AL-DYAS
Jurnal Inovasi dan Pengabdian kepada Masyarakat

p-ISSN : 2964-4992
e-ISSN : 2964-4984

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/aldyas.v5i3.11596

RANCANG BANGUN *MINI GAME* PENGENALAN SENJATA TRADISIONAL (KURAMBIK, RUDUIH, KARIH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI VR *HEAD MOUNTED DISPLAY*

Design and Development of a Traditional Weapons Introduction Mini Game (Kurambik, Ruduih, Karih) Using VR Head Mounted Display Technology

Danny Sevia Ningrum & Sheanny Ocmi Sakti
Universitas Negeri Padang
dannysevia99@gmail.com; sheannyos@ft.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jun 18, 2026	Jul 16, 2026	Jul 28, 2026	Aug 2, 2026

Abstract

Although the use of virtual reality for cultural preservation continues to develop, the development of immersive minigames specifically introducing kurambik, ruduih, and karih remains limited. This study aimed to develop a virtual reality-based minigame using a head-mounted display as an interactive and safe medium for introducing traditional Minangkabau weapons. The study employed a research and development approach using the Multimedia Development Life Cycle model, which comprised the concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution stages. Data were collected through observations at Museum Adityawarman Padang, documentation, a literature review, interviews, and functional testing. The data were analyzed using a qualitative descriptive approach by comparing the application outputs with the planned features. The results showed that the application successfully presented a Minangkabau-themed virtual environment, three-dimensional weapon models, information panels, grab and slice systems, scores, time limits, and three different minigames. Kurambik was used to cut fruit, ruduih to slash bamboo, and karih to confront ghost objects. The alpha testing

Al-DYAS is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

results showed that all primary functions could be operated after optimizing the low-poly models, adjusting the colliders, and correcting the attach points. This study produced a prototype of an immersive experience-based cultural education medium that can support the interactive and safe introduction of traditional Minangkabau weapons. Future research should conduct beta testing, measure improvements in users' knowledge, and involve cultural experts and users with more diverse characteristics.

Keywords: Minangkabau Culture; Head-Mounted Display; Minigame; Traditional Weapons; Virtual Reality

Abstrak: Meskipun pemanfaatan *virtual reality* untuk pelestarian budaya terus berkembang, pengembangan permainan mini imersif yang secara khusus memperkenalkan kurambik, ruduih, dan karih masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menghasilkan permainan mini berbasis *virtual reality* dengan perangkat *head-mounted display* sebagai media interaktif dan aman untuk mengenalkan senjata tradisional Minangkabau. Penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan dengan model *Multimedia Development Life Cycle* yang meliputi tahap *concept, design, material collecting, assembly, testing,* dan *distribution*. Data dikumpulkan melalui observasi di Museum Adityawarman Padang, dokumentasi, studi literatur, wawancara, dan pengujian fungsional. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan keluaran aplikasi terhadap rancangan fitur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil menghadirkan lingkungan virtual bernuansa Minangkabau, model senjata tiga dimensi, panel informasi, sistem *grab* dan *slice*, skor, waktu, serta tiga permainan mini yang berbeda. Kurambik digunakan untuk memotong buah, ruduih untuk menebas bambu, dan karih untuk menghadapi objek hantu. Hasil pengujian alfa menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama dapat dijalankan setelah dilakukan optimalisasi model *low poly*, penyesuaian *collider*, dan perbaikan *attach point*. Penelitian ini menghasilkan prototipe media edukasi budaya berbasis pengalaman imersif yang dapat mendukung pengenalan senjata tradisional Minangkabau secara interaktif dan aman. Penelitian selanjutnya perlu melaksanakan pengujian beta, mengukur peningkatan pengetahuan pengguna, serta melibatkan ahli budaya dan pengguna dengan karakteristik yang lebih beragam.

Kata Kunci: Budaya Minangkabau; *Head-Mounted Display*; Permainan Mini; Senjata Tradisional; *Virtual Reality*

PENDAHULUAN

Warisan budaya memiliki kedudukan penting sebagai sumber pengetahuan, identitas, dan ingatan kolektif yang menghubungkan suatu masyarakat dengan perjalanan sejarahnya. Perubahan pola hidup, perkembangan teknologi digital, serta kuatnya arus budaya global menghadirkan tantangan baru terhadap proses pewarisan budaya kepada generasi muda. Objek budaya yang sebelumnya dikenal melalui praktik sosial dan kehidupan sehari-hari kini lebih banyak dijumpai sebagai koleksi museum, dokumentasi visual, atau informasi tertulis yang belum selalu mampu menghadirkan makna historis secara utuh. Pendidikan warisan budaya memerlukan pembaruan metode agar generasi muda tidak hanya mengetahui bentuk suatu artefak, tetapi juga memahami nilai, fungsi, dan konteks sosial yang melatarbelakanginya.

Pemanfaatan teknologi imersif dipandang memiliki peluang untuk mempertemukan kebutuhan pelestarian budaya dengan karakter generasi yang tumbuh di lingkungan digital (Bonsu et al., 2025; Qiu et al., 2024; Zhao et al., 2025).

