Mengurai Peran Mekanik *Game*: Studi Eksperimental Peningkatan Kesadaran Konservasi Laut melalui *Mobile Game* Saukal

Andre[1], Hendra Dinata[2], Felix Lokianto[3]

[1]Program Studi Magister Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
[2,3]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
e-mail: [1]andre@staff.ubaya.ac.id, [2]hdinata@staff.ubaya.ac.id, [3]felix.lokianto@gmail.com,

Abstrak

Upaya konservasi laut jelas membutuhkan media edukasi yang menarik agar kesadaran masyarakat bisa terbangun. Menjawab kebutuhan ini, mobile game Saukal hadir sebagai sarana belajar interaktif seputar pelestarian ekosistem pesisir di Berau, Kalimantan Timur. Studi eksperimen ini bertujuan mencari tahu mekanik *game* mana yang paling ampuh dengan membandingkan hasil pre-test dan post-test dari para peserta. Analisisnya mencakup beberapa mekanik yang diuji, mulai dari *classification, monitoring and rule enforcement*, *time-bounded tasks*, *collision avoidance*, *path protection*, dan *procedural accuracy*. Menariknya, hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas edukasi sangat bergantung pada seberapa cocok mekanik yang dipakai dengan profil pemainnya. Mekanik *classification* dan *monitoring*, misalnya, sangat bagus untuk menanamkan etika dasar dalam berinteraksi dengan alam. Di sisi lain, mekanik *time-bounded* sukses memancing empati dan rasa urgensi, sedangkan mekanik *procedural* terbukti efektif melatih kepatuhan teknis bagi pemain yang dari awal memang sudah peduli. Kesimpulannya, menyelaraskan mekanik *game* dengan tingkat wawasan awal pemain adalah kunci utama agar pesan-pesan konservasi bisa tersampaikan dengan sukses.

Kata kunci: *game* edukasi, konservasi laut, *game* mekanik, kesadaran lingkungan

Disentangling Game Mechanics: An Experimental Study of Marine Conservation Awareness through the Saukal Mobile Game

Abstract

Marine conservation requires engaging educational media to raise public awareness. The mobile game Saukal serves as an interactive learning tool for coastal ecosystem conservation in Berau, East Kalimantan. This experimental study aimed to determine the most effective game mechanics by examining pre-test and post-test data from participants. The analysis was conducted on several tested mechanics: classification, monitoring and rule enforcement, time-bounded tasks, collision avoidance, path protection, and procedural accuracy. The results showed that educational effectiveness is highly dependent on the appropriateness of the mechanics to the player's profile. Classification and surveillance mechanics are excellent for teaching basic ethics in interacting with nature. Time-bounded mechanics successfully trigger empathy and a sense of urgency, while procedural mechanics proved effective in training players in technical compliance who already care. In conclusion, matching game mechanics to players' initial knowledge is key to successfully conveying conservation messages.

Keywords: education game, marine conservation, mechanics game, environmental awareness

Pendahuluan

Konservasi lingkungan tetap menjadi isu yang menonjol dan banyak dibahas, terutama dalam upaya menumbuhkan kesadaran publik serta mendorong partisipasi aktif dalam pelestarian alam. Berbagai strategi telah diterapkan untuk menjawab tantangan ini, termasuk memanfaatkan media hiburan, khususnya *game,* untuk melibatkan generasi muda. Game edukasi dipandang sebagai alat atau strategi pendidikan dengan cara mengintegrasikan konten pembelajaran ke dalam format game sehingga pemain belajar melalui interaksi dengan mekanik permainan (Videnovik et al., 2023). Platform ini telah berkembang menjadi media yang semakin populer untuk mengedukasi dan memotivasi masyarakat terkait tantangan keberlanjutan, karena memadukan aksesibilitas yang luas dengan pengalaman interaktif yang kaya akan umpan balik. Terutama dalam pembelajaran ekologi dan ilmu lingkungan, *game* terbukti merupakan medium yang kuat (Fjællingsdal & Klöckner, 2019; Senka et al., 2024). Sejalan dengan hal tersebut, eksperimen dilakukan oleh Janakiraman dkk. (2018) menemukan bahwa pembelajaran berbasis *game digital* dapat mengubah sikap kaum muda, sehingga membantu mereka memahami dengan lebih baik pentingnya isu-isu keberlanjutan lingkungan.

Berbagai studi terbaru di bidang terkait tentang literasi lingkungan (Minas et al., 2024), revitalisasi kawasan (Jo & Shin, 2025), hingga warisan budaya dan iklim (Srdanović et al., 2024) telah menunjukkan bahwa pengalaman bermain *serious games* (Ahmadov et al., 2025; Senka et al., 2024; Tangri et al., 2024) atau pendekatan gamifikasi (Boncu et al., 2022) yang dirancang dengan matang mampu meningkatkan kesadaran, memperdalam wawasan, dan mendorong niat baik di masyarakat. Sayangnya, di balik hasil yang positif tersebut, literatur yang ada saat ini masih menyisakan satu celah yakni mekanik *game* spesifik seperti apa yang paling konsisten dalam mendongkrak kesadaran, pengetahuan, dan keterlibatan pemainnya. Mekanik game adalah seperangkat aksi, perilaku, dan mekanisme kontrol yang memungkinkan pemain atau agen berinteraksi dengan game state untuk menjalankan permainan, menghadapi tantangan, dan membentuk dinamika gameplay (Hunicke et al., n.d.).

Masalahnya, banyak penelitian terdahulu yang menggabungkan berbagai mekanik sekaligus, seperti narasi, gamifikasi, pengalaman imersif, dan interaksi sosial, tanpa membedah kontribusi dari masing-masing elemen tersebut. Sebagai contoh, Ishinomaki RPG menggabungkan misi berbasis lokasi, penceritaan, dan hadiah fisik, tetapi tidak mengevaluasi efek dari fitur berbasis lokasinya itu sendiri (Yamaguchi & Mitsuhashi, 2024). Kasus serupa terjadi pada proyek InHeritage yang memadukan lingkungan VR/AR dengan gamifikasi, namun tidak menggunakan kelompok kontrol untuk melihat dampak unik dari teknologinya (Srdanović et al., 2024). Banyak juga proyek revitalisasi lokasi berbasis gamifikasi dan augmented reality yang tidak memisahkan variabelnya,

sehingga peneliti kesulitan memutuskan komponen mana yang sebenarnya membuahkan hasil. Kurangnya "isolasi mekanik" ini meninggalkan celah teori dan praktik terkait bagaimana idealnya sebuah *game* edukasi dirancang untuk mendorong pembelajaran konservasi secara maksimal.

Mengisi celah literatur tersebut, penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi “Saukal”, sebuah *mobile game* edukasi konservasi laut di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan, istilah konservasi laut didefinisikan sebagai kawasan perairan yang dilindungi dan dikelola dengan sistem zonasi untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan (Permen KP No. PER.17/MEN/2008, 2008). Saat ini, ekosistem laut Berau tengah terancam, namun generasi mudanya masih minim wawasan terkait pelestarian lingkungan. Tanpa inisiatif edukasi yang tepat sasaran, ketidaktahuan ini berisiko memicu siklus kerusakan lingkungan antargenerasi. Oleh karena itu, intervensi mendesak diperlukan untuk menumbuhkan rasa tanggung jawab dan memberdayakan pemuda Berau sebagai agen perubahan. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini merumuskan pertanyaan utama: Mekanik *game* apa saja di dalam aplikasi Saukal yang secara signifikan mampu mendongkrak kesadaran dan pengetahuan pemainnya mengenai konservasi laut di wilayah tersebut?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, penelitian ini menerapkan alur kerja pengembangan game yang terstruktur dengan mengacu pada tiga tahap utama, yaitu pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi (Aleem et al., 2016). Pada tahap pra-produksi, data dikumpulkan melalui wawancara dengan para pemangku kepentingan serta kajian referensi mengenai mekanik game yang relevan. Tahap ini bertujuan untuk menentukan mekanik yang paling sesuai dengan sasaran pembelajaran, yaitu meningkatkan wawasan dan kesadaran pemain tentang konservasi laut. Selanjutnya, pada tahap produksi dilakukan perancangan *blueprint*, pembuatan aset, dan pengkodean aplikasi. Pada tahap pasca-produksi, evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk menilai efektivitas mekanik game secara sistematis. Keseluruhan tahapan pengembangan tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Fase Pengembangan *Game*

