah satunya adalah dalam hal pengelolaan sampah (Nugraha et al., 2024). Pemilahan sampah yang buruk, terutama pembuangan sampah sembarangan ke selokan atau sungai, menjadi penyumbang utama penyumbatan saluran air yang berdampak langsung terhadap risiko banjir (Hidayat & Ramadhan, 2020). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan edukatif yang dapat meningkatkan kesadaran masyarakat sejak usia dini terkait pentingnya pemilahan sampah dalam upaya mitigasi banjir.

Pendidikan berbasis permainan (game-based learning) saat ini berkembang sebagai pendekatan yang efektif dalam menyampaikan pesan lingkungan secara menarik dan interaktif. Game edukasi memiliki potensi untuk mengubah perilaku pengguna melalui pengalaman langsung dalam pengambilan keputusan berbasis simulasi (Santoso et al., 2021). Menurut Rahmawati dan Setiawan (2022), penggunaan game edukasi terbukti mampu meningkatkan pengetahuan dan empati terhadap isu lingkungan. Dalam konteks mitigasi bencana, game dapat menjadi media penyuluhan alternatif yang mampu menjangkau kelompok usia muda yang akrab dengan teknologi digital (Afifah et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa game edukasi dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran akan mitigasi bencana. Yuliana et al. (2023) mencatat bahwa 80% responden remaja mengalami peningkatan pengetahuan setelah menggunakan game tentang bencana alam. Sementara itu, Prasetyo dan Firmansyah (2020) mengembangkan game mitigasi banjir dengan pendekatan simulatif dan menemukan adanya perubahan sikap pemain terhadap pengelolaan lingkungan setelah memainkan game tersebut. Namun, mayoritas game yang

Desain Prototipe Game Edukasi Mitigasi Banjir melalui Pemilahan Sampah Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)

dikembangkan masih bersifat umum dan belum secara khusus menyoroti aspek pemilahan sampah sebagai bagian dari mitigasi banjir.

Pemilahan sampah memiliki peran krusial dalam pengurangan risiko banjir, terutama di kawasan padat penduduk. Dalam studi oleh Lestari et al. (2021), ditemukan bahwa wilayah dengan tingkat kepatuhan tinggi terhadap pemilahan sampah mengalami penurunan insiden banjir sebesar 30% dibanding wilayah lain. Hal ini diperkuat oleh temuan Nasution dan Fauzi (2022) yang menekankan bahwa edukasi pemilahan sampah harus dimasukkan dalam kurikulum formal maupun non-formal untuk menciptakan budaya bersih yang berkelanjutan.

Pengembangan aplikasi edukasi semacam ini memerlukan pendekatan rekayasa perangkat lunak yang cepat dan adaptif. Rapid Application Development (RAD) dikenal sebagai model pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada kecepatan pembuatan prototipe dengan keterlibatan pengguna yang tinggi (Maulana & Rachmat, 2020). Menurut Permana dan Widodo (2022), metode RAD sangat cocok digunakan dalam pengembangan aplikasi edukatif karena memungkinkan adanya iterasi cepat berdasarkan feedback langsung dari pengguna. Hal ini penting agar konten edukatif dalam game dapat terus diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan target pengguna.

Beberapa implementasi RAD dalam pengembangan aplikasi edukatif terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan daya guna produk akhir. Studi oleh Amalia dan Kurniawan (2021) menunjukkan bahwa proses pengembangan game edukasi berbasis RAD dapat memangkas waktu hingga 30% dibanding metode konvensional tanpa mengurangi kualitas. Selain itu, keterlibatan pengguna sejak awal proses desain memungkinkan terciptanya produk yang relevan dan user-friendly (Rahman et al., 2020). Oleh karena itu, RAD menjadi pilihan metodologi yang tepat dalam pengembangan prototipe game mitigasi banjir ini.

Urgensi pengembangan game edukasi berbasis pemilahan sampah dalam mitigasi banjir juga diperkuat oleh tren digitalisasi pendidikan dan kebijakan pemerintah yang mendorong literasi lingkungan. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) telah menggalakkan program “Indonesia Bersih Sampah 2025” yang salah satu sarannya adalah edukasi digital lingkungan (KLHK, 2021). Oleh karena itu, game edukasi yang mengangkat isu pemilahan sampah dan mitigasi banjir bukan hanya relevan secara teknis, namun juga sejalan dengan arah kebijakan nasional.