Kekayaan budaya Minangkabau tidak hanya tercermin melalui rumah adat, pakaian tradisional, kesenian, dan sistem sosial, tetapi juga melalui senjata tradisional yang mengandung nilai historis, simbolis, dan filosofis. Kurambik merupakan senjata berbilah melengkung menyerupai kuku harimau yang berkaitan erat dengan praktik silek Minangkabau serta mencerminkan kecerdikan, ketepatan, dan kelincahan penggunanya (Fernando, 2013; Ravika et al., 2024). Ruduih memiliki bentuk yang relatif besar dan berat serta tercatat sebagai salah satu senjata yang digunakan pada peristiwa perlawanan masyarakat Minangkabau, termasuk Perang Manggopoh, sehingga keberadaannya berkaitan dengan keberanian dan perjuangan mempertahankan komunitas (Fatimah, 2022). Karih atau keris Minangkabau tidak hanya dipandang sebagai alat pertahanan, tetapi juga sebagai pusaka yang merepresentasikan martabat, kewibawaan, kepemimpinan, dan spiritualitas. Karih bahkan menjadi bagian dari atribut pangulu sebagai pemimpin adat yang bertanggung jawab menjaga kehormatan kaum dan menjalankan nilai-nilai adat (Ilhaq, 2018). Kurambik, ruduih, dan karih dengan demikian memperlihatkan bahwa senjata tradisional Minangkabau bukan sekadar benda fisik, melainkan artefak budaya yang menyimpan pengetahuan mengenai karakter, kepemimpinan, perjuangan, dan pandangan hidup masyarakat.

Persoalan pelestarian senjata tradisional semakin nyata ketika pengetahuan generasi muda terhadap keragaman artefak budaya lokal masih terbatas. Hanum & Ariesta (2025) menemukan bahwa tidak semua remaja di Sumatera Barat mengenal jenis, karakteristik, dan nilai budaya yang melekat pada senjata tradisional Minangkabau. Kondisi tersebut tidak selalu disebabkan oleh ketiadaan informasi, tetapi juga dipengaruhi oleh cara penyampaian materi yang kurang sesuai dengan kebiasaan belajar generasi digital. Buku teks, ceramah, gambar statis, dan media konvensional tetap memiliki fungsi penting, tetapi belum sepenuhnya memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengamati objek dari berbagai sudut, mencoba bentuk interaksi, serta memperoleh pengalaman belajar yang kontekstual (Audie, 2019). Upaya memperkenalkan kerambit melalui animasi dua dimensi menunjukkan bahwa media visual dapat membantu memperluas penyebaran informasi budaya, meskipun pengalaman yang dihadirkan masih terbatas pada aktivitas melihat dan menyimak (Syofwan & Purnomo, 2024). Keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya media yang mampu mengubah posisi pengguna

dari penerima informasi menjadi pelaku yang terlibat secara aktif pada proses pengenalan budaya.

Kebutuhan terhadap media yang interaktif menjadi semakin relevan karena pembelajaran budaya tidak cukup hanya menyampaikan nama dan bentuk suatu objek. Pengguna perlu memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi karakteristik visual, fungsi, serta cara penggunaan objek melalui pengalaman yang aman dan terarah. Virtual Reality (VR) menawarkan lingkungan simulasi tiga dimensi yang dapat menghadirkan objek seolah-olah berada di ruang yang sama dengan pengguna. Penerapan VR pada media pembelajaran dapat meningkatkan daya tarik, keterlibatan, kreativitas, dan efektivitas pembelajaran karena pengguna tidak lagi berperan sebagai penerima informasi yang pasif (Azmi et al., 2024). Implementasi VR pada pembelajaran perakitan komputer juga menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat memvisualisasikan objek dan prosedur yang sulit disajikan secara langsung melalui media konvensional (Musril et al., 2020). Kajian mengenai immersive virtual reality turut memperlihatkan bahwa penggunaan Head-Mounted Display dapat meningkatkan keterlibatan pengguna, memberikan waktu eksplorasi yang lebih luas, serta mendukung pembelajaran berbasis pengalaman ketika unsur visual, interaksi, dan tujuan belajar dirancang secara seimbang (Radianti et al., 2020).

Teknologi Virtual Reality berbasis Head-Mounted Display memungkinkan pengguna memasuki lingkungan digital yang memberikan pandangan visual secara menyeluruh serta merespons perubahan arah pandang dan gerakan tubuh. Karakter utama VR mencakup immersion, interaction, dan presence, yaitu kondisi ketika pengguna merasa berada, bergerak, dan bertindak di lingkungan virtual yang ditampilkan oleh sistem (Cipresso et al., 2018). Perangkat Head-Mounted Display yang dipadukan dengan pengendali tangan dan sensor pelacakan gerak dapat membaca perubahan posisi kepala serta tangan, sehingga pengguna dapat melihat lingkungan 360 derajat, memilih objek, memegang model senjata, mengayunkan tangan, dan menjalankan aksi tertentu secara virtual (Saha et al., 2025). Interaksi semacam ini memberikan pengalaman yang lebih dekat dengan aktivitas fisik tanpa mengharuskan pengguna bersentuhan langsung dengan senjata asli. Penggunaan VR berbasis permainan juga dapat melibatkan proses perhatian, pengambilan keputusan, koordinasi visual-motorik, serta pemahaman ruang yang mendukung pengalaman belajar secara aktif (GomezRomero-Borquez et al., 2024).