Pemilihan mekanik game dalam penelitian ini tidak dilakukan secara acak, melainkan didasarkan pada landasan teoritis yang kuat. Sebagaimana platform gamifikasi pada umumnya, game edukasi memanfaatkan berbagai elemen seperti misi, tantangan, hadiah, umpan balik, level, alur cerita, dan interaksi sosial untuk membangun pengalaman belajar yang menarik. Untuk menata elemen-elemen tersebut secara lebih sistematis, penelitian ini merujuk pada hierarki Dynamics-

Mechanics-Components (Werbach & Hunter, 2020, pp. 67–70), serta kerangka klasifikasi elemen game untuk pendidikan dari Toda dkk. (2019) Selain itu, temuan Sailer dkk. (2017) juga menjadi rujukan penting karena menunjukkan bahwa setiap komponen game dapat memunculkan dampak psikologis yang berbeda. Misalnya, lencana dan papan peringkat dapat memperkuat rasa kompeten, sedangkan narasi dan interaksi sosial dapat memperdalam keterikatan emosional pemain. Dengan demikian, penelitian ini menempatkan pemilihan mekanik sebagai aspek inti dalam perancangan game edukasi yang efektif.

Berdasarkan landasan tersebut, proses pemilihan mekanik kemudian disesuaikan dengan konteks lokal melalui wawancara semi-terstruktur dengan tokoh lokal dari Himpunan Pramuwisata Indonesia (HPI) dan perwakilan komunitas pelestari penyu Bokko Defender di Kabupaten Berau. Wawancara ini dilakukan untuk memastikan bahwa desain game tidak hanya tepat secara teoretis, tetapi juga relevan dengan kebutuhan sosial dan lingkungan setempat. Masukan dari para narasumber menjadi dasar dalam menentukan isu konservasi, perilaku yang perlu dibangun, serta bentuk interaksi yang paling sesuai untuk diadaptasi ke dalam permainan. Dengan cara ini, mekanik yang dipilih tidak hanya mendukung capaian pembelajaran, tetapi juga memiliki peluang lebih besar untuk diterima oleh masyarakat lokal.

Hasil wawancara menetapkan dua tema utama konten permainan, yakni tata kelola sampah pesisir, serta pelestarian fauna dan ekosistem terumbu karang. Merespons krisis polusi plastik di kawasan wisata seperti Pulau Derawan, tema pertama *game* ini dirancang khusus untuk menanamkan kebiasaan mereduksi plastik dan memilah sampah pada tempatnya. Sementara itu, tema kedua berfokus pada pelestarian secara spesifik yang diarahkan pada urgensi melindungi spesies laut yang rentan, mulai dari penyu, ubur-ubur, pari manta, hingga hiu paus, beserta kelestarian habitat terumbu karangnya. Seluruh gagasan tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam *gameplay* untuk menciptakan pengalaman belajar interaktif dan kontekstual.

Pembahasan

Implementasi Game

Tabel 1 merangkum daftar mekanik game dari literatur sebelumnya. Setiap mekanik memiliki aspek target capaian pembelajaran masing-masing yang nanti akan dipilih kesesuaiannya dengan kebutuhan. Berangkat dari rangkuman literatur ini, aplikasi *game* “Saukal” dirancang dalam bentuk enam buah *mini-game* sesuai dengan fokus tema utama, yaitu pengelolaan sampah serta pelestarian fauna dan terumbu karang. Setiap *mini-game* tidak cuma merepresentasikan isu lingkungan yang

dibahas saat wawancara, tapi juga dirancang untuk memancing proses kognitif dan perilaku tertentu agar pemain bisa benar-benar meresapi pesan edukasinya. Tabel 2 menyajikan pemetaan antara tujuan, *gameplay* dan mekanik *game* yang dipilih. Selain itu, contoh tampilan dari ke-6 *mini-game* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Daftar Mekanik *Game*

Mekanik	Implementasi di Dalam *Game*	Target Capaian Pembelajaran	Sumber
Narrative/story quests	Pemain menyelesaikan skenario berbasis cerita, di mana karakter-karakter game bertugas memperkenalkan tantangan, menentukan tujuan, dan memberikan konteks untuk setiap aksi pemain	Mendorong keterlibatan dengan memberikan konteks pada pengetahuan melalui skenario yang bermakna	(Sailer et al., 2017; Werbach & Hunter, 2015)
Goals, challenges, progression	Menyajikan misi yang jelas dengan tingkat kesulitan yang terus meningkat. Keberhasilan pemain akan membuka akses ke level, area, atau fitur baru	Mendorong kegigihan, penguasaan kemampuan, serta pengembangan keterampilan yang terstruktur.	(Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015)
Feedback / Points / Badges / Leaderboards	Pemain langsung mendapatkan umpan balik setelah menyelesaikan misi (misalnya berupa poin atau lencana), serta dapat membandingkan pencapaian mereka melalui papan peringkat	Mendongkrak motivasi pemain, mendukung proses penilaian diri, dan memicu persaingan yang sehat lewat perbandingan sosial	(Sailer et al., 2017; Werbach & Hunter, 2015)
Time-bounded tasks	Tugas-tugas dalam permainan disajikan dengan penghitung waktu mundur atau batas waktu yang ketat untuk meningkatkan rasa urgensi dan fokus.	Mengembangkan kemampuan mengambil keputusan dengan cepat dan melatih efisiensi di bawah tekanan.	(Toda et al., 2019)
Selective attention / Classification	Pemain harus dengan cepat mengidentifikasi dan memilah item yang relevan (misalnya memilih jawaban yang benar atau mencocokkan pola) sambil mengabaikan distraksi.	Melatih kemampuan membedakan, perhatian terhadap detail, dan klasifikasi konseptual.	(Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015)
Monitoring & rule enforcement	Pemain memantau suatu skenario untuk mendeteksi pelanggaran aturan dan kemudian mengambil tindakan yang sesuai, seperti menghentikan perilaku atau interaksi yang tidak benar.	Menumbuhkan pengendalian diri, kepatuhan terhadap aturan, dan disiplin prosedural.	(Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015)
Navigation/ Collision avoidance	Pemain menavigasi lingkungan sekitar dengan menghindari rintangan atau bahaya (misalnya mengarahkan atau mengendalikan karakter maupun objek).	Meningkatkan kesadaran spasial, kemampuan mengenali bahaya, dan strategi pergerakan yang aman.	(Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015)
Escort / Path protection	Pemain memandu atau melindungi entitas di sepanjang jalur yang telah ditentukan, guna mencegah mereka berhadapan dengan berbagai ancaman maupun bahaya.	Menumbuhkan rasa tanggung jawab, empati, serta pengambilan keputusan yang bersifat protektif.	(Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015)

Procedural accuracy / Pattern matching	Pemain mengikuti serangkaian langkah atau urutan dengan benar, seperti mencocokkan pola atau menyelesaikan tugas multilangkah secara berurutan.	Memperkuat memori prosedural, akurasi, serta ketelitian terhadap urutan.	(Toda et al., 2019; Werbach & Hunter, 2015)