Dalam konteks pengembangan game edukasi mitigasi banjir berbasis web, keterkaitan antara konten permainan dan tujuan edukatif menjadi elemen krusial yang menentukan efektivitas media pembelajaran tersebut. Game ini dirancang dengan tiga tahapan utama (stage), yakni: (1) pemilahan sampah di aliran sungai, (2) pemilahan sampah di lingkungan sekolah, dan (3) pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos. Namun demikian, dari hasil validasi awal dan telaah kritis terhadap konten, ditemukan bahwa belum terdapat analisis eksplisit yang memastikan bahwa ketiga tahapan tersebut telah mencakup keseluruhan aspek edukasi mitigasi banjir secara menyeluruh.

Tujuan utama dari edukasi mitigasi banjir melalui game ini adalah membentuk kesadaran dan perubahan perilaku pengguna dalam pengelolaan sampah, khususnya yang berdampak terhadap sistem drainase dan potensi banjir perkotaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penilaian lebih lanjut sejauh mana ketiga skenario dalam game mampu menyampaikan pesan edukatif secara holistik. Misalnya, meskipun stage pertama menyoroti pemilahan sampah di sungai, perlu ditinjau apakah narasi dan tantangan dalam stage tersebut secara jelas menunjukkan hubungan antara sampah dan penyumbatan saluran air yang menyebabkan banjir. Demikian pula, pada stage kedua dan ketiga, relevansi antara pengelolaan sampah di sekolah serta pengomposan terhadap upaya mitigasi banjir perlu disampaikan secara kontekstual, bukan sekadar aktivitas terpisah.

Lebih lanjut, apabila game ini dirancang untuk digunakan dalam konteks pendidikan formal seperti sekolah dasar atau menengah, maka kesesuaian konten game dengan kurikulum nasional menjadi aspek yang perlu diperhatikan. Misalnya, apakah nilai-nilai yang dikandung dalam game ini sejalan dengan Kompetensi Dasar (KD) dan Capaian Pembelajaran (CP) pada mata pelajaran Pendidikan Lingkungan Hidup atau Ilmu Pengetahuan Alam. Tanpa adanya penyelarasan tersebut, game ini berisiko kehilangan dimensi edukatif formal yang dapat mendukung proses belajar mengajar di sekolah.

Sebagai langkah pengembangan ke depan, disarankan dilakukan pemetaan antara setiap tahapan dalam game dengan indikator pembelajaran mitigasi banjir yang diharapkan, baik dari segi pengetahuan, sikap, maupun keterampilan. Hal ini dapat memperkuat peran game sebagai media edukatif yang tidak hanya menarik secara visual dan gameplay, tetapi juga memiliki fondasi pedagogis yang kuat dan terukur (Widodo et al., 2023; Hapsari et al., 2022).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan metode Rapid Application Development (RAD), yang terdiri dari tahapan *planning*, *user design*, *construction*, dan *cutover*. Pemilihan metode RAD didasarkan pada kebutuhan untuk menghasilkan prototipe game edukasi secara cepat dan fleksibel, sekaligus memungkinkan pengembang untuk menerima umpan balik dari pengguna secara berkelanjutan dalam setiap iterasi pengembangan. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian pengembangan (Research and Development) dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengembangkan prototipe game edukasi mitigasi banjir berbasis pemilahan sampah serta menguji kelayakannya melalui metode uji coba langsung kepada pengguna. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan dan efektivitas game berdasarkan data hasil uji kuesioner.

Subjek penelitian ini adalah siswa sekolah menengah pertama (SMP) berusia 12–15 tahun sebagai target utama pengguna game edukasi. Pemilihan siswa usia SMP didasarkan pada pertimbangan bahwa kelompok usia ini merupakan fase awal pembentukan sikap terhadap lingkungan dan terbiasa dengan penggunaan teknologi digital. Lokasi penelitian dilakukan di salah satu sekolah negeri di wilayah Kabupaten Indramayu, Jawa Barat.

