

Guardians of Heritage: Pengembangan Game Edukasi Tower Defense untuk Pengenalan Situs Budaya Yogyakarta

Ihwan Dwi Rizky Fitriawan
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
21523249@students.uui.ac.id

Rahadian Kurniawan
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
rahadiankurniawan@uui.ac.id

Abstract— Pelestarian dan pengenalan situs budaya membutuhkan media edukasi yang tidak hanya informatif, tetapi juga mampu melibatkan pengguna secara aktif. Namun, penyampaian materi sejarah/budaya masih sering bersifat pasif dan kurang selaras dengan pola konsumsi media generasi muda, sehingga keterlibatan dan pemahaman tentang situs budaya belum optimal. Penelitian ini mengembangkan *Guardians of Heritage*, sebuah game edukasi bergenre *tower defense* pada platform PC yang mengangkat tiga situs budaya di Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu Panggung Krapyak, Benteng Vredenburg, dan Candi Sambisari. Pengembangan dilakukan menggunakan pendekatan *Research and Development* dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Materi budaya diintegrasikan ke dalam pengalaman bermain melalui *micro-card* (informasi singkat pada jeda antar-wave), *micro-task* (kuis cepat di sela permainan), serta ensiklopedia dalam game sebagai referensi yang dapat diakses ulang. Evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan: (1) uji *usability* menggunakan *USE Questionnaire* dan (2) uji pemahaman menggunakan *pre-test* dan *post-test*. Hasil evaluasi menunjukkan game dinilai bermanfaat, memberikan pengalaman bermain yang memuaskan, serta mudah digunakan oleh target pengguna. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan *tower defense* dengan penyajian materi berbasis *microlearning* berpotensi menjadi media edukasi interaktif untuk pengenalan situs budaya.

Keywords— edukasi, gim serius, situs budaya, tower defense

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi membuat game digital semakin dekat dengan kehidupan generasi muda dan berpotensi dimanfaatkan sebagai media belajar yang menyajikan materi secara interaktif. Namun, literatur menegaskan bahwa efektivitas pembelajaran melalui game tidak terjadi secara otomatis; hasil belajar sangat dipengaruhi oleh rancangan game, kesesuaian antara tujuan belajar dan mekanik permainan, serta cara evaluasinya. Karena itu, pengembangan *serious game* perlu dirancang secara terstruktur agar elemen hiburan benar-benar mendukung tujuan edukasi [1].

Di sisi lain, pelestarian dan pengenalan situs budaya masih menghadapi tantangan karena materi sejarah/budaya sering disajikan secara tekstual atau pasif, sementara keterlibatan generasi muda dalam aktivitas yang berkaitan dengan situs sejarah belum merata. Secara kuantitatif, skala aset budaya yang perlu dilestarikan sangat besar: hingga 31 Desember 2022 Indonesia tercatat memiliki 4.760 cagar budaya dan 450 museum; sementara DI Yogyakarta memiliki 685 cagar budaya dan 36 museum [2]. Namun, keterpaparan publik pada peninggalan sejarah/warisan budaya masih relatif terbatas; pada 2012 hanya 2,51% penduduk usia ≥ 10 tahun mengunjungi peninggalan sejarah/warisan budaya (meningkat menjadi 10,9% pada 2018) [3]. Pada kelompok usia muda,

studi berbasis kuesioner juga melaporkan kecenderungan remaja lebih menyukai budaya luar dibanding budaya lokal [18]. Temuan-temuan ini mengindikasikan perlunya media edukasi budaya yang lebih relevan dan menarik untuk meningkatkan pemahaman serta kepedulian mahasiswa.

Berbagai penelitian telah mengembangkan game edukasi budaya dan menunjukkan potensi peningkatan minat maupun pengetahuan, misalnya melalui eksplorasi wisata-budaya daerah dan pengenalan budaya lokal berbasis Android [4], [5]. Di tingkat internasional, tinjauan game serius pada ranah *cultural heritage* juga menegaskan bahwa game dapat meningkatkan engagement melalui narasi, eksplorasi, tantangan, dan umpan balik [6]. Meski demikian, masih terbuka ruang pengembangan game edukasi budaya yang dirancang sistematis untuk remaja-mahasiswa (19-23 tahun), terutama yang memanfaatkan format permainan strategis untuk mengintegrasikan aktivitas *problem-solving* dengan tujuan belajar.

Penelitian ini mengusulkan game edukasi bertema situs budaya dengan genre *tower defense*. Genre ini menuntut perencanaan, pengambilan keputusan, dan pengelolaan sumber daya, sehingga relevan sebagai wadah aktivitas kognitif (*problem-solving*) dan bukan sekadar respons refleks. Dalam konteks edukasi budaya, mekanik “mempertahankan” area dapat diposisikan sebagai analogi mempertahankan warisan budaya dari berbagai ancaman; struktur tantangan serta umpan balik *Tower Defense* juga relatif jelas untuk dipetakan ke tujuan belajar. Sejumlah implementasi *tower defense* bertema konten budaya telah dilaporkan, dan kajian juga menegaskan aktivitas bermain *Tower Defense* berasosiasi dengan *problem-solving* yang kompleks [7], [8].

Cakupan penelitian dibatasi pada **DI Yogyakarta** dan konten edukasi difokuskan pada tiga situs budaya sebagai tiga stage utama dalam permainan. Penyampaian materi tidak disajikan sebagai teks panjang, tetapi dipadatkan menjadi potongan informasi ringkas (*micro-card*) pada momen tertentu dan diperkuat melalui tugas/pertanyaan singkat (*micro-task*) untuk mendorong *retrieval practice* [9].