Format mini game dipilih karena mampu menggabungkan penyampaian informasi dengan tantangan, aturan, tujuan, umpan balik, dan keterlibatan pengguna. Mekanika permainan pada VR perlu dirancang sesuai dengan kemampuan perangkat, pola gerak pengguna, tingkat keamanan, serta tujuan pengalaman yang hendak dicapai. Vlahović et al. (2022) menjelaskan bahwa kualitas permainan VR dipengaruhi oleh kesesuaian antara mekanika permainan, bentuk interaksi, ruang virtual, dan respons sistem terhadap tindakan pemain. Kajian Lampropoulos & Kinshuk (2024) juga menunjukkan bahwa integrasi VR dan gamifikasi dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, interaktivitas, pemahaman materi, dan pengalaman belajar dibandingkan dengan lingkungan pembelajaran yang hanya mengandalkan penyampaian informasi. Permainan edukatif berbasis VR melalui perangkat seperti Oculus Rift dan HTC Vive telah diterapkan pada berbagai tingkat pendidikan, tetapi penerapannya masih banyak berfokus pada bidang kesehatan, sains, pelatihan keterampilan, dan materi pembelajaran umum (Oyelere et al., 2020). Temuan tersebut memperlihatkan adanya ruang pengembangan VR game yang mengangkat pengetahuan budaya lokal sebagai materi utama.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengembangkan media pengenalan senjata tradisional Minangkabau melalui pendekatan yang berbeda. Fernando (2013) merancang buku sebagai media informasi mengenai kurambik, sedangkan (Syofwan & Purnomo, 2024) memperkenalkan kerambit melalui animasi dua dimensi. Hanum & Ariesta (2025) mengembangkan trading card game untuk memperkenalkan beberapa senjata tradisional Minangkabau kepada siswa sekolah menengah pertama. Penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi terhadap dokumentasi dan penyebaran informasi budaya, tetapi interaksi pengguna masih berlangsung melalui aktivitas membaca, melihat, atau memainkan kartu secara fisik. Kajian VR pada pendidikan sejarah dan warisan budaya telah menunjukkan potensi teknologi imersif untuk menghadirkan rekonstruksi objek, ruang, dan peristiwa sejarah secara lebih kontekstual (Bonsu et al., 2025) . Meskipun demikian, belum ditemukan pengembangan mini game berbasis Head-Mounted Display yang secara khusus mengintegrasikan kurambik, ruduih, dan karih sebagai objek tiga dimensi yang dapat dikenali, diamati, dipegang, dan digunakan melalui gerakan tangan pengguna. Kesenjangan tersebut menjadi dasar perlunya penelitian yang mempertemukan media permainan VR dengan materi senjata tradisional Minangkabau.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan mini game yang menghadirkan tiga senjata tradisional Minangkabau dalam satu lingkungan VR interaktif, yaitu kurambik, ruduih, dan karih. Setiap senjata tidak hanya ditampilkan sebagai model tiga dimensi, tetapi

disertai informasi identitas, karakteristik visual, nilai budaya, serta bentuk interaksi yang disesuaikan dengan ciri masing-masing objek. Landasan konseptual pengembangan mengacu pada immersive learning yang menempatkan keterlibatan inderawi, interaksi, dan rasa kehadiran sebagai unsur penting pembentukan pengalaman belajar (Cipresso et al., 2018). Perancangan mekanika permainan juga mempertimbangkan hubungan antara tindakan pemain, respons sistem, tujuan permainan, dan umpan balik sebagaimana dikemukakan oleh (Vlahović et al., 2022). Daya tarik visual, tingkat interaktivitas, kemudahan penggunaan, dan immersion perlu diperhatikan karena unsur-unsur tersebut memengaruhi kesediaan pengguna untuk terus memainkan VR game bertema warisan budaya (Qiu et al., 2024). Mini game yang dikembangkan dengan demikian diarahkan bukan hanya sebagai produk hiburan, tetapi sebagai ruang belajar yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan representasi digital warisan budaya secara aman, aktif, dan bermakna.