1. Move Out the Trash 2. Protect the Jellyfish

3. Marine Patrols for the Manta Rays 4. Release the Sea Turtle

5. Protect the Whale Shark 6. Preserve the Coral Reefs

Gambar 2. Tampilan dari masing-masing mini-game

Tabel 2. *Mapping* Antara Tujuan, *Gameplay* dan *Game* Mekanik

#	Mini Game	Tujuan/ Hasil Pembelajaran	Gameplay	Mekanik
1	Move Out the Trash **Klaster:** Manajemen Sampah	Memberikan edukasi mengenai tata cara pembuangan sampah yang tepat, khususnya dengan mengidentifikasi barang-barang yang harus dibuang ke tempat sampah serta memilahnya berdasarkan sifat organik dan non-organik.	Secara berkala, berbagai karakter yang membawa objek bervariasi akan bermunculan di pesisir Pulau Derawan. Apabila objek tersebut bukan merupakan sampah, pemain cukup membiarkan karakter melintas tanpa intervensi. Namun, jika objek tersebut tergolong limbah, pemain diwajibkan untuk menyortir dan membuangnya ke wadah penampungan yang tepat. Tujuan esensial dari permainan ini adalah	*Selective attention / Classification*

			mencegah pencemaran garis pantai oleh karakter-karakter acak tersebut dalam durasi waktu yang telah ditetapkan.	
2	Protect the Jellyfish **Klaster:** Konservasi fauna dan terumbu karang	Tujuan utama permainan ini adalah untuk memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai tingginya tingkat kerentanan ubur-ubur terhadap gangguan eksternal, dengan menekankan pentingnya kehati-hatian saat mendekati mereka.	Pemain akan mengambil peran sebagai pengawas yang bertugas memantau perilaku berbagai entitas di sekitar ekosistem ubur-ubur. Sebagai pengawas, pemain bertanggung jawab penuh untuk memastikan bahwa karakter-karakter yang berlalu-lalang tersebut tidak melakukan tindakan yang dapat membahayakan ubur-ubur, yakni dengan cara mengusir karakter yang melanggar aturan.	*Monitoring & Rule Enforcement*
3	Marine Patrols for the Manta Rays **Klaster:** Konservasi fauna dan terumbu karang	Tujuan bagian ini adalah untuk menekankan pentingnya praktik yang bertanggung jawab serta mencegah perburuan pari manta secara liar. Lebih jauh lagi, kapal penangkap ikan juga menghadirkan ancaman nyata bagi kelangsungan hidup pari manta, mengingat satwa laut ini sangat rentan mengalami kematian akibat tabrakan.	Dalam batas waktu tertentu, pemain mengendalikan sebuah kapal patroli untuk menghalau kapal-kapal pemburu pari manta. Pada saat yang bersamaan, kapal patroli di bawah kendali pemain tersebut harus dijaga agar tidak menabrak pari manta. *Mini-game* ini bertujuan menyelamatkan kawanan pari manta sebelum waktu yang ditentukan habis.	*Time-bounded tasks*
4	Release the Sea Turtle **Klaster:** Konservasi fauna dan terumbu karang	Untuk mengedukasi masyarakat, bayi penyu hasil penangkaran harus dilepaskan ke laut melalui area pantai. Namun, terdapat berbagai rintangan yang dapat menghalangi bayi penyu tersebut untuk mencapai laut dengan selamat selama proses pelepasan berlangsung.	Pemain berusaha melepaskan bayi penyu tersebut dari titik manapun di sepanjang sumbu Y. Bayi penyu yang dilepaskan dari penangkaran menunjukkan kecenderungan yang kuat untuk bergerak lurus menuju laut, meskipun terdapat ancaman dari predator alami seperti kepiting yang dapat memangsa mereka. Tujuan dari permainan ini adalah memaksimalkan jumlah bayi penyu yang berhasil dilepaskan dalam batas waktu tertentu.	*Navigation / Collision Avoidance*
5	Protect the Whale Shark **Klaster:** Konservasi fauna dan terumbu karang	Tujuan bagian ini adalah untuk mengedukasi pemain mengenai kerentanan hiu paus terhadap gangguan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia. Pelestarian hiu paus sebagai spesies endemik yang ditemukan di perairan sekitar Pulau Kakaban di Kabupaten Berau merupakan sebuah langkah yang sangat krusial.	Pemain akan mengambil peran sebagai pengawas yang bertugas memantau perilaku berbagai entitas yang melintas di dalam ekosistem hiu paus. Sebagai pengawas, pemain harus memastikan bahwa karakter-karakter acak tersebut tidak melakukan tindakan yang dapat membahayakan hiu paus, dan wajib menyingkirkan karakter yang melanggar. Tujuan utamanya adalah menyelamatkan hiu paus dalam batas waktu yang telah ditentukan.	*Escort / Path Protection*
6	Preserve the Coral Reefs **Klaster:**	Tujuan utama bagian ini adalah mengedukasi masyarakat mengenai kerentanan terumbu karang sebagai biota laut. Akan tetapi, kita dapat berkontribusi	Tujuan dari permainan ini adalah melestarikan terumbu karang yang cabang-cabangnya telah mengalami kerusakan. Pemain akan menerima panduan mengenai orientasi pengikatan	*Procedural Accuracy / Pattern Matching*

	Konservasi fauna dan terumbu karang	dalam upaya penyelamatan terumbu karang dengan cara mengikat dan menyambungkan kembali patahan cabang karang tersebut.	cabang karang, meliputi arah seperti atas, bawah, kanan, maupun kiri. Pengguna diwajibkan untuk mengikuti instruksi yang diberikan secara presisi tanpa melakukan kesalahan apa pun.	

Untuk melihat sejauh mana setiap mekanik game membantu pemain memahami isu konservasi laut, penelitian ini menggunakan metode pre-test dan post-test yang melibatkan enam kelompok peserta. Setiap kelompok hanya ditugaskan untuk memainkan satu dari enam *mini-game* yang ada. Pendekatan ini sengaja dilakukan agar kami bisa memastikan bahwa hasil belajar yang didapat nantinya benar-benar murni dari pengaruh mekanik spesifik di mini-game tersebut, bukan karena faktor lain.

Sebelum mulai bermain, para peserta diminta mengisi pre-test yang pertanyaannya sudah disesuaikan dengan tema konservasi mini-game masing-masing. Langkah ini penting untuk mengukur seberapa jauh wawasan dan kesadaran dasar mereka sejak awal. Begitu selesai bermain, pemahaman mereka kembali diukur lewat post-test dengan metrik yang sama untuk melihat perubahannya. Adapun daftar pertanyaan lengkap untuk masing-masing mini-game tersebut disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Daftar Kuisioner

#	***Mini-game***	**Pertanyaan**
1	Move Out the Trash	Pilihan Ganda: 1. Dari benda berikut, manakah yang tergolong sampah organik? 2. Apa bahaya utama plastik sekali pakai bagi kehidupan laut? 3. Mengapa penting memisahkan sampah organik dan non-organik sejak awal? 4. Praktik berikut mana yang lebih ramah lingkungan saat berwisata ke pantai? 5. Praktik berikut mana yang lebih ramah lingkungan saat berwisata ke pantai? Pertanyaan Terbuka: 1. Bagaimana pendapat Anda terkait keberadaan sampah, khususnya di daerah wisata yang dekat dengan ekosistem di laut?
2	Protect the Jellyfish	Pilihan Ganda: 1. Apa keunikan utama ubur-ubur di Danau Kakaban dibandingkan dengan ubur-ubur pada umumnya? 2. Mengapa penggunaan sepatu kaki katak (fins) tidak dianjurkan ketika berenang bersama ubur-ubur? 3. Apa alasan wisatawan tidak diperbolehkan masuk ke danau dengan cara melompat? 4. Mengapa wisatawan diminta tidak menggunakan sunscreen ketika masuk ke Danau Kakaban? 5. Mengapa sentuhan langsung terhadap ubur-ubur dilarang? Pertanyaan Terbuka: 1. Bagaimana pendapat Anda terkait konservasi/pelestarian ubur-ubur?
3	Marine	Pilihan Ganda:

	Patrols for the Manta Rays.	1. Faktor apa yang paling berisiko mengancam kelestarian pari manta? 2. Apa dampak utama jika pari manta tertabrak kapal? 3. Manakah upaya terbaik untuk melindungi populasi pari manta di kawasan ekowisata? 4. Saat menyelam di dekat pari manta, berapa jarak aman yang harus dijaga saat mereka sedang dibersihkan? 5. Bagaimana sikap yang benar ketika pari manta tiba-tiba mendekati penyelam? Pertanyaan Terbuka: 1. Bagaimana pendapat Anda terkait konservasi pari manta?
4	Release the Sea Turtle	Pilihan Ganda: 1. Apa tindakan awal yang sebaiknya dilakukan setelah penyu selesai bertelur? 2. Dalam kondisi apa sarang penyu sebaiknya dipindahkan ke sarang buatan? 3. Mengapa sebagian bayi penyu dipelihara di kolam penangkaran sebelum dilepas? 4. Apa peran penyu dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut? 5. Apa akibat yang mungkin terjadi jika populasi penyu semakin berkurang? Pertanyaan Terbuka: 1. Bagaimana pendapat Anda terkait konservasi penyu?
5	Protect the Whale Shark	Pilihan Ganda: 1. Apa yang harus dilakukan kapal ketika sudah memasuki area wisata hiu paus? 2. Mengapa jumlah kapal di sekitar hiu paus perlu diatur? 3. Mengapa ada aturan ketat terkait jumlah snorkeler saat wisata hiu paus? 4. Bagaimana cara menjaga jarak aman ketika berada di dekat hiu paus? 5. Mengapa aturan interaksi dengan hiu paus wajib dipatuhi wisatawan? Pertanyaan Terbuka: 1. Bagaimana pendapat anda terkait konservasi hiu paus?
6	Preserve the Coral Reefs	Pilihan Ganda: 1. Mengapa transplantasi karang perlu dilakukan di wilayah seperti Pulau Derawan? 2. Apa yang sebaiknya dilakukan setelah patahan karang terkumpul? 3. Mengapa media seperti kerangka besi digunakan dalam transplantasi karang? 4. Apa salah satu manfaat ekologis utama dari terumbu karang? 5. Bagaimana terumbu karang berperan dalam melindungi garis pantai? Pertanyaan Terbuka: 1. Bagaimana pendapat anda terkait konservasi terumbu karang?