Proses pengembangan mengikuti model ADDIE agar analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan evaluasi berjalan sistematis. Evaluasi berfokus pada dua aspek: (1) *usability* menggunakan *USE Questionnaire* (*Usefulness, Ease of Use, Satisfaction*), dan (2) capaian pembelajaran melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengenalan fakta tiap situs. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada (a) pemetaan mekanik *Tower Defense* sebagai analogi ancaman dan strategi pelestarian situs budaya, (b) rancangan penyajian materi tersegmentasi melalui *micro-card* dan *micro-task*, serta (c) evaluasi *usability* dan dampak pembelajaran pada pengguna.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. *Serious Game sebagai Media Pembelajaran*

Serious game telah digunakan sebagai media pembelajaran karena mampu menggabungkan unsur permainan dengan tujuan instruksional, sehingga pembelajaran dapat berlangsung lebih menarik dan mendorong keterlibatan pengguna. Meta-analisis oleh Wouters dkk. menunjukkan bahwa *serious game* dapat memberikan dampak positif terhadap aspek kognitif dan motivasional pembelajar, sehingga relevan dijadikan media edukasi dibanding penyampaian materi yang sepenuhnya pasif [1]. Dengan demikian, pengembangan game edukasi perlu mempertimbangkan keterpaduan mekanik permainan, penyajian materi, serta evaluasi agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

B. *Serious Game pada Ranah Cultural Heritage*

Dalam ranah *cultural heritage*, *serious game* dipandang berpotensi meningkatkan minat dan keterlibatan pengguna terhadap materi budaya. DaCosta dan Kinsell merangkum praktik dan pertimbangan desain *serious game* untuk *cultural heritage*, dan menekankan bahwa efektivitas game tidak hanya bergantung pada tema budaya, melainkan pada bagaimana tujuan belajar diterjemahkan menjadi aktivitas bermain yang bermakna bagi pengguna [6]. Landasan ini penting karena penelitian ini memfokuskan pengembangan game yang tidak hanya menampilkan tema situs budaya, tetapi juga merancang mekanisme penyampaian fakta situs secara terstruktur.

C. *Game Edukasi Budaya dan Penelitian Sejenis di Indonesia*

Di Indonesia, game edukasi budaya telah dikembangkan untuk pengenalan budaya lokal, misalnya eksplorasi wisata-budaya Tasikmalaya [4] dan budaya Flores berbasis Android [5]. Selain itu, terdapat pengembangan tower defense untuk pengenalan rumah adat dengan dukungan fitur ensiklopedia [19], *tower defense* bertema sejarah Puputan Margarana berbasis level [20], serta *board game* budaya Nusantara berbasis *flashcard* [21]. Secara umum, materi budaya pada penelitian-penelitian tersebut sering disajikan melalui fitur informasi (ensiklopedia/*flashcard*) atau narasi/level, sehingga peluang integrasi strategi penguatan retensi yang lebih sistematis di dalam loop permainan masih terbuka.

D. *Tower Defense sebagai Media Edukasi*

Genre *tower defense* menuntut perencanaan, pengambilan keputusan, dan pengelolaan sumber daya, sehingga berpotensi memfasilitasi problem-solving. Hernández dkk. menunjukkan adanya peluang belajar (matematika) saat bermain tower defense [8]. Angkoso dkk. juga memperlihatkan integrasi konten budaya lokal pada tower defense dan fokus pada aspek optimasi (greedy algorithm) [7]. Namun, kajian tersebut belum banyak membahas integrasi strategi pembelajaran yang terstruktur di dalam momen bermain; karena itu *tower defense* dipilih sebagai kerangka strategi sekaligus analogi “pertahanan” situs budaya.

E. *Microlearning dan Retrieval Practice untuk Pembelajaran Fakta*

Microlearning merupakan pendekatan pembelajaran dengan materi yang disajikan dalam potongan ringkas dan terfokus, sehingga memudahkan pemahaman dan retensi pada waktu belajar yang terbatas. Monib dkk. merangkum

microlearning melalui tinjauan sistematis serta menekankan potensinya untuk meningkatkan hasil belajar jika dirancang dengan struktur penyampaian yang tepat [10].

Selain itu, *retrieval practice* (testing effect) menunjukkan bahwa latihan mengingat kembali informasi melalui tes/kuis dapat meningkatkan retensi jangka panjang. Roediger dan Karpicke menunjukkan bahwa pengujian memori mampu meningkatkan retensi jangka panjang dibanding belajar ulang tanpa tes [9]. Endres membahas mekanisme di balik testing effect melalui investigasi *retrieval practice* pada pembelajaran bermakna [11], sedangkan Ritchie dkk. menunjukkan bahwa *retrieval practice* dapat meningkatkan pembelajaran fakta pada konteks pendidikan dasar [12]. Pastötter dan Bäuml juga menjelaskan efek “forward testing” yang dapat membantu pembelajaran materi baru setelah aktivitas tes [15]. Berdasarkan temuan tersebut, *microlearning* yang dipadukan dengan *retrieval practice* relevan untuk materi faktual situs budaya yang perlu dikuasai melalui paparan ringkas dan penguatan retensi.

F. *Model Pengembangan dan Evaluasi Usability*

Penelitian ini mengadopsi ADDIE sebagai model desain instruksional untuk mengarahkan proses pengembangan secara sistematis dari analisis kebutuhan hingga evaluasi. Spatioti dkk. membahas penggunaan ADDIE pada konteks pendidikan jarak jauh dan menegaskan relevansi ADDIE sebagai kerangka pengembangan pembelajaran [14]. Dalam konteks penelitian pengembangan, Gustiani menjelaskan metode Research and Development (R&D) sebagai model desain dalam penelitian pendidikan [17].

Untuk evaluasi pengalaman pengguna, penelitian ini menggunakan USE Questionnaire yang mengukur *usefulness*, *satisfaction*, dan *ease of use*. Gao dkk. mengevaluasi aspek reliabilitas dan validitas USE Questionnaire [13], sedangkan Lund memperkenalkan USE sebagai instrumen untuk mengukur *usability* [16]. Pemilihan USE mendukung kebutuhan evaluasi *usability* yang terstruktur pada game yang dikembangkan.

G. *Research Gap dan Posisi Kontribusi Penelitian*

Berdasarkan kajian pustaka, penelitian *serious game* menunjukkan potensi game untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi [1], serta praktik desain untuk *cultural heritage* menekankan pentingnya keterpaduan tujuan belajar dan aktivitas bermain [6]. Penelitian di Indonesia telah mengeksplorasi game edukasi budaya [4], [5] dan tema budaya/sejarah (misalnya rumah adat dan sejarah) juga telah dikembangkan dalam bentuk *tower defense* maupun board game [19]–[21]. Selain itu, *tower defense* telah ditunjukkan menyediakan peluang belajar melalui *problem-solving* [8], dan konten budaya lokal juga dapat diintegrasikan pada genre ini [7]. Di sisi strategi belajar, *microlearning* dan *retrieval practice* terbukti efektif untuk pembelajaran fakta dan retensi jangka panjang [9], [11]–[13], [16].