Penelitian ini berfokus pada proses perancangan dan pembangunan mini game pengenalan senjata tradisional Minangkabau menggunakan teknologi VR Head-Mounted Display. Objek budaya yang diperkenalkan meliputi kurambik, ruduih, dan karih dengan menampilkan bentuk visual, karakteristik, nilai budaya, serta simulasi interaksi yang sesuai dengan kebutuhan permainan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan mini game berbasis VR Head-Mounted Display yang dapat digunakan sebagai media pengenalan senjata tradisional Minangkabau secara interaktif dan imersif. Produk yang dihasilkan diharapkan dapat memberikan alternatif media pelestarian budaya yang lebih relevan dengan kebiasaan generasi muda serta membantu pengguna memahami bahwa kurambik, ruduih, dan karih tidak hanya memiliki fungsi sebagai senjata, tetapi juga merepresentasikan kecerdikan, keberanian, martabat, kepemimpinan, dan identitas masyarakat Minangkabau.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang berorientasi pada pembuatan produk multimedia interaktif berupa mini game pengenalan senjata tradisional Minangkabau berbasis *Virtual Reality Head-Mounted Display*. Desain pengembangan produk mengacu pada model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri atas enam tahapan, yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing*, dan *distribution* (Sutopo, 2020). Tahap *concept* dilakukan dengan menetapkan tujuan pengembangan, sasaran pengguna, alur cerita, serta bentuk interaksi dalam permainan. Tahap *design* meliputi penyusunan alur permainan, perancangan lingkungan virtual, dan penentuan mekanisme mini

game untuk kurambik, ruduih, dan karih. Kurambik digunakan pada simulasi menebas buah, ruduih digunakan untuk menebas bambu, sedangkan karih digunakan pada simulasi menusuk objek hantu virtual. Tahap *material collecting* mencakup pengumpulan model tiga dimensi, audio narasi, efek suara, teks informasi, serta aset pendukung yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi.

Partisipan atau informan penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu berdasarkan keterkaitan dan pengetahuan mereka terhadap objek budaya serta penggunaan produk. Informan pada tahap pengumpulan data meliputi pihak yang memahami koleksi senjata tradisional Minangkabau, sedangkan pengguna pada tahap uji coba dipilih dari kalangan pelajar, mahasiswa, dan masyarakat umum yang menjadi sasaran produk. Data dikumpulkan melalui observasi langsung di Museum Adityawarman Padang, studi literatur, dokumentasi, wawancara, pengujian fungsi aplikasi, serta formulir kepuasan pengguna. Instrumen penelitian berupa lembar observasi bentuk fisik dan karakteristik senjata, pedoman wawancara, dokumentasi foto, lembar pengujian fitur, dan angket tanggapan pengguna. Data hasil observasi dan dokumentasi digunakan sebagai acuan dalam pembuatan model tiga dimensi kurambik, ruduih, dan karih, sedangkan data literatur digunakan untuk menyusun informasi sejarah, fungsi, dan nilai filosofis setiap senjata.

Tahap *assembly* dilakukan menggunakan Unity dengan dukungan *XR Interaction Toolkit* untuk membangun lingkungan virtual, sistem interaksi objek, narasi, karakter nonpemain, dan mekanisme mini game. Pengujian produk dilakukan menggunakan pengujian fungsional untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai rancangan, meliputi fungsi pemilihan senjata, tampilan informasi, respons gerakan, penyelesaian tantangan, perpindahan antarskenario, dan kemunculan bagian akhir permainan. Data penelitian dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menelaah hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan tanggapan pengguna. Hasil pengujian fungsi dianalisis dengan membandingkan keluaran aplikasi dengan hasil yang diharapkan, sedangkan kondisi internal dan eksternal produk dianalisis menggunakan SWOT yang mencakup aspek *strengths, weaknesses, opportunities*, dan *threats*. Hasil analisis digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki produk sebelum didistribusikan melalui kegiatan pameran dan media digital.

HASIL

1. Hasil Pengembangan Produk

Pengembangan menghasilkan aplikasi mini game pengenalan senjata tradisional Minangkabau berbasis *Virtual Reality Head-Mounted Display* yang memuat tiga jenis senjata, yaitu kurambik, ruduih, dan karih. Aplikasi dibangun menggunakan Unity sebagai *game engine*, Blender untuk pembuatan model tiga dimensi, Visual Studio Code untuk penulisan *script* C#, serta Meta Quest Link untuk menjalankan dan menguji aplikasi pada perangkat VR. Produk akhir dikompilasi dalam format Android Package Kit atau APK sehingga dapat dipasang dan dijalankan secara mandiri pada perangkat Meta Quest. Hasil pada setiap tahap pengembangan disajikan pada Tabel 1.