Evaluasi

Semua pertanyaan pilihan ganda yang ada di Tabel 3 diberikan saat pre-test, yaitu sebelum peserta mulai bermain. Setelah menyelesaikan *mini-game*, mereka diminta untuk menjawab kembali daftar pertanyaan yang sama sebagai post-test. Untuk melihat perbandingan nilai rata-rata dari kedua tes tersebut, kami menggunakan Uji *Wilcoxon Signed-Rank* guna membuktikan hipotesis berikut:

H_0: Tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test.

H_1: Terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test.

Pemilihan uji statistik ini dilakukan karena hasil Uji Shapiro-Wilk sebelumnya menunjukkan bahwa data jawaban peserta tidak berdistribusi normal. Proses perhitungannya sendiri dieksekusi

menggunakan aplikasi R lewat fungsi wilcox.test(). Rincian hasil pengujian ini bisa dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji Statistik

No	*Mini-game*	*N*	Rata-rata		Std. Deviasi		*p-value*
			pre-test	post-test	pre-test	post-test	
1	Move Out the Trash	35	3.9714	4.9714	0.5137	0.1690	2.729e-07
2	Protect the Jellyfish	36	2.0278	4.0278	0.4463	0.9407	1.762e-07
3	Marine Patrols for the Manta Rays	34	2.9118	4.6471	0.9651	0.5440	5.619e-07
4	Release the Sea Turtle	36	3.000	4.3611	0.6325	0.4871	1.584e-07
5	Protect the Whale Shark	34	3.0882	4.5294	0.9001	0.5066	1.489e-06
6	Preserve the Coral Reefs	36	4.500	4.500	0.5606	0.5606	-

Merujuk pada hasil di Tabel 4, terlihat bahwa nilai *p-value* untuk mini-game 1 sampai 5 berada di bawah 0,05 pada taraf signifikansi 5%. Di sisi lain, pengujian pada mini-game 6 tidak menghasilkan *p-value* sama sekali karena peserta memberikan jawaban yang identik, baik saat pre-test maupun post-test. Sama sekali tidak ada perubahan skor antara pre-test dan post-test pada *mini-game* 6.

Dari data tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa evaluasi untuk *mini-game* 1 hingga 5 berhasil menolak hipotesis nol (H_0). Artinya, memang terbukti ada perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah bermain. Lonjakan nilai rata-rata paling tajam terjadi pada *mini-game* kedua, yakni naik dari 2,0278 menjadi 4,0278 atau sekitar 98,63%. Berikut ini adalah analisis pada setiap *mini-game* yang disertai dengan hasil jawaban peserta atas pertanyaan terbuka yang juga ada di dalam kuesioner.

1. Mini-game 1: "Move Out the Trash"

Hasil pre-test pada *mini-game* "Move Out the Trash" menunjukkan nilai rata-rata yang hanya mencapai 3,9714. Angka ini mengindikasikan bahwa para peserta masih kesulitan atau keliru dalam mengidentifikasi jenis sampah. Namun, pada sesi post-test, nilai rata-rata tersebut mengalami peningkatan, di mana 34 dari total 35 peserta berhasil menjawab seluruh pertanyaan dengan benar.

Sejalan dengan perolehan skor tersebut, isian pertanyaan terbuka juga memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai pola pikir peserta. Pada saat pre-test, peserta ke-33 (P33) sebenarnya sudah menunjukkan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan sekitarnya:

P33: *"Saya sangat peduli dengan hal ini. Kalau bisa, setiap kawasan wisata di dekat laut harus punya sistem pengelolaan sampah terpadu dan fasilitas daur ulang…."*

Menariknya, setelah memainkan *mini-game* tersebut, respons post-test dari responden yang sama memperlihatkan adanya peningkatan kesadaran yang lebih detail mengenai jenis-jenis material sampah serta dampak jangka panjangnya. Pada tahap post-test ini, peserta ke-33 menggunakan bahasa yang jauh lebih lugas dan langsung berorientasi pada solusi praktis:

P33: *"...warung-warung lokal harus berhenti menjual plastik sekali pakai."*

2. Mini-game 2: "Protect the Jelly Fish"

Data *pre-test* menunjukkan rendahnya pemahaman awal peserta dengan rata-rata skor hanya 2,0278. Banyaknya kesalahan pada pertanyaan nomor 1, 3, dan 5 mengindikasikan minimnya wawasan mereka terkait pelestarian dan kerentanan ubur-ubur. Namun, hasil *post-test* mencatat lonjakan pemahaman yang signifikan dengan rata-rata nilai mencapai 4,0278. Meski tidak semua peserta meraih skor sempurna seperti pada *mini-game* sebelumnya, peningkatan drastis ini membuktikan efektivitas permainan tersebut dalam mengedukasi isu konservasi yang spesifik dan sensitif.

Di sisi lain, respons terhadap pertanyaan terbuka untuk *mini-game* "Protect the Jellyfish" pada awalnya menunjukkan minimnya pemahaman peserta dan cenderung bersifat normatif. Hal ini tercermin dari jawaban peserta ke-1 (P1) dan ke-17 (P17) berikut:

P1: *"Saya rasa pelestarian ubur-ubur itu perlu karena semua makhluk hidup punya hak untuk bertahan hidup. Walaupun saya tidak terlalu mengikuti isunya, saya mendukung upaya konservasi yang efektif."*

P17: *"Menurut saya konservasi ubur-ubur itu penting, meskipun saya tidak terlalu paham detailnya."*

Ungkapan-ungkapan seperti "tidak terlalu paham" atau "tidak tahu manfaatnya" memang dominan bermunculan pada fase pre-test. Akan tetapi, setelah mereka berperan sebagai pengawas di dalam *mini-game*, narasi pada fase post-test mulai bergeser ke arah tema "koeksistensi" (hidup berdampingan) dan "kerentanan". Perubahan perspektif ini diutarakan dengan sangat baik oleh peserta ke-3 (P3) dan ke-35 (P35):

P3: *"Pelestarian ubur-ubur itu penting karena mereka adalah bagian dari rantai makanan di laut."*

P35: *"Ubur-ubur perlu dilindungi agar mereka bisa hidup berdampingan dengan manusia tanpa habitatnya terganggu."*

Pergeseran pemahaman inilah yang menjadi bukti nyata bahwa *gameplay* pada *mini-game* "Protect the Jellyfish" sukses mengedukasi pemain bahwa ubur-ubur adalah makhluk rentan yang sangat membutuhkan perlindungan dari berbagai gangguan eksternal.

3. Mini-game 3: "Marine Patrols for the Manta Rays"

Hasil pre-test pada mini-game ketiga mengindikasikan bahwa para peserta belum sepenuhnya memahami ancaman serta urgensi dari upaya perlindungan biota laut, khususnya pari manta. Pada tahap awal ini, peserta umumnya memandang positif kegiatan konservasi pari manta, namun pandangan tersebut masih minim analisis kritis. Hal ini terlihat jelas dari pernyataan awal peserta ke-4 (P4) dan ke-31 (P31) berikut:

P4: *"Konservasi pari manta kedengarannya bagus, tapi menurut saya itu bukan isu yang terlalu mendesak saat ini."*

P31: *"Saya rasa itu program yang bagus, tapi saya tidak paham tujuannya secara detail."*

Namun, setelah memainkan game yang menuntut mereka berpacu dengan waktu untuk menyelamatkan pari manta, persepsi para peserta mengalami transformasi yang signifikan. Pada sesi post-test, pandangan mereka berubah menjadi jauh lebih serius dan protektif:

P4: *"Menurut saya, konservasi pari manta adalah langkah yang sangat tepat untuk mencegah kepunahan dan menjaga keseimbangan ekosistem laut."*

P31: *"Saya rasa program ini sangat krusial dan harus dilanjutkan agar kita tidak kehilangan spesies yang luar biasa ini."*

Transisi perspektif dari sekadar "tidak mendesak" menjadi tindakan "mencegah kepunahan" ini membuktikan bahwa mini-game tersebut berhasil menyalurkan emosi ketegangan serta bahaya nyata yang tengah dihadapi oleh spesies terkait. Sejalan dengan perubahan pola pikir tersebut, nilai rata-rata dari sesi pre-test yang awalnya hanya sebesar 2,9118 melonjak secara signifikan menjadi 4,6471 pada saat post-test.