Namun, masih terbatas penelitian yang secara eksplisit menerapkan genre strategi *tower defense* untuk edukasi situs budaya (khususnya konteks situs budaya Indonesia), mengintegrasikan *microlearning* sebagai micro-card dan *retrieval practice* sebagai micro-task yang muncul terjadwal di dalam *loop wave* (bukan hanya menu informasi/*flashcard* terpisah), dan mengevaluasi solusi melalui pendekatan yang mencakup *usability* (USE Questionnaire) serta indikator pemahaman/retensi yang sesuai terhadap fakta situs budaya. Oleh karena itu, penelitian ini memposisikan kontribusinya

pada pengembangan game *tower defense* sebagai media edukasi situs budaya yang mengintegrasikan micro-card, micro-task, dan ensiklopedia dalam alur bermain, serta evaluasi *usability* dan pemahaman pemain setelah bermain.

III. METODOLOGI

Penelitian ini menerapkan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) sebagai kerangka desain instruksional untuk pengembangan game edukasi, mulai dari perumusan tujuan pembelajaran, perancangan pengalaman belajar, implementasi media, hingga evaluasi hasil [14]. Game dikembangkan pada platform PC dengan game *loop tower defense* yang terdiri dari tiga fase: *build phase*, *wave phase*, dan *end condition phase* (berhasil atau gagal). Sumber daya utama meliputi anggaran sebagai *currency* untuk membangun/meningkatkan tower dan reputasi sebagai “*health*” situs yang harus dipertahankan. Tiga stage merepresentasikan Panggung Krapyak, Benteng Vredeburg, dan Candi Sambisari. Konten edukasi diintegrasikan melalui micro-card (informasi bertopik di sela wave) dan micro-task (pertanyaan singkat untuk menguji pemahaman pemain terkait materi situs dan isu pelestarian).

A. Analisis

Pada tahap Analisis, penulis mengidentifikasi masalah rendahnya keterlibatan pengguna muda terhadap materi pengenalan situs budaya ketika disajikan secara pasif dan memformulasikan kebutuhan akan media interaktif yang menuntut strategi dan pengambilan keputusan. Ditentukan tujuan pembelajaran agar setelah bermain pengguna mampu mengenali fakta kunci tiap situs (sejarah, fungsi, arsitektur, status pelestarian), memahami ancaman yang dihadapi situs, serta menyadari peran masyarakat dalam pelestarian. Materi difokuskan pada tiga situs tersebut dan dipecah menjadi butir-butir informasi yang nantinya dituangkan ke dalam micro-card dan dijadikan dasar penyusunan soal micro-task.

Untuk penyusunan materi, penulis melakukan studi literatur terarah dengan memprioritaskan sumber daring resmi (portal pemerintah/instansi dan pengelola situs). Informasi yang relevan dengan tujuan pembelajaran diekstraksi menjadi butir fakta ringkas, kemudian dipetakan menjadi micro-card dan dijadikan dasar penyusunan micro-task serta entri ensiklopedia. Sebelum diimplementasikan ke dalam game, dilakukan validasi berbasis sumber melalui triangulasi dokumen dan pemeriksaan internal: setiap butir fakta (termasuk fakta yang diuji pada micro-task) dicocokkan dengan minimal dua sumber resmi yang berbeda dan dicatat rujukannya agar dapat ditelusuri (nama instansi/halaman sumber). Selanjutnya, penulis memeriksa konsistensi pada seluruh kanal penyajian (micro-card, micro-task, ensiklopedia), termasuk konsistensi istilah, penulisan nama/lokasi, dan kronologi. Jika ditemukan variasi istilah atau perbedaan informasi antar sumber, penulis memprioritaskan rujukan yang paling otoritatif/relevan (misalnya instansi pengelola atau portal pemerintah) dan menyesuaikan redaksi agar tidak menimbulkan interpretasi keliru.

B. Desain

Tahap Design menghasilkan rancangan terperinci dari sisi gameplay dan pembelajaran. Struktur permainan mengikuti pola *tower defense* dengan fase persiapan, fase serangan (*wave*), serta kondisi menang/kalah berdasarkan reputasi akhir dan jumlah ancaman yang lolos. Stage dirancang dengan eskalasi kompleksitas: satu jalur serangan pada Panggung Krapyak, dua jalur bergantian pada Benteng Vredeburg, serta

dua jalur simultan dengan jendela serangan padat pada Candi Sambisari.

Dari sisi pembelajaran, micro-card dirancang sebagai micro-content yang muncul pada jeda antar-wave sehingga selaras dengan prinsip *microlearning* [10]. Micro-task berupa pertanyaan singkat tentang fakta situs maupun konsep pelestarian budaya yang muncul di antara/selama wave sebagai bentuk retrieval practice, yang diketahui dapat meningkatkan retensi dan mendukung pembelajaran jangka panjang [11]–[12]. Selain itu, disusun instrumen pre-test dan post-test berisi 22 butir pilihan ganda yang mencakup pengetahuan umum situs. Pada tahap ini juga disusun kuesioner *usability* berbasis USE *Questionnaire* yang diorganisasi ke dalam tiga aspek: *Usefulness*, *Satisfaction*, dan *Ease of Use* [13]. Instrumen USE diadaptasi menjadi 12 butir pernyataan dengan skala Likert 5 tingkat (1–5) dari Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju [13].

C. Development

Pada tahap Development, rancangan tersebut direalisasikan menjadi game yang dapat dimainkan. Penulis mengimplementasikan *loop tower defense*, sistem tower dan musuh, mekanisme anggaran dan reputasi, serta kondisi menang/kalah sesuai desain. Tiga stage beserta parameter kesulitannya (jumlah *wave*, kecepatan musuh, jalur serangan, biaya tower, dan sebagainya) dibangun secara bertahap. Konten edukasi kemudian diintegrasikan: micro-card menampilkan fakta-fakta kunci Panggung Krapyak, Benteng Vredeburg, dan Candi Sambisari pada jeda antar-wave, sedangkan micro-task memunculkan pertanyaan berbasis materi tersebut dengan umpan balik jawaban secara langsung.