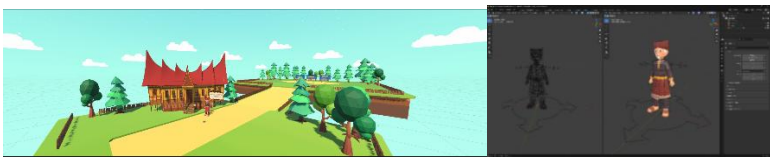
Tabel 1. Hasil tahapan pengembangan mini game berdasarkan MDLC

Tahap	Kegiatan yang Dilakukan	Hasil yang Diperoleh
Concept	Menentukan tujuan, target pengguna, objek budaya, dan konsep permainan.	Konsep mini game VR yang memperkenalkan kurambik, ruduih, dan karih kepada generasi muda serta masyarakat umum.
Design	Merancang alur permainan, lingkungan virtual, mekanisme mini game, antarmuka, dan sistem interaksi.	Alur permainan dimulai dari area Rumah Gadang, pengarahan NPC, pemilihan senjata, penyajian informasi budaya, pelaksanaan mini game, perhitungan skor dan waktu, hingga halaman penutup.
Material Collecting	Mengumpulkan referensi senjata, aset visual, model lingkungan, teks informasi, serta efek suara.	Referensi bentuk dan karakteristik kurambik, ruduih, dan karih; model Rumah Gadang; NPC; objek target; serta audio tebasan.
Assembly	Membuat model tiga dimensi, menyusun lingkungan virtual, memasang sistem VR, serta mengembangkan gameplay, UI, dan audio.	Aplikasi VR yang dapat merespons gerakan kepala dan tangan, mengambil senjata, memotong target, menampilkan skor, serta menjalankan tiga mini game.
Testing	Menguji fungsi aplikasi, respons controller, mekanisme slice, sistem skor, UI, dan performa aplikasi.	Seluruh fitur utama dapat dijalankan setelah dilakukan perbaikan pada model tiga dimensi dan komponen collider.
Distribution	Melakukan proses build aplikasi untuk perangkat Meta Quest.	File APK yang dapat dipasang pada perangkat VR berbasis

Berdasarkan Tabel 1, seluruh tahapan MDLC telah menghasilkan keluaran yang saling berkaitan. Tahap *concept* dan *design* menghasilkan rancangan aplikasi dan alur permainan, tahap *material collecting* menyediakan bahan visual dan audio, tahap *assembly* menghasilkan aplikasi VR interaktif, tahap *testing* memastikan fungsi utama dapat dijalankan, sedangkan tahap *distribution* menghasilkan file APK untuk perangkat Meta Quest.

Lingkungan virtual yang dihasilkan menggunakan konsep ruang terbuka dengan Rumah Gadang sebagai titik awal permainan. Unsur lingkungan lainnya terdiri atas lapangan,

pepohonan, pagar, meja pemilihan senjata, dan area pelaksanaan mini game. NPC ditempatkan di dekat titik awal untuk menyambut pengguna dan memberikan petunjuk menuju lapangan. Susunan objek di dalam lingkungan virtual disesuaikan dengan skala pengguna agar jalur pergerakan tidak tertutup dan setiap objek dapat dijangkau melalui controller VR. Tampilan lingkungan awal dan penempatan NPC diperlihatkan pada Gambar 1.

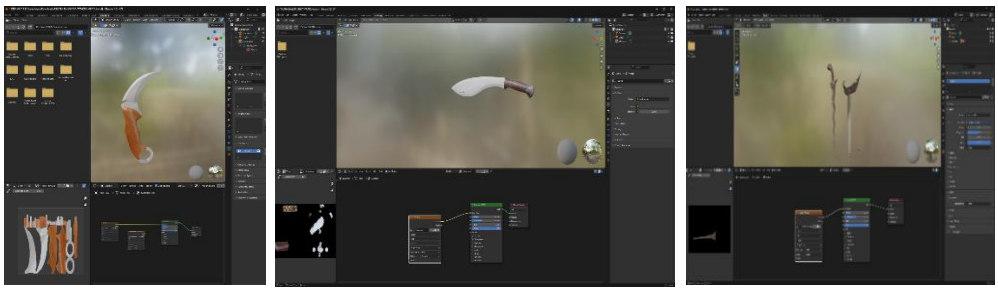


Gambar 1. Tampilan awal lingkungan virtual dengan Rumah Gadang dan NPC penyambut
Sumber Pribadi

Berdasarkan Gambar 1, lingkungan awal permainan telah menampilkan Rumah Gadang sebagai identitas visual utama, NPC sebagai pemberi petunjuk, serta jalur yang mengarahkan pengguna menuju area permainan. Penempatan objek dan luas area juga telah disesuaikan agar pengguna dapat bergerak serta berinteraksi dengan lingkungan melalui perangkat VR.

2. Hasil Pembuatan Model Tiga Dimensi

Tahap produksi menghasilkan model tiga dimensi kurambik, ruduih, karih, NPC, Rumah Gadang, pepohonan, pagar, buah, bambu, dan objek hantu. Model kurambik dibuat dengan mempertahankan karakter bilah melengkung, sedangkan model ruduih memiliki bilah yang lebih panjang dan lebar. Model karih dibuat dengan memperhatikan bentuk bilah, hulu, dan ornamen yang terdapat pada bagian senjata. Proses pembuatan model meliputi pembentukan *mesh*, penyesuaian proporsi, pemberian material, optimasi jumlah poligon, dan *baking texture*. Hasil model ketiga senjata ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model tiga dimensi kurambik, ruduih, dan karih setelah proses pemodelan dan pemberian tekstur
Sumber Pribadi

Berdasarkan Gambar 2, ketiga senjata telah divisualisasikan dengan bentuk yang berbeda sesuai karakteristiknya. Kurambik ditampilkan dengan bilah melengkung, ruduih memiliki bilah yang lebih panjang dan lebar, sedangkan karih menampilkan bentuk bilah, hulu,

dan ornamen yang lebih kompleks. Perbedaan bentuk tersebut membantu pengguna mengenali karakteristik setiap senjata di dalam lingkungan virtual.