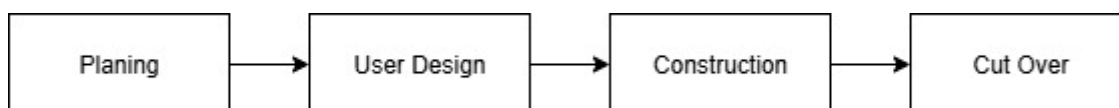
Proses pengembangan prototipe game mengikuti tahapan RAD yang terdiri dari:

- a. **Planning**
Tahap ini mencakup identifikasi kebutuhan pengguna, analisis materi edukasi pemilahan sampah, serta perumusan tujuan edukatif game. Kegiatan dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru IPS serta tenaga pengajar di bidang lingkungan.
- b. **User Design**
Pada tahap ini dilakukan perancangan antarmuka pengguna (*user interface*), alur permainan (*game flow*), dan *storyboard*. Pengguna dilibatkan secara langsung dalam merancang prototipe awal untuk memastikan kesesuaian fitur dengan kebutuhan dan karakteristik pengguna
- c. **Construction**
Pengembangan kode program dilakukan menggunakan game engine Unity dan bahasa pemrograman C#. Dalam tahap ini, semua elemen game seperti karakter, level permainan, simulasi pemilahan sampah, dan sistem penilaian diimplementasikan secara fungsional.
- d. **Cutover**
Tahap akhir adalah implementasi awal atau deployment kepada pengguna dalam skala kecil (*limited user testing*), serta pengumpulan umpan balik melalui kuesioner. Hasil evaluasi digunakan untuk perbaikan dan iterasi versi prototipe berikutnya.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi yang digunakan untuk mengamati perilaku pengguna dalam memainkan game, wawancara semi-terstruktur untuk menggali kebutuhan pengguna dan memperoleh umpan balik kualitatif selama proses desain dan kuesioner yang digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan dan pemahaman pengguna terhadap materi edukasi yang disampaikan melalui game. Kuesioner disusun berdasarkan skala Likert 1–5 dan terdiri dari dua aspek: aspek antarmuka (UI/UX) dan aspek edukasi (pemahaman materi mitigasi banjir dan pemilahan sampah).

Selanjutnya tahapan teknik analisis data dimana data kuantitatif dari hasil kuesioner dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif berupa persentase, rerata, dan standar deviasi. Sementara itu, data kualitatif dari observasi dan wawancara dianalisis dengan pendekatan analisis tematik untuk menemukan pola-pola penting yang muncul dalam penggunaan game. Kriteria kelayakan game ditentukan berdasarkan standar >75% pengguna menyatakan setuju atau sangat setuju terhadap aspek yang diuji.

Tahapan terakhir yaitu validasi produk prototipe dilakukan uji coba terbatas (*limited user testing*) yang melibatkan 30 siswa SMP untuk memainkan game dan mengisi kuesioner evaluasi. Data dari uji coba ini digunakan untuk menyempurnakan prototipe sebelum dikembangkan lebih lanjut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 User Design

Permainan edukasi ini dirancang untuk dapat diakses melalui perangkat Android dalam bentuk file aplikasi (.apk). Setelah pengguna menginstal aplikasi ini pada perangkat mereka, akan muncul sebuah ikon bergambar yang mewakili game ini pada layar utama (home screen) smartphone. Ikon tersebut berbentuk simbol yang intuitif, menyerupai ikon "play" atau ikon bertema lingkungan untuk memudahkan identifikasi. Pengguna dapat memulai pengalaman bermain dengan mengetuk ikon tersebut.

Setelah ikon ditekan, pemain akan diarahkan ke halaman menu utama. Di dalam menu utama ini terdapat empat tombol utama yang ditampilkan dalam bentuk ikon interaktif. Pertama, tombol "Mulai" yang ditampilkan dengan ikon bergambar segitiga layaknya tombol play, berfungsi untuk memulai permainan. Kedua, tombol "Petunjuk", ditampilkan dengan ikon tanda tanya (?), memberikan informasi cara bermain dan menjelaskan fitur dalam game. Ketiga, tombol "Tentang", ditampilkan dengan ikon huruf "i" dalam lingkaran, menjelaskan latar belakang, tujuan dan tim pengembang game. Keempat, tombol "Keluar", ditampilkan dengan ikon pintu keluar, yang memungkinkan pemain keluar dari aplikasi.