Setelah implementasi awal, dilakukan uji internal (*alpha testing*) untuk memastikan game dapat diselesaikan tanpa crash, alur stage dan *wave* berjalan sesuai rancangan, serta seluruh micro-card dan micro-task muncul dan tercatat dengan benar. Temuan pada *alpha testing* (misalnya bug, ketidakkonsistenan antarmuka, dan keterbacaan teks) digunakan sebagai dasar perbaikan iteratif sebelum pengujian beta.

D. Implementation

Tahap Implementation merupakan penerapan game kepada pengguna yang mewakili target audiens, yaitu mahasiswa usia 19–23 tahun yang mampu mengoperasikan PC. Responden direkrut dari komunitas pengembang gim di kampus penulis menggunakan *purposive sampling*. Pada penelitian ini, jumlah responden yang berhasil dihimpun adalah $N = 10$ sehingga pengujian ini merupakan uji *usability* skala kecil yang digunakan untuk menilai kelayakan awal dan memperoleh umpan balik perbaikan.

Pada tahap ini dilakukan uji coba beta (*beta testing usability*). Pengujian dilaksanakan pada 6 Desember 2025. Prosedur dilakukan berurutan: (1) responden mengerjakan *pre-test* pengetahuan (22 butir pilihan ganda), (2) responden memainkan game selama ± 20 menit (mencakup hingga menyelesaikan Stage 3) dan mencoba fitur inti: pemilihan stage, pembangunan dan *upgrade* tower, penggunaan fitur *destroy/refund*, interaksi dengan micro-card dan micro-task, serta akses menu ensiklopedia, (3) responden mengerjakan *post-test* dengan butir yang sama, dan (4) responden mengisi kuesioner USE 12 butir dengan skala Likert 5 tingkat. Prosedur ini menempatkan responden pada konteks penggunaan nyata sebelum penilaian *usability* dan pengukuran perubahan pengetahuan dilakukan.

E. Evaluation

Tahap Evaluation dilakukan dengan menganalisis data kuantitatif dari uji capaian pembelajaran menggunakan *pre-test* dan *post-test* serta uji *usability* menggunakan USE Questionnaire. Selain data kuantitatif, dikumpulkan data kualitatif berupa komentar/masukan responden selama sesi bermain (misalnya temuan bug, ketidakjelasan instruksi, atau saran perbaikan antarmuka). Masukan tersebut dicatat sebagai catatan observasi/*feedback*, kemudian dirangkum dan dikelompokkan (misalnya: bug teknis, masalah antarmuka, masalah kejelasan instruksi/tujuan, dan keterbacaan teks) sebagai dasar iterasi perbaikan.

Untuk pengukuran capaian pembelajaran, skor *pre-test* dan *post-test* dihitung sebagai jumlah jawaban benar pada 22 butir pilihan ganda (1 untuk benar, 0 untuk salah), sehingga rentang skor berada pada 0–22. Perubahan capaian belajar dianalisis melalui perbandingan skor *pre-test* dan *post-test* pada responden yang sama (N=10). Selain pelaporan deskriptif (rata-rata skor *pre-test*, *post-test*, dan selisih rata-rata), signifikansi peningkatan dianalisis menggunakan uji t berpasangan (*two-tailed*, $\alpha=0,05$) untuk menilai apakah perbedaan skor sebelum dan sesudah bermain bersifat signifikan.

Untuk uji *usability*, responden mengisi USE Questionnaire dengan skala Likert 1–5 (sangat tidak setuju hingga sangat setuju). Skor tiap butir pernyataan dijumlahkan dan dirata-ratakan untuk memperoleh rata-rata skor. Rata-rata skor pada aspek *Usefulness*, *Ease of Use*, dan *Satisfaction* dihitung dengan merata-ratakan skor butir-butir yang termasuk dalam masing-masing aspek [13]. Nilai rata-rata kemudian diinterpretasikan menggunakan kategori berdasarkan rentang skala 1–5, dengan interval kelas yang dihitung sebagai (skor maksimum - skor minimum)/jumlah kategori. Hasil pengolahan disajikan dalam tabel yang menampilkan nilai rata-rata dan kategori untuk masing-masing aspek USE.

Untuk menginterpretasikan nilai rata-rata, digunakan kategori berdasarkan rentang skala 1-5. Rentang kelas (interval) dihitung dengan rumus:

$$I = (X - Y)/k \quad (1)$$

Dengan keterangan:

$X = \text{skor tertinggi}$ (5)

$Y = \text{skor terendah}$ (1)

$k = \text{jumlah kategori}$ (5).

Dengan demikian, $I = (5 - 1)/5 = 0,8$.

Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel yang menampilkan nilai rata-rata dan kategori untuk masing-masing aspek USE. Selain itu, komentar terbuka dari responden selama uji coba juga diperhatikan untuk mengidentifikasi aspek positif maupun area yang perlu perbaikan. Pada tabel 1 dipaparkan acuan yang penulis gunakan dalam pemberian kriteria untuk respon pengguna.

Tabel 1. Kriteria interpretasi skor likert (skala 1-5)

Rentang skala	Keterangan
1,00-1,80	Sangat Tidak Setuju
1,81-2,60	Tidak Setuju
2,61-3,40	Netral

Rentang skala	Keterangan
3,41-4,20	Setuju
4,21-5,00	Sangat Setuju

Keterbatasan jumlah responden pada studi pilot ini membuat hasil bersifat deskriptif dan terutama digunakan sebagai dasar iterasi perbaikan; pengujian lanjutan dengan jumlah partisipan lebih besar diperlukan untuk memperkuat generalisasi temuan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah game edukasi bergenre *tower defense* bertema pelestarian situs budaya Yogyakarta yang ditujukan untuk remaja akhir dan mahasiswa. Pemain berperan sebagai tim penjaga tiga situs budaya, yaitu Panggung Krapyak, Benteng Vredeburg, dan Candi Sambisari, yang harus mempertahankan reputasi situs sambil menghalau berbagai ancaman. Hasil pengembangan tidak hanya berupa prototipe game yang dapat dimainkan di PC, tetapi juga struktur “kurikulum mini” yang memetakan topik-topik edukasi ke dalam *stage*, *wave*, dan kanal penyampaian materi, serta hasil uji *usability* menggunakan USE Questionnaire.