Seluruh model diekspor dari Blender dalam format FBX, kemudian dimasukkan ke folder *Assets* pada Unity. Setiap objek disesuaikan kembali dari segi posisi, rotasi, dan skala. Komponen *collider* ditambahkan pada senjata dan objek target agar sistem dapat mendeteksi kontak fisik selama permainan. Komponen *Rigidbody* juga dipasang pada objek senjata agar senjata dapat diambil, dipindahkan, dan diayunkan menggunakan controller VR. Posisi genggaman atau *attach point* ditempatkan pada bagian gagang masing-masing senjata sehingga orientasi senjata mengikuti posisi tangan pengguna.

3. Hasil Implementasi Sistem Virtual Reality

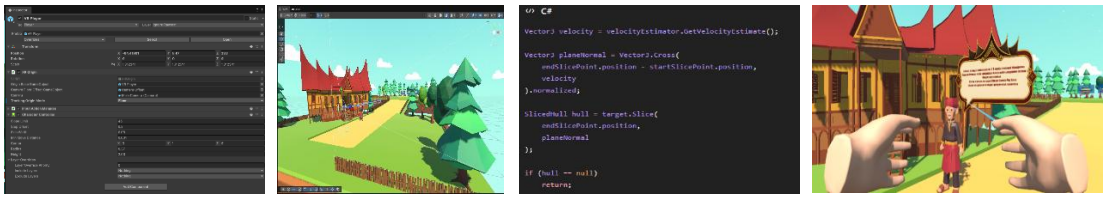
Sistem VR berhasil diterapkan melalui *XR Interaction Toolkit* pada Unity. Komponen *XR Origin* digunakan sebagai pusat pengaturan posisi pengguna, kamera, dan controller. Fitur *head tracking* membuat arah pandang di lingkungan virtual mengikuti gerakan kepala secara waktu nyata. Controller kanan dan kiri digunakan untuk berinteraksi dengan objek, memilih tombol, serta menggerakkan senjata. Rincian implementasi fitur interaksi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil implementasi sistem interaksi pada aplikasi

Sistem Interaksi	Fungsi	Hasil Implementasi
Ray Interaction	Memilih tombol antarmuka dari jarak tertentu.	Pengguna dapat memilih tombol Play, Sejarah, dan Kembali dengan mengarahkan sinar dari controller.
Direct Interaction	Berinteraksi secara langsung dengan objek yang berada di dekat pengguna.	Pengguna dapat menjangkau dan mengambil objek senjata secara langsung.
Grab Interaction	Mengambil, memegang, dan mengayunkan senjata.	Kurambik, ruduih, dan karih dapat diambil serta digenggam menggunakan controller VR.
Slice Interaction	Memproses pemotongan terhadap objek target.	Objek buah dan bambu dapat terbelah ketika terkena ayunan senjata.
Collision Interaction	Mendeteksi kontak antara senjata dan objek target.	Kontak antara senjata dan target mengaktifkan efek potongan, suara, partikel, serta penambahan skor.
Head Tracking	Menyesuaikan tampilan berdasarkan arah kepala pengguna.	Pandangan pengguna bergerak mengikuti perubahan posisi dan rotasi kepala.
Object Spawning	Memunculkan objek target sesuai dengan jenis mini game.	Buah, bambu, dan hantu muncul pada titik-titik yang telah ditentukan.

Berdasarkan Tabel 2, sistem VR telah mampu merespons gerakan kepala, arah *controller*, pemilihan tombol, pengambilan senjata, dan kontak antara senjata dengan objek target. Sistem

spawn juga dapat menampilkan objek sesuai dengan jenis senjata dan *mini-game* yang dipilih pengguna. Sistem pengambilan objek menggunakan komponen *XR Grab Interactable*. Sistem pemotongan dikembangkan dengan dukungan pustaka EzySlice yang memproses objek target menjadi dua bagian berdasarkan arah kontak senjata. Ketika objek berhasil dipotong, aplikasi mengaktifkan efek partikel, memutar efek suara, dan memperbarui skor pada panel antarmuka. Sistem *spawn* mengaktifkan jenis target berdasarkan senjata yang dipilih pengguna. Implementasi komponen VR, *script gameplay*, serta sistem interaksi diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Implementasi XR Origin, controller VR, dan komponen gameplay pada Unity
Sumber Pribadi

Berdasarkan Gambar 3, komponen XR Origin telah mengintegrasikan kamera dan *controller* sebagai pusat sistem VR. Berbagai *script gameplay* dan komponen interaksi juga telah ditempatkan pada objek terkait untuk mengatur pemilihan menu, pengambilan senjata, pemotongan target, penambahan skor, serta pemunculan objek permainan.