4. Mini-game 4: "Release the Sea Turtle"

Hasil evaluasi pada *mini-game* keempat yang berjudul "Release the Sea Turtle" menunjukkan adanya peningkatan kesadaran yang sangat esensial. Sejak fase pre-test, nilai rata-rata peserta

sebenarnya sudah tergolong tinggi, yakni menyentuh angka 3,00. Pencapaian ini sangatlah wajar mengingat penyu telah lama menjadi simbol utama dalam kampanye konservasi laut. Banyak peserta, termasuk peserta ke-34 (P34), yang sedari awal sudah menunjukkan dukungan kuat terhadap perlindungan penyu:

P34: *"Saya sangat mendukung kegiatan konservasi penyu karena ini menyelamatkan spesies dan menjaga keseimbangan alam yang lebih luas."*

Kendati demikian, data kualitatif dari pre-test memperlihatkan bahwa dukungan tersebut masih bersifat umum dan normatif belaka. Peserta ke-3 (P3) dan ke-36 (P36) secara gamblang menyatakan kebingungan mereka mengenai tindakan konkret apa yang sebenarnya dibutuhkan untuk ikut serta dalam upaya pelestarian penyu tersebut:

P3: *"Menurut saya konservasi penyu itu penting, tapi jujur, saya masih belum terlalu paham detailnya."*

P36: *"Konservasi penyu itu penting, tapi saya masih belum terlalu mengerti langkah-langkah konkretnya."*

Transformasi pemahaman baru benar-benar terlihat pada fase post-test, tepat setelah peserta memainkan game yang menuntut mereka mengatur strategi dalam melepaskan bayi penyu agar terhindar dari predator. Mayoritas skor peserta meroket tajam ke level 4 dan 5. Mini-game ini terbukti efektif dalam menggeser perspektif peserta dari yang awalnya sekadar berfokus pada "perlindungan pasif" menjadi kesadaran penuh akan beratnya "perjuangan bertahan hidup" yang harus dilalui oleh bayi penyu yang baru menetas.

Peserta mulai menyadari bahwa sekadar melepaskan bayi penyu ke pantai tidaklah cukup, karena hewan tersebut dihadapkan pada risiko kematian yang sangat tinggi sebelum bisa menyentuh air laut. Perubahan pola pikir menuju langkah yang lebih proaktif dan edukatif ini diungkapkan dengan jelas oleh peserta ke-1 (P1) dan ke-34 (P34) berikut:

P1: *"... tapi juga dengan berpartisipasi langsung dalam program pelepasan penyu. Saya bahkan berpikir sekolah bisa memberikan edukasi dini untuk meningkatkan kesadaran."*

P34: *"... menurut saya pemerintah bisa bermitra dengan sekolah dan komunitas lokal untuk mengedukasi dan mengambil tindakan konkret terkait konservasi penyu."*

5. Mini-game 5: "Protect the Whale Shark"

Hasil survei pre-test pada *mini-game* kelima yang berjudul "Protect the Whale Shark" menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3,0882 dengan standar deviasi 0,9001. Angka rata-rata ini

kemudian melonjak sebesar 46% menjadi 4,5294, dengan standar deviasi 0,5066. Pengujian Wilcoxon menghasilkan *p-value* sebesar 1,489e-06, yang mengindikasikan adanya peningkatan nilai rata-rata yang sangat signifikan.

Secara kualitatif, *mini-game* "Protect the Whale Shark" terbukti mampu mengubah sudut pandang para peserta secara signifikan. Pada saat pre-test, sebagian besar peserta memandang hiu paus semata-mata sebagai objek atraksi wisata. Hal ini tergambar jelas dari pernyataan peserta ke-8 (P8) dan ke-31 (P31) berikut:

P8: *"Hiu paus kan gak berbahaya, jadi tidak apa-apa kalo wisatawan deket-deket."*

P31: *"Asal tetap bisa foto-foto bareng hiu paus gapapa, konservasi no problem."*

Namun, setelah memainkan *mini-game* "Protect the Whale Shark" ini, respons pada sesi post-test menunjukkan lonjakan sikap protektif serta pemahaman yang lebih rinci mengenai kode etik berwisata. Perubahan sikap yang diiringi dengan melonjaknya skor post-test ini mengonfirmasi bahwa peserta telah sepenuhnya meresapi konsep bahwa interaksi antara manusia dan satwa liar menuntut adanya pedoman dan aturan yang ketat. Para peserta mulai menyadari bentuk-bentuk gangguan spesifik yang dapat memicu stres pada satwa laut tersebut seperti yang diungkapkan oleh peserta ke-1 (P1) dan peserta ke-32 (P32) :

P1: *"...Kita perlu menghormati habitat mereka dan tidak melakukan aktivitas yang bisa membuat mereka stress seperti menyentuh atau memberi makan "*

P32: *"...Kita harus jaga mereka dari polusi, perburuan, dan gangguan dari aktivitas manusia."*

6. Mini-game 6: "Preserve the Coral Reefs"

Hasil analisis statistik pada *mini-game* keenam, "Preserve the Coral Reefs", menunjukkan bahwa nilai rata-rata pre-test sudah menyentuh angka maksimal 4,5 dan tetap stabil pada angka tersebut saat post-test. Kondisi ini mengindikasikan terjadinya *ceiling effect*, yang berarti para peserta memang sudah memiliki tingkat kesadaran awal yang sangat tinggi mengenai pentingnya terumbu karang. Dengan demikian, peran *mini-game* pada tahap ini lebih berfungsi sebagai penguatan wawasan dan pelatihan teknis, bukan lagi sebagai sarana persuasi dasar.

Namun demikian, di balik stagnasi angka tersebut, sebenarnya tersimpan transformasi kualitatif yang sangat signifikan:

a. Pergeseran Fokus: Pada saat pre-test, mayoritas respons peserta masih bersifat emosional atau normatif, seperti pernyataan "Terumbu karang adalah tempat tinggal ikan" atau "Terumbu karang itu indah dilihat".

b. Peningkatan Pemahaman Teknis: Pada evaluasi post-test, peserta mulai fasih menggunakan istilah-istilah teknis yang mereka dapatkan dari dalam game. Sebagai contoh, peserta ke-34 secara spesifik menyebutkan istilah "transplantasi terumbu karang", sementara peserta ke-2 menekankan pentingnya upaya untuk "memperluas inisiatif transplantasi".

Secara keseluruhan, analisis ini membuktikan bahwa meskipun skor sikap mereka tampak konstan di atas kertas, pengetahuan prosedural mereka justru mengalami peningkatan pesat. Para peserta berhasil bertransisi dari sekadar "peduli" menjadi "tahu bagaimana cara bertindak". Hal ini dibuktikan dengan pemahaman baru mereka bahwa patahan terumbu karang harus ditanam kembali dengan posisi dan orientasi yang spesifik agar bisa bertahan hidup.

Peran Mekanik Game

Bagian ini memberikan analisis tentang peran mekanik *game* di tiap-tiap *mini-game* terhadap pemahaman pengguna tentang isu konservasi laut di daerah Berau.