A. Hasil

1) Analisis (Analysis)

Pada tahap analisis, tujuan pembelajaran dalam game dirumuskan untuk membantu pemain mengenali fakta kunci dari tiap situs budaya yang diangkat. Ruang lingkup materi difokuskan pada tiga situs budaya Yogyakarta (Panggung Krapyak, Benteng Vredeburg, dan Candi Sambisari), dengan penekanan pada informasi dasar seperti lokasi, fungsi awal, kronologi singkat, ciri arsitektur, serta isu pelestarian yang relevan bagi pemain. Analisis juga mempertimbangkan karakteristik pengguna sasaran yang memainkan game pada perangkat PC, sehingga materi dirancang agar dapat disisipkan tanpa mengganggu ritme permainan dan tetap dapat diuji melalui pengukuran capaian pembelajaran.

2) Desain (Design)

Tiga stage disusun dengan tingkat kompleksitas meningkat: Stage 1 (Panggung Krapyak) sebagai pengenalan mekanik dengan satu jalur serangan, Stage 2 (Benteng Vredeburg) dengan dua jalur bergantian dan variasi ancaman lebih beragam, dan Stage 3 (Candi Sambisari) dengan dua jalur simultan dan momen serangan padat (*swarm*). Ringkasan spesifikasi tiap stage disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Detail stage

Stage	Situs	Jumlah jalur	Jumlah Wave	Tipe ancaman
1	Panggung Krapyak	1	3	Oknum developer dan penjarah situs
2	Benteng Vredeburg	2	5	Penjarah situs dan provokator sosial
3	Candi Sambisari	2	7	Penjarah situs, provokator sosial dan ekskavator ilegal

Tiga jenis tower utama dirancang untuk mewakili strategi pelestarian yang berbeda. Pos Dokumentasi berfokus pada penandaan dan serangan target tunggal, Pusat Informasi memberikan efek area yang melemahkan ancaman, dan Sanggar Seni berfungsi sebagai crowd control yang

menghambat pergerakan kelompok ancaman. Kombinasi ketiganya mendorong pemain menyesuaikan strategi sesuai karakter ancaman di setiap stage. Rangkuman fungsi tower dan peran tiap jenis ancaman ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Desain Tower

Tower	Peran utama	Target utama	Efek dasar	Biaya build dan upgrade
Pos Dokum entasi	Penghambat pergerakan ancaman	Salah satu unit ancaman di jangkauan tower	Menyorot satu ancaman yang memberikan efek diperlambat dan memberi kerusakan	Build: 80; Upgrade: 90~130.
Pusat Inform asi	Pemberi <i>damage</i> area	Area sekitar tower	Mengeluarkan gelombang yang melemahkan ancaman	Build: 90; Upgrade: 100~120.
Sangga r Seni	<i>Crowd control</i> untuk ancaman	Area sekitar tower	Menghambat ancaman secara temporer	Build: 200; Upgrade: 100~130.

Tabel 4. Jenis ancaman

Kode	Deskripsi ancaman	Perilaku utama	Dampak ke reputasi
M1	Oknum developer	Bergerak cepat	Mengurangi reputasi dalam jumlah kecil ketika lolos.
M2	Penjarah situs	Memiliki mode “samar”, jadi sulit dideteksi.	Mengurangi reputasi dalam jumlah kecil ketika lolos.
M3	Provokator sosial	Memancarkan aura hoaks yang memberi pengurangan pada reputasi tiap waktu tertentu	Mengurangi reputasi dalam jumlah sedang ketika lolos dan memberi pengurangan tiap waktu dari aura hoax yang dipancarkan.
M4	Ekskavator ilegal	Bergerak lebih lambat, tetapi memiliki toleransi kerusakan paling besar.	Mengurangi reputasi dalam jumlah besar ketika lolos.

Konten edukasi mengenai situs budaya tidak disajikan sebagai materi terpisah, tetapi dipetakan langsung ke struktur permainan. Setiap situs memiliki beberapa kelompok topik utama, seperti pengenalan lokasi, fungsi awal, kronologi singkat, ciri arsitektur, dan isu pelestarian. Topik-topik tersebut dipecah menjadi unit micro-content yang muncul melalui micro-card, micro-task, dan ensiklopedia.

Secara umum, pola pemetaannya adalah: micro-card terlebih dahulu menyajikan fakta kunci pada jeda antar-wave, lalu micro-task menguji kembali pemahaman pemain terhadap fakta yang baru disampaikan. Sebagai contoh, pada Stage 1 (Panggung Krapyak), micro-card awal menjelaskan fungsi awal bangunan dan posisinya dalam sumbu filosofi Yogyakarta, kemudian diikuti micro-task yang menanyakan kembali fungsi tersebut. Pola serupa diterapkan pada Stage 2

dan Stage 3 dengan topik yang disesuaikan dengan karakter Benteng Vredeburg dan Candi Sambisari, misalnya perubahan fungsi benteng menjadi museum atau alasan posisi Candi Sambisari yang lebih rendah dari permukaan tanah sekitarnya.

Ringkasan cakupan materi per situs yang meliputi perkiraan jumlah micro-card, jumlah micro-task, dan daftar topik utama disajikan pada Tabel 5. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa setiap situs memiliki fokus tema yang berbeda namun saling melengkapi, sehingga secara keseluruhan game membawa “kurikulum mini” tentang tiga situs budaya Yogyakarta.