4. Hasil Implementasi Gameplay

Alur permainan dimulai ketika pengguna berada di depan Rumah Gadang dan menerima pengarahan dari NPC. Pengguna bergerak menuju lapangan, kemudian memilih salah satu senjata yang tersedia pada area pemilihan. Informasi mengenai nama, sejarah singkat, dan fungsi senjata dapat dibuka melalui tombol *Sejarah*. Tombol *Play* digunakan untuk memasuki mini game setelah pengguna menentukan senjata. Hasil implementasi mekanisme permainan untuk setiap senjata disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Mekanisme mini game berdasarkan jenis senjata

Senjata	Objek Target	Mekanisme Permainan	Respons Sistem
Kurambik	Buah yang muncul secara acak.	Pengguna mengayunkan kurambik untuk memotong buah sebelum waktu permainan berakhir.	Buah terbelah, efek suara diputar, partikel muncul, dan skor pengguna bertambah.
Ruduih	Batang bambu.	Pengguna mengayunkan ruduih ke arah batang bambu yang muncul di area permainan.	Bambu terpotong, efek visual dan audio aktif, serta skor pengguna bertambah.
Karih	Hantu (ghost).	Pengguna mengarahkan dan mengayunkan karih ke arah hantu yang muncul secara bergantian.	Hantu menghilang setelah terkena senjata dan skor pengguna bertambah.

Kurambik digunakan untuk memotong objek buah yang muncul secara acak. Ruduih digunakan untuk memotong batang bambu, sedangkan karih digunakan untuk menghadapi objek hantu yang muncul secara bergantian. Setiap mini game memiliki batas waktu permainan. Skor bertambah ketika sistem mendeteksi keberhasilan interaksi antara senjata dan target. Objek buah, bambu, dan hantu yang digunakan sebagai target ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan objek buah, bambu, dan hantu pada masing-masing mini game
Sumber Pribadi

Berdasarkan Gambar 4, objek target pada setiap *mini-game* telah dibedakan berdasarkan jenis senjata yang digunakan. Buah menjadi target permainan kurambik, bambu menjadi target ruduih, dan hantu menjadi target karih. Perbedaan objek tersebut menghasilkan variasi aktivitas sekaligus memperjelas hubungan antara senjata dan mekanisme permainan.

5. Hasil Implementasi Antarmuka dan Audio

Antarmuka pengguna dibuat menggunakan *canvas* dalam mode *World Space* agar panel terlihat sebagai bagian dari lingkungan virtual. Antarmuka terdiri atas halaman pemilihan senjata, tombol *Play*, tombol *Sejarah*, tombol *Kembali*, panel informasi budaya, panel skor, panel waktu, dan panel *game over*. Panel informasi menampilkan nama serta uraian singkat mengenai sejarah dan fungsi senjata yang dipilih. Panel skor dan waktu diperbarui secara waktu nyata selama permainan berlangsung. Panel *game over* muncul secara otomatis ketika waktu permainan berakhir dan menampilkan ucapan terima kasih kepada pengguna.



Gambar 5. Tampilan panel informasi senjata, skor, waktu, dan halaman game over
Sumber Pribadi

Berdasarkan Gambar 5, antarmuka telah menyediakan informasi budaya, navigasi permainan, perkembangan skor, sisa waktu, dan pemberitahuan berakhirnya permainan. Penempatan panel dalam mode *World Space* memungkinkan pengguna membaca dan mengoperasikan antarmuka secara langsung di dalam lingkungan virtual. Komponen audio diterapkan melalui *Audio Source* yang ditempatkan pada objek senjata. Efek suara tebasan diputar ketika sistem mendeteksi keberhasilan pemotongan objek target. Audio dipicu melalui *script* yang terhubung dengan sistem *slice*. Produk yang dihasilkan belum menggunakan musik latar, sehingga audio yang tersedia pada versi pengujian terbatas pada efek suara interaksi senjata dan target.

6. Hasil Build Aplikasi

Aplikasi dikompilasi melalui menu *Build Settings* pada Unity dengan Android sebagai platform target. Pengaturan tersebut dipilih karena perangkat Meta Quest menggunakan sistem operasi berbasis Android. Seluruh aset, model tiga dimensi, *script*, antarmuka, audio, dan sistem interaksi dikompilasi menjadi satu file APK. File tersebut berhasil dihasilkan dan dapat dipasang pada perangkat Meta Quest tanpa harus menjalankan aplikasi melalui Unity Editor.



Gambar 6. Proses build aplikasi dan file APK untuk perangkat Meta Quest
Sumber Pribadi

Berdasarkan Gambar 6, proses *build* telah berhasil menghasilkan file APK yang dapat dipasang pada perangkat Meta Quest. Aplikasi dapat dijalankan secara mandiri tanpa harus dihubungkan kembali dengan Unity Editor selama proses penggunaan.