Ketika pemain mengetuk tombol "Mulai", mereka akan diarahkan ke halaman pemilihan stage. Halaman ini menampilkan empat tombol yang merepresentasikan tiga tahapan permainan dan satu tombol untuk kembali ke menu utama. Setiap tombol tahap permainan ditampilkan dalam bentuk ikon bertema lingkungan, seperti ikon sungai, tempat sampah, dan daun untuk mempermudah pemain memahami konteks setiap stage.



Gambar 2. Storyboard

Stage pertama merepresentasikan simulasi pemilahan sampah di sungai. Dalam stage ini, pemain diminta untuk mengidentifikasi dan memilih jenis sampah yang mengalir di sungai, seperti sampah organik, anorganik, dan sampah B3. Pemain harus menyeret (drag) ikon sampah ke dalam kategori yang sesuai. Apabila pemain berhasil mengklasifikasikan sampah dengan benar, skor akan bertambah. Namun, jika terjadi kesalahan, skor akan dikurangi. Jika skor menjadi negatif, maka permainan berakhir.

Stage kedua membawa pemain ke lingkungan sekolah atau tempat umum. Di sini, pemain akan menemukan sampah berserakan dan diminta untuk memilahnya ke tempat sampah berdasarkan warnanya: hijau (organik), kuning (anorganik), dan merah (B3). Tahapan ini bertujuan untuk menginternalisasi kebiasaan membuang sampah pada tempatnya serta memperkenalkan kode warna pengelolaan sampah.

Stage ketiga berfokus pada proses pembuatan pupuk kompos. Pemain diajak untuk mensimulasikan kegiatan daur ulang limbah organik dengan cara memilih bahan-bahan yang tepat seperti daun kering, sisa makanan, dan jerami. Pemain harus menghindari memasukkan bahan-bahan yang tidak cocok seperti plastik atau bahan kimia. Kesuksesan dalam tahap ini menggambarkan kemampuan pemain dalam menerapkan prinsip zero-waste dan kontribusi terhadap mitigasi banjir melalui pengurangan volume sampah organik.

Semua tahapan permainan memiliki sistem penguncian. Artinya, pemain tidak dapat membuka stage kedua sebelum menyelesaikan misi pada stage pertama. Demikian pula, stage ketiga hanya dapat diakses setelah berhasil menyelesaikan stage kedua. Sistem ini bertujuan membentuk pola pikir bertahap, dari kesadaran hingga aksi konkret dalam pengelolaan sampah.

Pada akhir setiap stage, akan muncul ringkasan skor serta notifikasi edukatif yang disebut sebagai "Poin Pembelajaran" (Learning Points). Notifikasi ini muncul sebagai teks berjalan yang memberikan informasi ringkas, misalnya: "Sampah plastik memerlukan waktu 450 tahun untuk terurai" atau "Sampah di sungai dapat menyumbat saluran air dan menyebabkan banjir". Dengan begitu, game tidak hanya menilai performa pemain tetapi juga memberi pengetahuan tambahan.

3.2 Construction

Pada tahap konstruksi, pengkodean game dilakukan menggunakan Unity sebagai *game engine* dengan bahasa pemrograman C#. Pemanfaatan Unity memungkinkan penambahan grafis yang lebih realistis serta elemen interaktif yang ditujukan untuk memperkuat pesan edukasi mitigasi banjir, bukan sekadar aspek estetika. Penyempurnaan antarmuka pengguna (UI) direncanakan melalui penggunaan ikon berwarna, tombol interaktif, serta animasi ringan untuk meningkatkan pengalaman bermain.