Tabel 5. Ringkasan konten per situs

No	Situs	Jumlah micro-card	Jumlah micro-task	Topik utama yang dicakup
1	Panggung Krapyak	2	6	Intro, Fungsi, Sumbu, Status, Kronologi, Lokasi, Arsitektur
2	Benteng Vredeburg	4	10	Intro, Lokasi, Sejarah awal, Fungsi kini, Isi pameran, Status, Peristiwa khusus
3	<i>Candi Sambisari</i>	6	14	Intro, Penemuan, Geologi, Tata ruang, Ikonografi, Ritual, Status

Konten edukasi disampaikan melalui tiga kanal utama dalam game, yaitu micro-card, micro-task, dan ensiklopedia. Ketiganya dirancang saling melengkapi: micro-card berfungsi sebagai pemantik dan pemberi informasi awal, micro-task bertindak sebagai latihan pengambilan kembali informasi, dan ensiklopedia menyediakan ruang eksplorasi lebih dalam di luar tekanan *wave*.

Materi micro-card, micro-task, dan ensiklopedia disusun dari sumber tertulis yang dapat dipertanggungjawabkan (instansi kebudayaan, museum, dan publikasi ilmiah). Informasi dipilah sesuai tujuan pembelajaran, lalu dikemas menjadi micro-card ringkas serta micro-task dengan satu jawaban benar dan pengecoh yang relevan.

3) Pengembangan (Development)

Game menerapkan *core loop tower defense* dengan fase build dan *wave* yang berulang. Pemain mengelola dua sumber daya: anggaran untuk membangun/meng-*upgrade* tower dan reputasi sebagai “nyawa” situs yang berkurang ketika ancaman lolos. Tampilan *gameplay tower defense* ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar tersebut memperlihatkan kondisi saat *wave* berlangsung, ketika pemain menempatkan dan mempertahankan tower untuk menghalau ancaman agar tidak mencapai titik akhir, sekaligus mengelola anggaran dan reputasi situs.



Gambar 1. *Gameplay* pada Stage 1

Micro-card muncul pada jeda antar-wave ketika pemain tidak sedang sibuk mengelola serangan. Setiap micro-card menampilkan fakta kunci tentang situs dengan topik tertentu yang ditulis singkat, misalnya penjelasan bahwa Panggung Krapyak adalah bangunan dua lantai berbentuk piramida terpancung yang menjadi simpul selatan sumbu filosofi kota, atau informasi bahwa Benteng Vredeburg kini berfungsi sebagai museum perjuangan dengan diorama sejarah nasional. Di Candi Sambisari, micro-card memperkenalkan keunikan letak candi yang berada beberapa meter di bawah permukaan tanah sekitar akibat tertimbun endapan lahar Merapi. Desain micro-card ini mengikuti prinsip *microlearning* yang menghindari paragraf terlalu panjang dan memecah materi menjadi potongan yang mudah dicerna. Contoh tampilan micro-card di dalam game dapat dilihat pada Gambar 2, yang memperlihatkan panel informasi muncul di atas latar situs dengan teks ringkas yang mudah dibaca.



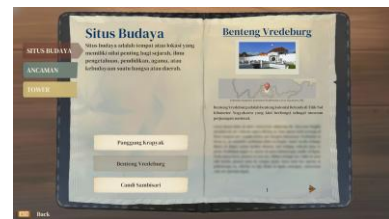
Gambar 2. Penyampaian materi dengan micro-card

Micro-task berupa kuis singkat dengan tiga opsi jawaban yang muncul setelah pemain terekspos pada suatu topik melalui micro-card atau ensiklopedia. Contohnya, setelah micro-card menjelaskan bahwa Panggung Krapyak dahulu digunakan Sultan untuk mengamati hewan buruan di kawasan selatan keraton, micro-task menanyakan kembali fungsi awal tersebut. Pada konteks global, terdapat pula micro-task yang menanyakan definisi situs budaya, alasan mengapa situs perlu dilestarikan, atau contoh warisan dunia UNESCO yang sudah dikenal seperti Candi Borobudur. Pemain menjawab dengan memilih satu opsi; game kemudian memberikan umpan balik berupa koreksi singkat, dan pada jawaban benar dapat memberikan hadiah berupa tambahan anggaran, reputasi, atau *buff* sementara pada tower. Dengan cara ini, latihan mengingat kembali (*retrieval practice*) diintegrasikan langsung ke dalam alur permainan tanpa terkesan menjadi kuis yang terpisah dari pengalaman bermain. Contoh tampilan micro-task beserta opsi jawabannya ditunjukkan pada Gambar 3, yang memperlihatkan panel pertanyaan muncul di tengah layar dengan tiga pilihan jawaban yang dapat dipilih pemain.



Gambar 3. *Retrieval practice* dengan micro-task

Ensiklopedia disediakan sebagai menu khusus yang dapat diakses dari layar pemilihan stage atau menu utama. Di dalamnya, pemain dapat membaca kembali ringkasan informasi untuk setiap situs dalam bentuk entri yang terbagi ke dalam beberapa sub-topik seperti intro, lokasi, fungsi awal, kronologi, arsitektur, dan status pelestarian. Selain itu, ensiklopedia juga memuat deskripsi setiap tower dan ancaman yang ada di game, sehingga pemain dapat memahami alasan naratif dan edukatif di balik mekanik yang mereka gunakan. Beberapa entri ensiklopedia terkunci pada awal permainan dan baru terbuka setelah pemain menemukan micro-card tertentu atau berhasil menjawab micro-task; mekanisme ini menambahkan rasa progres pada eksplorasi konten edukasi. Tampilan menu ensiklopedia dengan salah satu entri situs budaya ditunjukkan pada Gambar 4, yang menampilkan struktur menu di sisi kiri dan isi teks di panel utama.



Gambar 4. Ensiklopedia sebagai kumpulan informasi yang didapat

4) Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap implementasi, prototipe game diujicobakan kepada 10 responden mahasiswa yang mampu mengoperasikan PC dan belum pernah memainkan game ini sebelumnya. Prosedur uji dimulai dengan penjelasan tujuan penelitian dan kontrol dasar, dilanjutkan *pre-test*, sesi bermain hingga minimal satu playthrough (tiga stage) atau batas waktu yang ditetapkan, kemudian *post-test*. Setelah itu, responden mengisi USE Questionnaire pada aspek *Usefulness*, *Ease of Use*, dan *Satisfaction* menggunakan skala Likert 1–5.

5) Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi capaian pembelajaran dilakukan menggunakan *pre-test* dan *post-test* (22 butir pilihan ganda). Pada N=10, skor *pre-test* rata-rata sebesar 15,5 (SD 4,09) dari skor maksimum 22, sedangkan skor *post-test* meningkat menjadi 18,1 (SD 4,07). Selisih rata-rata skor (*post-test* – *pre-test*) adalah 2,6 poin. Uji t berpasangan menunjukkan perbedaan yang signifikan, $t(9)=2,86$, $p=0,01879$ (*two-tailed*), dengan interval kepercayaan 95% untuk selisih skor [0,54; 4,66]. Ringkasan skor *pre-test* dan *post-test* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ringkasan skor *pre-test* dan *post-test* (N=10, maks. 22)

Metrik	Pre-test (Mean±SD)	Post-test (Mean±SD)	Selisih (Post-Pre)
Skor total	15,5 ± 4,09	18,1 ± 4,07	+2,6

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa rata-rata skor pada ketiga aspek USE berada di atas titik tengah skala dan cenderung mendekati kategori “setuju” hingga “sangat setuju”. Secara deskriptif, aspek *Usefulness* memperoleh skor rata-rata sekitar 4,35 yang mengindikasikan bahwa pemain merasa game membantu mereka memahami informasi dasar mengenai situs budaya dan pelestariannya. Aspek *Satisfaction* menunjukkan rata-rata sekitar 4,20, yang menggambarkan bahwa pengalaman bermain dirasakan menyenangkan dan responden bersedia bermain kembali atau merekomendasikan game ini kepada orang lain. Sementara itu, aspek *Ease of Use* memiliki rata-rata sekitar 4,30, menunjukkan bahwa antarmuka, kontrol, dan alur permainan dinilai cukup jelas dan mudah dipelajari. Ringkasan nilai rata-rata dan kategori interpretasi untuk masing-masing aspek USE disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata skor USE Questionnaire per aspek

Aspek	Pertanyaan	Rata-rata per aspek	Klasifikasi
<i>Usefulness</i>	Q1-Q4	4,35	Sangat setuju
<i>Satisfaction</i>	Q5-Q8	4,20	Setuju
<i>Ease of Use</i>	Q9-Q12	4,30	Sangat setuju

B. Pembahasan

Secara umum, hasil pengembangan menunjukkan bahwa *Guardians of Heritage* berhasil mewujudkan konsep game *tower defense* yang dipadukan dengan konten edukasi situs budaya. Struktur tiga stage dengan kompleksitas meningkat (satu jalur pada Panggung Krapyak, dua jalur bergantian pada Benteng Vredenburg, dan dua jalur simultan dengan momen swarm pada Candi Sambisari) membuat tantangan strategi bertambah bertahap, sementara mekanik anggaran dan reputasi memperkuat nuansa “menjaga” situs budaya melalui konsekuensi ketika ancaman lolos dan kebutuhan alokasi sumber daya lewat pembangunan/*upgrade* tower.

Dari sisi edukasi, integrasi micro-card, micro-task, dan ensiklopedia membentuk “kurikulum mini” tentang tiga situs budaya Yogyakarta. Micro-card menyajikan informasi ringkas, micro-task memeriksa pemahaman melalui pertanyaan singkat di sela permainan, dan ensiklopedia memberi ruang eksplorasi ulang di luar tekanan wave. Pemetaan konten (Tabel 5) menunjukkan fokus tema yang berbeda namun saling melengkapi. Panggung Krapyak (fungsi awal dan sumbu filosofi), Benteng Vredenburg (transformasi benteng menjadi museum), dan Candi Sambisari (konteks geologi dan penemuan) dengan materi yang disarikan dari sumber resmi/ilmiah lalu dikemas menjadi micro-content yang tetap setia pada rujukan namun komunikatif bagi pemain muda.

Hasil uji *usability* (USE *Questionnaire*) menunjukkan penerimaan pengguna yang baik pada aspek *Usefulness*, *Ease of Use*, dan *Satisfaction*, selaras dengan pilihan desain: micro-card ditempatkan pada jeda antar-wave agar tidak mengganggu momen strategis, micro-task dimunculkan pada

kondisi permainan relatif stabil, dan ensiklopedia diakses melalui menu untuk eksplorasi tanpa tekanan waktu. Selain itu, capaian pembelajaran melalui pre-test dan post-test (22 butir) pada N=10 menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 15,5 (SD=4,09) menjadi 18,1 (SD=4,07) (maksimum 22), dengan selisih 2,6 poin; perbedaan signifikan pada uji t berpasangan, $t(9)=2,86$, $p=0,01879$ (two-tailed), CI 95% [0,54; 4,66], dan effect size besar ($d=0,90$). Temuan ini mendukung asumsi bahwa paparan micro-content yang ringkas pada jeda antar-wave dan penguatan melalui micro-task sebagai *retrieval practice* dapat membantu penguatan fakta kunci tanpa membuat pengalaman bermain terasa seperti kuis terpisah.

Meski demikian, jumlah responden masih terbatas dan relatif homogen sehingga generalisasi perlu dilakukan dengan hati-hati dan capaian pembelajaran pada studi ini bersifat temuan awal. Penelitian lanjutan dapat memperluas jumlah serta keragaman responden dan menambahkan umpan balik kualitatif untuk menyempurnakan tingkat kesulitan, variasi micro-task, dan kualitas antarmuka; namun secara keseluruhan, hasil implementasi serta evaluasi capaian pembelajaran dan *usability* menunjukkan bahwa *Guardians of Heritage* berpotensi menjadi media edukasi interaktif yang menarik untuk mengenalkan situs budaya kepada remaja dan mahasiswa.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan prototipe game edukasi *tower defense Guardians of Heritage* pada platform PC sebagai media pengenalan tiga situs budaya di DI Yogyakarta, yaitu Panggung Krapyak, Benteng Vredenburg, dan Candi Sambisari, dengan sasaran pengguna mahasiswa usia 19-23 tahun. Pengembangan dilakukan dengan pendekatan R&D menggunakan model ADDIE sehingga perancangan tujuan belajar, mekanik permainan, dan konten budaya dilakukan secara terstruktur.