1. Mini-game 1: "Move Out the Trash"

Mini-game pertama ini berpusat pada mekanik klasifikasi biner, yakni pemanfaatan komponen tombol hijau untuk persetujuan dan merah untuk penolakan. Pendekatan ini menuntut pemrosesan informasi secara aktif di mana pemain wajib mengevaluasi objek visual seperti botol plastik, kantong plastik, dan tas kain sebelum mengambil keputusan. Temuan ini sejalan dengan kerangka kerja Werbach dan Hunter (2015) yang menjelaskan bahwa penerapan mekanik dan komponen secara spesifik mampu membentuk dinamika perilaku yang diinginkan. Dalam hal ini, tindakan menolak pembawa benda plastik secara konsisten terbukti membangun asosiasi kognitif yang kuat, sebuah proses yang menurut Toda dkk. (2019) sangat krusial dalam lingkungan pembelajaran berbasis *game* untuk memperkuat retensi pesan edukasi.

Lebih lanjut, penerapan mekanik *selective attention* menempatkan figur karakter sebagai pengecoh sehingga pemain dituntut untuk memusatkan fokus sepenuhnya pada barang bawaan. Pemain wajib mengabaikan tampilan fisik karakter demi mengevaluasi objek tersebut secara saksama. Simulasi dari tantangan dunia nyata ini merepresentasikan elemen lingkungan interaktif dalam taksonomi gamifikasi edukasi yang digagas oleh Toda dkk. (2019). Dengan menyelaraskan dinamika tantangan dan mekanik sesuai panduan Werbach dan Hunter (2015), latihan pemusatan fokus ini terbukti berhasil membangun kepekaan pemain terhadap urgensi masalah polusi plastik.

Secara krusial, perpaduan mekanik klasifikasi dan atensi selektif sukses memotivasi pengambilan tindakan nyata, yakni menyeleksi dan membuang sampah secara sadar. Hasil positif dari uji Wilcoxon dan kuesioner terbuka pada penelitian ini secara langsung mengonfirmasi

efektivitas literatur pendahulu. Penggunaan mekanik permainan yang tepat sasaran di lingkungan edukasi terbukti ampuh meluruskan miskonsepsi pemain mengenai prosedur klasifikasi sampah di kawasan konservasi laut.

2. Mini-game 2: "Protect the Jelly Fish"

Mekanik *monitoring* melatih kesadaran situasional pemain dalam mengidentifikasi ancaman fisik seperti sepatu katak dan ancaman kimiawi seperti tabir surya bagi ubur-ubur. Pendekatan ini selaras dengan pemanfaatan elemen lingkungan dan umpan balik usulan Toda dkk. (2019). Interaksi aturan berulang ini mendemonstrasikan kerangka Werbach dan Hunter (2015) yang terbukti sukses membangun tautan kognitif terkait dampak barang bawaan manusia terhadap lingkungan, sehingga sukses mengubah ketidaktahuan awal menjadi pemahaman baru yang memicu lonjakan skor *post-test*.

Sementara itu, mekanik *Rule Enforcement* memberi pemain otoritas untuk mencegah pelanggaran keselamatan biota laut. Penerapan aturan menurut Werbach dan Hunter (2015) serta integrasi elemen peran dari Toda dkk. (2019) ini mewujudkan pembelajaran aktif yang menginternalisasi norma prolingkungan. Efektivitasnya didukung kuat oleh temuan Zhang dkk. (2024) tentang penguatan literasi melalui peran virtual imersif, serta penegasan Ouariachi dkk. (2020) bahwa keputusan aktif dalam permainan mampu mengubah pengetahuan pasif menjadi niat perilaku nyata.

Data kualitatif *post-test* turut mengkonfirmasi keberhasilan pendekatan ini secara meyakinkan. Narasi peserta bertransformasi drastis dari ketidaktahuan awal menjadi pemahaman mendalam mengenai prinsip koeksistensi harmonis di alam. Pada akhirnya, penegakan aturan melalui mekanik permainan berbasis teori ini sukses mengajarkan bahwa interaksi manusia dengan satwa rentan mutlak menuntut batasan etika yang ketat.

3. Mini-game 3: "Marine Patrols for the Manta Rays"

Misi penyelamatan dengan elemen *countdown timer* terbukti sukses membentuk urgensi kognitif bagi peserta yang awalnya bersikap apatis. Sejalan dengan elemen waktu dalam taksonomi Toda dkk. (2019), fitur ini menciptakan tekanan positif yang membingkai pelestarian pari manta sebagai isu hidup dan mati. Pemahaman bahwa penundaan aksi berisiko memicu kepunahan permanen inilah yang secara logis menjelaskan lonjakan drastis tingkat kepedulian peserta pada tahap *post-test*.

Selanjutnya, tuntutan mengusir pemburu liar tanpa menabrak pari manta menyajikan simulasi konflik tujuan yang menantang. Penggabungan elemen tantangan dan objektif menurut kerangka

Toda dkk. (2019) ini krusial dalam merangsang keputusan strategis pemain untuk menyadari bahaya perburuan sekaligus kelalaian navigasi. Kegagalan permainan akibat agresi berlebih membuktikan bahwa kehati-hatian mutlak diperlukan untuk melengkapi niat baik, sebuah temuan yang selaras dengan riset Mirza dkk. (2024) terkait kemampuan pemain dalam mengevaluasi prioritas di dalam permainan.

Kesimpulannya, *mini-game Marine Patrols* terbukti efektif merombak perspektif peserta secara fundamental. Integrasi elemen batasan waktu dan tantangan dinamis mengubah pandangan mengenai konservasi dari sekadar pilihan opsional menjadi sebuah kebutuhan mutlak. Simulasi ini juga sukses menanamkan pemahaman krusial mengenai keselamatan laut, terutama dalam mencegah tabrakan kapal yang selama ini menjadi faktor penyebab utama tingginya angka kematian pari manta.

4. Mini-game 4: "Release the Sea Turtle"

Berbeda dengan mekanisme penempatan objek, fitur navigasi menuntut pemain aktif memandu bayi penyu menghindari rintangan dinamis melalui konsep *embodied struggle*. Pendekatan ini memanfaatkan elemen interaksi dalam taksonomi gamifikasi milik Toda dkk. (2019) untuk menghadirkan tantangan fisik yang nyata bagi pemain. Sejalan dengan studi Fjællingsdal dan Klöckner (2020), *Green Games* mampu menyederhanakan interaksi ekologis yang kompleks menjadi pengalaman visual langsung. Dalam hal ini, tingginya angka kematian divisualisasikan secara tegas melalui mekanik tabrakan, yang menurut Werbach dan Hunter (2015) merupakan penerapan mekanik tantangan guna menciptakan batasan yang melatih kewaspadaan serta kedisiplinan pemain.

Mekanik *collision avoidance* ini secara efektif memperkuat ikatan emosional, selaras dengan dinamika emosi yang ditekankan dalam Werbach dan Hunter (2015). Keberhasilan menavigasi rute memicu rasa pencapaian, sementara kegagalan membuahkan tanggung jawab moral. Proses ini mencerminkan pemanfaatan elemen personal dalam gamifikasi yang menurut Toda dkk. (2019) sangat krusial untuk meningkatkan keterlibatan pengguna dalam konteks edukasi. Hasilnya, data kualitatif *post-test* membuktikan bahwa responden kini memandang pelestarian penyu sebagai isu mendesak. Simulasi penyelamatan ini berhasil mengubah persepsi awal yang sekadar mengagumi aspek estetika satwa menjadi pemahaman mendalam akan kerentanan spesies serta pentingnya intervensi manusia untuk bertahan hidup.

5. Mini-game 5: "Protect the Whale Shark"

Pada *mini-game* ini, pemain bertugas menyingkirkan karakter manusia pengganggu alih-alih mengendalikan hiu paus secara langsung melalui mekanik *path protection*. Pendekatan ini merupakan wujud penerapan elemen peran dan lingkungan dalam taksonomi gamifikasi edukasi usulan Toda

dkk. (2019). Hal ini selaras dengan studi Stanitsas dkk. (2019) mengenai *serious games*, di mana peran pengawas terbukti mampu meningkatkan kemampuan penilaian risiko secara substansial. Dengan memanfaatkan elemen batasan aturan seperti yang dijelaskan oleh Werbach dan Hunter (2015), pemain diwajibkan mengidentifikasi dan menyingkirkan turis pelanggar guna menjaga keamanan rute hiu paus. Proses membedakan perilaku aman dan berbahaya melalui simulasi taktis ini jauh lebih efisien ketimbang sekadar membaca papan tata tertib.