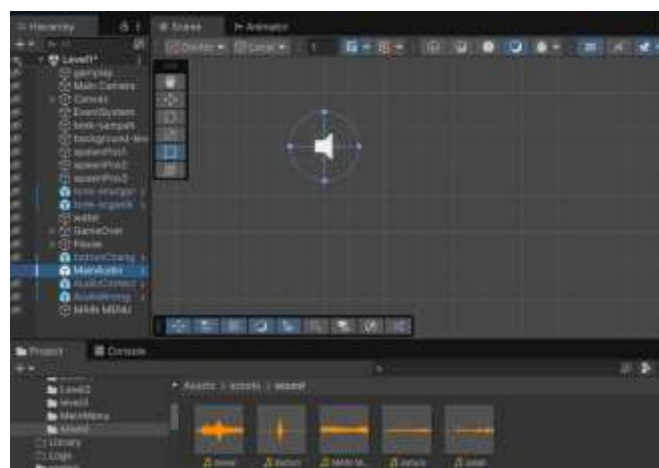


Gambar 3. Rancangan Main Menu

Pengembangan game edukasi mitigasi banjir dimulai dengan tahap pembuatan aset utama berupa gambar dan audio. Aset gambar meliputi ikon sampah, tempat sampah, sungai, sekolah, dan elemen lingkungan lain yang relevan dengan konteks edukasi. Sementara itu, aset audio mencakup efek suara sederhana seperti suara “klik”, “seret”, atau peringatan saat pemain salah memasukkan sampah. Pembuatan aset ini bertujuan untuk memberikan pengalaman bermain yang lebih menarik dan realistis, sekaligus memperkuat pesan edukatif melalui visual dan audio.



Gambar 4. Aset Games



Gambar 5. Aset Audio

Setelah aset gambar dan audio tersedia, tahap berikutnya adalah perakitan prototipe game dengan mengintegrasikan berbagai fitur ke dalam alur permainan. Mekanisme drag-and-drop digunakan untuk memfasilitasi interaksi pemain saat memilah sampah, sedangkan indikator skor dan progres ditambahkan untuk memberi umpan balik langsung terhadap kinerja pemain. Selain itu, umpan balik visual berupa perubahan warna serta audio berupa suara penanda benar atau salah diimplementasikan agar pemain lebih mudah memahami konsekuensi dari setiap aksi. Prototipe yang dihasilkan merepresentasikan alur tiga stage utama, yaitu pemilahan sampah di sungai, lingkungan sekolah, dan pembuatan kompos.



Gambar 5. Implementasi Games

Sebelum prototipe diujicobakan lebih luas, dilakukan evaluasi teknis menggunakan metode black box testing. Pengujian ini difokuskan pada fungsionalitas utama, termasuk validasi skor, sistem penguncian stage, serta navigasi antarmuka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur dasar dapat berjalan dengan baik tanpa kesalahan logika yang signifikan, meskipun beberapa bagian masih memerlukan penyempurnaan tampilan. Dengan selesainya tahap ini, prototipe telah siap untuk divalidasi oleh ahli media dan materi, serta menjadi dasar bagi rencana pengembangan tahap selanjutnya.

3.3 Evaluasi Awal dari Ahli Media dan Ahli Materi

Untuk menjamin kualitas pengembangan, dilakukan validasi awal dari dua kategori ahli: media dan materi. Validasi dilakukan secara kualitatif terhadap penjelasan detail tentang alur permainan. Ahli media berasal dari kalangan akademisi informatika (tiga dosen dari Politeknik Negeri Indramayu) yang fokus pada aspek antarmuka, struktur navigasi, dan interaktivitas digital. Sedangkan ahli materi berasal dari lima staf Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Indramayu, yang memberikan penilaian terhadap relevansi konten mitigasi banjir melalui pengelolaan sampah.

Dari hasil validasi ahli media, disimpulkan bahwa alur permainan telah cukup jelas dan sistematis pengembangan tahap demi tahap dinilai logis. Pembagian stage juga memberikan struktur naratif yang koheren terhadap progres pemain. Namun, kelemahan utama terletak pada visualisasi antarmuka yang masih sangat sederhana, karena prototipe hanya berupa coretan pensil tanpa penambahan warna, ikon, atau wireframe digital. Ahli media menyarankan untuk memperjelas interaksi melalui petunjuk visual atau penambahan label teks yang menjelaskan fungsi tombol. Mereka juga mengusulkan penggunaan warna dan sketsa tambahan yang lebih informatif untuk menggambarkan interaksi, misalnya saat pemain menyeret sampah ke tempat sampah atau menekan tombol aksi tertentu.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Media

Indikator	Skor Maksimal	Skor Total	Persentase (%)	Kategori
Kejelasan alur permainan	15	14	93,3%	Sangat Baik
Struktur navigasi	15	13	86,7%	Sangat Baik
Interaktivitas & umpan balik	15	12	80,0%	Baik
Visualisasi antarmuka	15	11	73,3%	Cukup Baik
Rata-rata	60	50	83,3%	Sangat Baik