Game ini berhasil mengintegrasikan mekanik *tower defense* dengan konteks pelestarian situs budaya melalui penggunaan reputasi sebagai “nyawa” situs, variasi ancaman yang merepresentasikan risiko terhadap situs, serta penyajian konten budaya dalam bentuk micro-card, micro-task, dan ensiklopedia. Uji *usability* menggunakan USE *Questionnaire* (12 pernyataan, skala 1-5) pada 10 responden menunjukkan rata-rata skor *Usefulness* 4,35, *Satisfaction* 4,20, dan *Ease of Use* 4,30, yang mengindikasikan bahwa game dinilai bermanfaat, menyenangkan, dan mudah digunakan oleh target pengguna. Pengukuran capaian pembelajaran melalui *pre-test* dan *post-test* (22 butir) juga menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 15,5 menjadi 18,1 (maks. 22), yang mengindikasikan game berpotensi membantu pemain mengenali fakta tiap situs budaya.

Secara umum, *Guardians of Heritage* berpotensi dimanfaatkan sebagai media edukasi interaktif untuk pengenalan situs budaya bagi mahasiswa dan dapat menjadi dasar pengembangan game sejenis pada situs atau platform lain. Keterbatasan utama penelitian ini adalah jumlah responden yang masih sedikit dan relatif homogen, sehingga studi lanjutan dengan responden yang lebih banyak dan pengukuran dampak pembelajaran yang lebih komprehensif tetap diperlukan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas jumlah dan keragaman responden agar temuan lebih representatif. Selain itu, iterasi pengembangan perlu

difokuskan pada penyempurnaan aspek yang umum muncul pada catatan observasi (perbaikan bug teknis, kejelasan instruksi/tutorial, dan keterbacaan teks), serta penyesuaian keseimbangan tingkat kesulitan antar-stage agar integrasi elemen edukasi tidak mengganggu alur strategi tower defense namun tetap mempertahankan keterlibatan pemain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Wouters, C. v. Nimwegen, H. v. Oostendorp and E. D. van der Spek, "A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games," *Journal of Educational Psychology*, vol. 105, no. 2, pp. 249-265, 2013.
- [2] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, "Statistik Kebudayaan 2023," Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2023.
- [3] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, "Portret Cagar Budaya di Indonesia," Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, 2020.
- [4] D. S. Anwar, T. Mufizar, M. H. Shafarulloh and A. Maulana, "Design and Development of an Educational Game for Tourism and Cultural Exploration of Tasikmalaya," *CSRID*, Vols. vol. 17., no. 1, pp. 127-135, Feb. 2025.
- [5] G. R. F. Asiqin, Y. Sumaryana and C. R. Hidayat, "GAME EDUKASI PEMBELAJARAN BUDAYA FLORES BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN METODE GAME DEVELOPMENT LIFE CYLCE (GDLC)," *JITET*, vol. 13, no. 1, Jan 2025.
- [6] B. DaCosta and C. Kinsell, "Serious Games in Cultural Heritage: A Review of Practices and Considerations in the Design of Location-Based Games.," *Education Sciences*, vol. 13, no. 1, p. 47, 2023.
- [7] C. V. Angkoso, A. Kusumaningsih and N. Hidayat, "Optimising the tower-defense games with advanced local cultural content and a greedy algorithm," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1569, no. 2, p. 022067, 2020.
- [8] A. Hernández, N. Gorgorió, L. Albarracín and M. Joanpere, "Mathematics learning opportunities when playing a Tower Defense Game," *International Journal of Serious Games*, vol. 2, pp. 2384-8766, 2015.
- [9] H. Roediger and J. D. Karpicke, "Test-Enhanced Learning Taking Memory Tests Improves Long-Term Retention," *Psychological science*, vol. 17, no. 3, pp. 249-255, 2006.
- [10] W. K. Monib, A. Qazi and R. Apong, "Microlearning Beyond Boundaries: A Systematic Review and a Novel Framework for Improving Learning Outcomes," *Heliyon*, vol. 11, no. 2, p. e41413, 2024.
- [11] T. Endres, "Mechanisms behind the testing effect: an empirical investigation of retrieval practice in meaningful learning," *Frontiers in Psychology*, vol. 6, p. 1054, 2015.
- [12] S. Ritchie, S. Della Sala and R. McIntosh, "Retrieval Practice, with or without Mind Mapping, Boosts Fact Learning in Primary School Children," *PloS one*, vol. 8, p. e78976, 2013.
- [13] M. Gao, P. Kortum and F. Oswald, "Psychometric Evaluation of the USE (Usefulness, Satisfaction, and Ease of use) Questionnaire for Reliability and Validity," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 62, pp. 1414-1418, 2018.
- [14] A. G. Spatioti, J. Pange and I. Kazanidis, "A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education," *Information*, vol. 13, p. 402, 2022.
- [15] B. Pastötter and K.-H. Bäuml, "Retrieval practice enhances new learning: the forward effect of testing," *Frontiers in Psychology*, vol. 5, p. 286, 2014.
- [16] A. Lund, "Measuring Usability with the USE Questionnaire," *Usability and User Experience Newsletter of the STC Usability*, vol. 8, 2001.
- [17] S. Gustiani, "RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D) METHOD AS A MODEL DESIGN IN EDUCATIONAL RESEARCH AND ITS ALTERNATIVES," vol. 11, pp. 12-22, 2019.
- [18] A. T. R. Dewi, A. N. Aini, I. Sania, N. Z. Azizah, Y. Nurpadilah and S. Supriyono, "Rendahnya Minat pada Budaya Lokal di Kalangan Remaja," *jptam*, vol. 8, no. 2, p. 23642-23649, Jun, 2024.
- [19] R. R. Putra, N. K. D. Ari Jayanti, S.T., M.Kom. and I. G. A. Vony Purnama, S.S., M.Hum, "PEMBUATAN GAME TOWER DEFENSE THE WAR OF PUPUTAN MARGARANA SEBAGAI PENGENALAN SEJARAH BALI DENGAN MENGGUNAKAN UNITY," *SPINTER*, vol. 1, no. 3, p. 143-148, October 2024.
- [20] Z. H. Elfariani, "Edukasi Kebudayaan Nusantara Berbasis Board Game," *Universitas Islam Indonesia*, 2022.
- [21] D. M. Huda, "Pengenalan Rumah Adat Indonesia dengan Media Tower Defense Game," *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 2020.