Selanjutnya, penerapan mekanik *escort* turut membangun ikatan emosional yang kuat antara pelindung dan pihak yang dijaga. Mengacu pada dinamika emosi dan narasi dalam kerangka kerja Werbach dan Hunter (2015), penggambaran hiu paus sebagai makhluk jinak tak berdaya sukses menanamkan kewajiban moral bagi pemain. Hal ini memperkuat elemen personal dalam skema Toda dkk. (2019), yang secara proaktif memotivasi pemain untuk senantiasa melindungi satwa tersebut dari bahaya.

Upaya mensterilkan rute migrasi dari gangguan manusia ini pada dasarnya adalah bentuk simulasi manajemen risiko. Mengacu kembali pada studi Stanitsas dkk. (2019), *serious games* membantu pemain memahami isu keberlanjutan dengan memperlihatkan dampak nyata dari kegagalan tata kelola lingkungan. Penyajian konsekuensi logis ini merupakan bentuk umpan balik sistem yang krusial menurut Toda dkk. (2019). Pada akhirnya, kegagalan melindungi rute renang hiu paus di dalam permainan akan menyadarkan responden bahwa intervensi manusia sekecil apa pun bisa berakibat sangat fatal bagi kelangsungan hidup spesies endemik ini.

6. Mini-game 6: "Preserve the Coral Reefs"

Mekanik *procedural accuracy* dan *pattern matching* pada permainan ini menegaskan bahwa konservasi terumbu karang menuntut presisi tindakan, bukan sekadar niat baik. Pendekatan ini sejalan dengan elemen objektif dan kepatuhan terhadap aturan dalam taksonomi gamifikasi Toda dkk. (2019), di mana pemain wajib mengikuti panduan orientasi yang tepat saat mencangkok karang. Merujuk pada studi Janakiraman dkk. (2018), *game-based learning* terbukti sangat efektif dalam mengajarkan konsep sains lingkungan yang kompleks melalui simulasi proses teknis. Dalam konteks ini, mekanik permainan yang dikategorikan oleh Werbach dan Hunter (2015) sebagai tantangan terstruktur sukses menyimulasikan kerentanan biologis terumbu karang. Jika orientasi penempelan keliru, proses transplantasi akan otomatis gagal. Pemberian umpan balik instan ini menanamkan kedisiplinan pada pemain sekaligus menekankan bahwa manusia mutlak mematuhi hukum alam, bukan sebaliknya.

Terkait fenomena tingginya skor yang stagnan pada tahap evaluasi, studi Liefländer dan Bogner (2018) menegaskan bahwa intervensi pendidikan bagi individu dengan tingkat kepedulian

tinggi lebih berfungsi untuk menstabilkan pemahaman. Oleh karena itu, *mini-game* ini tidak lagi bertugas merombak pandangan awal peserta. Fokus utamanya beralih pada penanaman *perceived competence*, yakni penguatan keyakinan peserta terhadap kemampuan teknis mereka dalam praktik penyambungan terumbu karang. Pergeseran tujuan ini merepresentasikan pemanfaatan elemen pencapaian kinerja yang ditekankan oleh Toda dkk. (2019). Pada akhirnya, pendekatan tersebut terbukti efektif mengubah kepedulian yang pasif menjadi potensi aksi terampil untuk pelestarian lingkungan nyata.

Kesimpulan

Hasil pengujian *game* edukasi Saukal menunjukkan bahwa tidak ada mekanik tunggal yang paling efektif untuk meningkatkan pemahaman konservasi laut di Berau. Tingkat keberhasilannya sangat bergantung pada pengetahuan dasar pemain serta karakteristik spesifik isu lingkungan yang diangkat. Meskipun demikian, mekanik yang menuntut peran aktif pemain sebagai pelindung atau pengawas terbukti paling ampuh dalam mengubah kepedulian pasif menjadi dorongan untuk melakukan aksi nyata.

Setiap mekanik yang diuji menunjukkan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Mekanik klasifikasi serta pemantauan dan penegakan aturan, seperti pada *mini-game* "Move Out the Trash", "Protect the Jellyfish", dan "Protect the Whale Shark", sangat unggul dalam menanamkan aturan dasar dan etika berinteraksi dengan alam. Keunggulan dari mekanik ini terletak pada kemampuannya untuk mengubah ketidaktahuan menjadi pemahaman tentang perilaku yang aman maupun berbahaya bagi biota laut.

Sementara itu, *mini-game* "Marine Patrols for the Manta Rays" dan "Release the Sea Turtle" secara efektif membangun empati dan rasa urgensi melalui tugas berbatas waktu serta mekanik *collision avoidance*. Tekanan waktu dan tantangan navigasi secara langsung memaparkan pemain pada kerentanan terhadap makhluk laut. Akan tetapi, kelemahannya adalah adanya peningkatan beban kognitif yang dapat memicu rasa frustrasi pada pemain jika tantangannya terlalu sulit, sehingga pada akhirnya berisiko menghambat penyampaian pesan edukasi.

Di sisi lain, ada temuan yang sangat menarik terkait mekanik *Procedural Accuracy / Pattern Matching* di *mini-game "Preserve the Coral Reefs"*. Mekanik ini memunculkan *ceiling effect*, di mana nilai pemain sebelum dan sesudah bermain sama-sama tinggi karena sejak awal mereka memang sudah sangat peduli dengan isu terumbu karang. Walaupun mekanik ini seolah tidak memberikan perubahan sikap yang drastis, keunggulan utamanya justru terletak pada kemampuannya membangun kepatuhan teknis. Pemain jadi belajar bahwa kelestarian alam tidak cukup hanya bermodal niat mulia,

tetapi juga butuh ketelitian dan langkah-langkah prosedural yang tepat agar tidak berujung pada kegagalan.

Kesimpulannya, perancang *game* edukasi lingkungan wajib menyelaraskan mekanik dengan tujuan pembelajaran. Mekanik *monitoring* sangat efektif untuk mengenalkan ancaman laut yang belum dikenal luas, sementara mekanik *time-bounded* ideal untuk memicu rasa urgensi. Bagi pemain dengan tingkat kepedulian tinggi, mekanik *procedural accuracy* adalah pilihan paling tepat guna membekali mereka dengan pemahaman teknis. Keselarasan strategis antara mekanik dan profil pemain inilah yang menjadi kunci utama keberhasilan edukasi konservasi dalam *game* Saukal.

Penelitian selanjutnya perlu berfokus pada observasi jangka panjang guna menguji apakah nilai edukasi *game* Saukal bertahan menjadi kebiasaan nyata, bukan sekadar dampak instan. Sangat penting untuk mengamati langsung perilaku pemain saat berlibur ke Derawan, seperti konsistensi mereka dalam menolak plastik sekali pakai atau keberanian menegur wisatawan yang melanggar aturan interaksi dengan hiu paus. Selain itu, penambahan fitur multipemain patut dieksplorasi untuk meneliti efektivitas kolaborasi tim dalam upaya pelestarian lingkungan.

Referensi

Ahmadov, T., Karimov, A., Durst, S., Saarela, M., Gerstlberger, W., Wahl, M. F., & Karkkainen, T. (2025). A two-phase systematic literature review on the use of serious games for sustainable environmental education. *Interactive Learning Environments*, *33*(3), 1945–1966. https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2414429

Aleem, S., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2016). Game development software engineering process life cycle: A systematic review. *Journal of Software Engineering Research and Development*, *4*(1), 6. https://doi.org/10.1186/s40411-016-0032-7

Boncu, Ștefan, Candel, O.-S., & Popa, N. L. (2022). Gameful Green: A Systematic Review on the Use of Serious Computer Games and Gamified Mobile Apps to Foster Pro-Environmental Information, Attitudes and Behaviors. *Sustainability*, *14*(16), 10400. https://doi.org/10.3390/su141610400

Fjællingsdal, K. S., & Klöckner, C. A. (2019). Gaming Green: The Educational Potential of Eco – A Digital Simulated Ecosystem. *Front. Psychol*, *10:2846*, 2846. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02846

Fjællingsdal, K. S., & Klöckner, C. A. (2020). Green Across the Board: Board Games as Tools for Dialogue and Simplified Environmental Communication. *Simulation & Gaming*, *51*(5), 632–652. https://doi.org/10.1177/1046878120925133

Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (n.d.). *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research*.