Sedangkan dari sisi ahli lingkungan memberikan apresiasi terhadap tema mitigasi banjir melalui edukasi pemilahan sampah. Konteks edukatif game ini dinilai sangat relevan dengan isu lingkungan perkotaan saat ini. Setiap tahap permainan dianggap menyajikan alur edukasi dari pencegahan ke solusi. Namun, kritik yang muncul berkaitan dengan minimnya konsekuensi dalam permainan jika pemain gagal. Saat ini, penalti hanya berupa pengurangan skor. Ahli materi menyarankan penambahan konsekuensi lingkungan dalam bentuk narasi visual, misalnya gambaran banjir jika terlalu banyak sampah anorganik di sungai. Ini bertujuan menumbuhkan empati dan kesadaran lebih dalam. Mereka juga menyarankan agar setiap stage dilengkapi dengan narasi singkat

berbentuk voice-over atau teks sebelum dimulai, misalnya: "Tahukah kamu bahwa 70% banjir di kota ini disebabkan oleh sampah rumah tangga?". Dengan adanya narasi pembuka, pemain dapat lebih memahami pentingnya peran mereka dalam simulasi permainan.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Lingkungan

Indikator	Skor Maksimal	Skor Total	Persentase (%)	Kategori
Relevansi konten mitigasi banjir	25	23	92,0%	Sangat Baik
Kesesuaian dengan tujuan edukasi	25	22	88,0%	Sangat Baik
Kejelasan narasi edukatif	25	20	80,0%	Baik
Konsekuensi edukatif (penalti/kesalahan)	25	18	72,0%	Cukup Baik
Rata-rata	100	83	83,0%	Sangat Baik

3.4 Rencana Tahap Selanjutnya

Setelah fase construction dan validasi awal selesai, pengembangan akan dilanjutkan ke tahap implementasi (*cutover*) sesuai dengan metode *Rapid Application Development (RAD)*. Pada tahap *cutover*, uji coba terbatas (*limited user testing*) akan dilaksanakan pada satu kelas Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Indramayu sebanyak 20–25 siswa serta 10 orang dari masyarakat umum. Tujuannya adalah mengevaluasi sejauh mana game ini efektif dalam meningkatkan pemahaman pemilahan sampah dan kesadaran mitigasi banjir. Instrumen kuesioner dan observasi langsung digunakan untuk menilai kepuasan pengguna, keterlibatan, serta peningkatan pemahaman. Indikator keberhasilan tahap ini ditetapkan melalui pencapaian kepuasan pengguna minimal 80% dan peningkatan rata-rata pengetahuan siswa sebesar 15% setelah bermain. Data tersebut akan dianalisis untuk memperbaiki prototipe dan memperkuat konten edukatif. Penambahan fitur *leaderboard*, sistem penghargaan (*badges*), serta narasi suara juga direncanakan untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan, sebagaimana ditekankan oleh Santoso dan Lestari (2023) bahwa elemen gamifikasi berperan penting dalam meningkatkan motivasi belajar. Selain itu, perluasan konten mengenai daur ulang sampah anorganik dan pengurangan penggunaan plastik juga akan dipertimbangkan. Dengan strategi ini, diharapkan game edukasi dapat berkembang menjadi media pembelajaran digital yang menyenangkan, mudah diakses, serta berdampak nyata dalam membentuk kebiasaan positif pengelolaan sampah dan pencegahan banjir di masyarakat.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah prototipe game edukasi mitigasi banjir melalui pemilahan sampah dengan menggunakan metode *Rapid Application Development (RAD)*. Hasil validasi dari ahli media menunjukkan bahwa alur permainan dan struktur navigasi dinilai sangat baik, meskipun visualisasi antarmuka masih sederhana. Validasi dari ahli materi juga menunjukkan bahwa konten edukasi yang disajikan relevan dan sesuai tujuan pembelajaran, dengan masukan untuk menambahkan konsekuensi lingkungan serta narasi pendukung agar pesan edukatif lebih kuat. Namun, karena produk yang dikembangkan masih berupa prototipe, terdapat sejumlah keterbatasan, terutama pada aspek visualisasi, interaktivitas, serta belum dilakukannya uji coba skala besar untuk mengukur efektivitas peningkatan pemahaman pengguna secara signifikan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menyempurnakan desain antarmuka, menambahkan fitur motivasional seperti reward dan *leaderboard*, serta menguji dampak penggunaan game terhadap pemahaman mitigasi banjir dalam konteks pembelajaran formal maupun nonformal.