Janakiraman, S., Watson, S. L., & Watson, W. R. (2018). Using Game-based Learning to Facilitate Attitude Change for Environmental Sustainability. *Journal of Education for Sustainable Development*, *12*, 176–185. https://doi.org/10.1177/0973408218783286

Jo, Y., & Shin, H. (2025). Can Gamification and Augmented Reality (AR) Revitalize Declining Destinations? Investigating its Impact on Tourist Attitudes and Behavior. *Journal of Travel Research*. https://doi.org/10.1177/00472875251332961

Liefländer, A. K., & Bogner, F. X. (2018). Educational impact on the relationship of environmental knowledge and attitudes. *Environmental Education Research*, *24*(6), 611–624. https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1188265

Minas, D., Xenos, M., & Papatheodorou, D. (2024). A Serious Game for Environmental Education Utilizing 3D Virtual Worlds. *2024 IEEE Gaming, Entertainment, and Media Conference (GEM)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/gem61861.2024.10585526

Mirza, M., Lukosch, S., & Lukosch, H. (2024). Exploring the effects of time pressure and distracting elements in an Augmented Reality game for emergency preparedness. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *114*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104900

Ouariachi, T., Li, C. Y., & Elving, W. J. (2020). Gamification approaches for education and engagement on pro-environmental behaviors: Searching for best practices. *Science Communication*, *42*(2), 141–166. https://doi.org/10.1177/1075547020917695

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER.17/MEN/2008 tentang Kawasan Konservasi di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, PER.17/MEN/2008 Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia 23 (2008). https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/273

Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, *69*, 371–380. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033

Senka, G., Tramonti, M., Dochshanov, A. M., Jesmin, T., Terasmaa, J., Tsalapatas, H., Heidmann, O., Caeiro-Rodriguez, M., & Vaz de Carvalho, C. (2024). Using a Game to Educate About Sustainable Development. *Multimodal Technologies and Interaction*, *8*(11), 96.

Srdanović, P., Skala, T., & Maričević, M. (2024). InHeritage—A Gamified Mobile Application with AR and VR for Cultural Heritage Preservation in the Metaverse. *Applied Sciences*, *15*(1), 257. https://doi.org/10.3390/app15010257

Stanitsas, M., Kirytopoulos, K., & Vareules, E. (2019). Facilitating sustainability transition through serious games: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, *208*, 924–936. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.157

Tangri, K., Ibrahim, A., Saeed, N. M. S. E., Abualkishik, A., Alomoush, R. A., & Altarawneh, A. M. A. (2024). Gamified Learning: Understanding the Influence of Video Game Behaviour on Sustainable Energy Education. *2nd International Conference on Cyber Resilience (ICCR)*. https://doi.org/10.1109/ICCR61006.2024.10533110

Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S., & Cristea, A. I. (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy. *Smart Learning Environments*, *6*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1

Videnovik, M., Vold, T., Kiønig, L., Madevska Bogdanova, A., & Trajkovik, V. (2023). Game-based learning in computer science education: A scoping literature review. *International Journal of STEM Education*, *10*(1), 54. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00447-2

Werbach, K., & Hunter, D. (2015). *The Gamification Toolkit – Dynamics, Mechanics, and Components for the Win*. Wharton School Press.

Werbach, K., & Hunter, D. (2020). *For the win: The power of gamification and game thinking in business, education, government, and social impact* (Revised and updated edition). Wharton School Press. https://doi.org/10.9783/9781613631041

Yamaguchi, Y., & Mitsuhashi, Y. (2024). The Introduction Regarding an Implementation of Local Revitalization RPG in Ishinomaki City. *2024 IEEE Gaming, Entertainment, and Media Conference (GEM)*, 1–3. https://doi.org/10.1109/gem61861.2024.10585639

Zhang, S., Liu, Y., & Chen, Y. (2024). Technology-enhanced digital game-based learning for environmental literacy: Catalyzing attitude change in learners. *Frontiers in Education*, *9*, 128–142. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.128142

journal of
animation and
games
studies

jags

Journal of Animation and Games Studies
e-ISSN:2502-499x; ISSN(cetak):2460-5662
e-mail: jags@isi.ac.id
http://www.journal.isi.ac.id/index.php/jags

Vol 12, No 2 (2026)

Oktober 2026

DOI: https://doi.org/10.24821/jags.v12i2

Table of Contents

Artikel

Mengurai Peran Mekanik Game: Studi Eksperimental Peningkatan Kesadaran Konservasi Laut melalui Mobile Game Saukal — PDF (BAHASA INDONESIA) — 97-118
Andre Andre, Hendra Dinata, Felix Lokianto

Antara Visual dan Narasi: Studi Komparatif Sinematografi Cutscene dalam Konteks Video game Global dan Indonesia Menggunakan Pendekatan Autoetnografi — PDF (BAHASA INDONESIA) — 119-132
Agnisa Maulani Wisesa, Nuril Kusuma Wardani

Development Of An Interactive Educational Game Using Mit App Inventor: (A Case Study Of The Catch Rabbit Game) — PDF — 133-144
Putri Ariatna Alia, Agung Teguh Setyadi, Firnanda Pristiana Nurmaida, Ahmad Ramadhani, Rizki Dwi Irianti

Inklusivitas Produksi Aset Digital: Studi Kasus Pemodelan Low Poly Buruh Gendong dengan AI Generatif — PDF (BAHASA INDONESIA) — 145-154
Tanto Harthoko, Syaifudin Syaifudin, Andri Nur Patrio, Mahendradewa Suminto

Pengembangan Game FPS (First Person Shooter) Bertema Permainan Tradisional Pletokan Menggunakan Unity3D — PDF (BAHASA INDONESIA) — 155-168
Ahmad Ar-Rosyid Hidayatullah, Andre Eka Ferdiansyah, bagus satria putra anugrah, Wahyudi Firmasyah

Penerapan Teknik Hybrid menggunakan Toon Boom untuk Fleksibilitas Gerak Karakter Film Animasi 2D — PDF (BAHASA INDONESIA) — 169-182
Sabrina Dea Cahyadi, Nuria Indah Kurnia Dewi, Rahmat Aditya Warman

Journal of Animation and Games Studies (JAGS) - ISSN 2460-5662 (print) || 2502-499X **(online)**

Visitor Number : 00222274 View JAGS Stats

Journal of Animation and Games Studies
e-ISSN:2502-499x; ISSN(cetak):2460-5662
e-mail: jags@isi.ac.id
http://www.journal.isi.ac.id/index.php/jags

Editorial Team

Editor in Chief (Journal Manager)

Tegar Andito, Program Studi Animasi, Institut Seni Indonesia Yogyakarta, Indonesia

Editors

Agni Saraswati, Winchester School of Art, University of Southampton, United Kingdom, United Kingdom
Agnes Karina Pritha Atmani, [SINTA Id: 6190127] Program Studi S3 Kajian Budaya dan Media, Universitas Gajah Mada., Indonesia
Arwin Purnama Jati, Universitas Katolik Soegijapranata
Ginanjar Setyo Nugroho, Institut Seni Indonesia Yogyakarta, Indonesia
Kathryn Widhiyanti, [Sinta ID: 6131930] Progam Studi S3 Kajian Budaya dan Media, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Mohammad Arifian Rohman, Program Studi Animasi Jurusan Televisi Fakultas Seni Media Rekam, Indonesia
Nissa Fijriani, Prodi Animasi Fakultas Seni Media Rekam Institut Seni Indonesia Yogyakarta, Indonesia
Nuria Indah Kurnia Dewi, Animation Departement ISI Yogyakarta

Journal of Animation and Games Studies (JAGS) - ISSN 2460-5662 (print) || 2502-499X **(online)**

Visitor Number : 00222276 View JAGS Stats

Kementerian Pendidikan Tinggi,
Sains, dan Teknologi

SERTIFIKAT

Akreditasi Jurnal

TERAKREDITASI

No. SK : 355/DST/D.D1/HM.01.01/2026 **Tanggal : 24 Juli 2026**

Direktur Penelitian, dan Pengabdian kepada Masyarakat

dengan ini memberikan kepada

Journal of Animation and Games Studies

EISSN : 2502499X
Publisher : Program Studi Animasi Fakultas Media
Rekam Institut Seni Indonesia Yogyakarta

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode II 2025

Akreditasi Ulang di Peringkat 4 mulai
Volume 11 Nomor 2 Tahun 2025 Sampai Volume 16 Nomor 1 Tahun 2030

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

I Ketut Adnyana
NIP 196805151994031004