Referensi

- Nugraha, N. B., Santosa, Y. M., Puspaningrum, A., & Saiful, I. (2024). Implementasi metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam sistem rekomendasi mitigasi bencana alam. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(4), 775–785. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i4.5626>
- Alfiansyah, Afifah, S., Hidayati, A., & Rosyadi, M. (2023). Game Edukasi untuk Mitigasi Bencana Berbasis Mobile Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 10(1), 45–53. <https://doi.org/10.31294/jpti.v10i1.4567>
- Amalia, N., & Kurniawan, T. (2021). Implementasi Metode RAD dalam Pengembangan Game Edukasi Anak. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 7(2), 89–96. <https://doi.org/10.1234/jtik.v7i2.234>
- Hidayat, T., & Ramadhan, M. A. (2020). Analisis Dampak Sampah terhadap Risiko Banjir di Perkotaan. *Jurnal Lingkungan*, 5(1), 15–24.
- KLHK. (2021). Program Indonesia Bersih Sampah 2025. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. <https://sipsn.menlhk.go.id>
- Lestari, M. S., Wahyudi, R., & Anwar, M. (2021). Pemilahan Sampah sebagai Strategi Mitigasi Banjir di Daerah Padat Penduduk. *Jurnal Mitigasi dan Adaptasi Bencana*, 3(2), 112–120. <https://doi.org/10.5678/jmab.v3i2.678>
- Maulana, R., & Rachmat, A. (2020). Rapid Application Development untuk Pengembangan Sistem Informasi Edukasi Lingkungan. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 8(1), 33–42.

8. Nasution, M., & Fauzi, I. (2022). Integrasi Pendidikan Pemilahan Sampah dalam Kurikulum Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Hijau*, 4(1), 60–69.
9. Permana, S., & Widodo, A. (2022). Efektivitas Metodologi RAD dalam Pengembangan Aplikasi Edukatif Berbasis Android. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 6(3), 99–107.
10. Prasetyo, A. R., & Firmansyah, D. (2020). Pengembangan Game Simulasi Mitigasi Banjir Menggunakan Unity. *Jurnal Informatika dan Komputasi*, 9(2), 44–52.
11. Rahmawati, D., & Setiawan, R. (2022). Game Edukasi Berbasis Android untuk Meningkatkan Kesadaran Lingkungan Anak. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Digital*, 5(1), 77–85.
12. Rahman, H., Sari, N., & Putra, L. (2020). Penerapan RAD pada Aplikasi Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Teknologi Informasi dan Edukasi*, 11(2), 115–124.
13. Santoso, H., Widya, A., & Rachman, R. (2021). Desain Game Edukasi Berbasis Android untuk Mitigasi Bencana Alam. *Jurnal Inovasi Digital*, 3(1), 21–29.
14. Wahyuni, R., Pramana, D., & Kusuma, H. (2021). Peran Masyarakat dalam Pencegahan Banjir Melalui Pengelolaan Sampah. *Jurnal Sosial dan Lingkungan*, 8(2), 134–141.
15. Wulandari, A., & Syahputra, Y. (2022). Studi Penggunaan Media Game dalam Edukasi Mitigasi Bencana di Sekolah. *Jurnal Teknologi Pendidikan Interaktif*, 6(1), 91–100.
16. Yuliana, D., Fadilah, S., & Kurniawan, R. (2023). Evaluasi Game Edukasi untuk Peningkatan Pengetahuan Mitigasi Bencana pada Remaja. *Jurnal Teknologi Informasi untuk Pendidikan*, 9(1), 66–74.
17. Yusri, A., & Kartika, L. (2024). Digitalisasi Pendidikan Lingkungan melalui Aplikasi Game Interaktif. *Jurnal Teknologi dan Literasi Lingkungan*, 2(1), 51–59.