7. Hasil Alpha Testing

Pengujian alpha dilakukan terhadap fungsi pemilihan senjata, *grab interaction*, *slice interaction*, sistem skor, tampilan antarmuka, respons controller, proses *spawn*, audio, dan alur perpindahan permainan. Pengujian awal menunjukkan bahwa fungsi utama aplikasi telah dapat

dijalankan, tetapi ditemukan dua kendala teknis yang memengaruhi performa dan konsistensi interaksi. Kendala dan tindakan perbaikannya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Temuan dan perbaikan pada alpha testing

Aspek yang Diuji	Temuan Awal	Dampak terhadap Aplikasi	Tindakan Perbaikan	Hasil Setelah Perbaikan
Model tiga dimensi	Jumlah poligon pada beberapa model terlalu tinggi.	Performa aplikasi menjadi berat ketika dijalankan pada perangkat VR.	Model dibuat ulang menggunakan pendekatan low poly dan dilakukan optimasi mesh.	Aplikasi dapat dijalankan dengan beban aset yang lebih rendah.
Collider senjata	Area collider tidak selalu mendeteksi kontak dengan target.	Objek target tidak terpotong meskipun secara visual telah terkena ayunan senjata.	Ukuran dan posisi collider disesuaikan dengan bentuk bilah senjata.	Deteksi kontak antara senjata dan target menjadi lebih konsisten.
Grab interaction	Posisi senjata belum tepat ketika dipegang.	Orientasi senjata terlihat kurang wajar pada tangan virtual.	Attach point ditempatkan pada bagian gagang senjata.	Posisi dan arah senjata mengikuti genggaman controller.
Sistem slice	Pemotongan bergantung pada ketepatan kontak antara senjata dan target.	Beberapa ayunan tidak menghasilkan potongan.	Komponen collider, Rigidbody, dan pengaturan EzySlice diperiksa kembali.	Buah dan bambu dapat dipotong ketika kontak terdeteksi.
Sistem audio	Aplikasi hanya memiliki efek suara tebasan.	Tidak terdapat musik pengiring selama permainan.	Musik latar belum ditambahkan pada versi pengujian.	Efek suara interaksi dapat diputar, tetapi musik latar belum tersedia.

Berdasarkan Tabel 4, kendala utama pada tahap *alpha testing* berkaitan dengan beban model, ketepatan area deteksi, orientasi senjata, konsistensi pemotongan, dan kelengkapan audio. Optimasi model serta penyesuaian komponen interaksi meningkatkan performa dan konsistensi respons sistem. Namun, keterbatasan musik latar masih terdapat pada versi pengujian. Setelah perbaikan, aplikasi dapat menjalankan alur permainan dari lingkungan awal, pengarahan NPC, pemilihan senjata, pembukaan panel informasi, pelaksanaan mini game, penambahan skor, penghitungan waktu, hingga munculnya halaman *game over*. Fungsi *ray interaction* dapat digunakan untuk memilih tombol, sedangkan fungsi *grab* memungkinkan pengguna mengambil dan mengayunkan ketiga senjata. Sistem *spawn* juga dapat memunculkan target sesuai jenis senjata yang dipilih.

Data yang tidak sesuai dengan rancangan awal ditemukan pada performa model, sistem deteksi tabrakan, dan kelengkapan audio. Model dengan jumlah poligon tinggi menyebabkan

beban pemrosesan lebih besar pada perangkat VR. Anomali lain terjadi ketika ayunan senjata telah mengenai objek secara visual, tetapi sistem belum memproses pemotongan karena posisi *collider* tidak sesuai dengan bentuk bilah. Kedua kendala tersebut diperbaiki pada tahap alpha testing. Keterbatasan yang masih terdapat pada produk ialah belum tersedianya musik latar dan masih terbatasnya objek budaya pada tiga jenis senjata.

8. Status Beta Testing

Pengujian beta dirancang dengan melibatkan teman sejawat dan dosen sebagai responden. Prosedur pengujian meliputi penggunaan aplikasi secara langsung melalui perangkat VR dan pengisian kuesioner mengenai kemudahan penggunaan, kejelasan informasi budaya, fungsi interaksi, kenyamanan bermain, serta tampilan visual.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan mini game berbasis *Virtual Reality Head-Mounted Display* telah menghasilkan aplikasi yang memadukan pengenalan budaya, visualisasi tiga dimensi, dan interaksi permainan. Produk tersebut menghadirkan kurambik, ruduih, dan karih sebagai objek utama yang dapat diamati, dipilih, dipegang, dan digunakan melalui controller VR. Kesesuaian antara produk akhir dan rancangan awal terlihat pada keberhasilan aplikasi menampilkan lingkungan bernuansa Minangkabau, NPC sebagai pengarah, panel informasi senjata, tiga mekanisme mini game, sistem skor, batas waktu, serta halaman akhir permainan. Temuan ini menjawab tujuan penelitian, yaitu menghasilkan media pengenalan senjata tradisional Minangkabau yang tidak berhenti pada penyampaian informasi visual, tetapi memberi ruang bagi pengguna untuk terlibat secara langsung melalui simulasi interaktif.

Penggunaan *Multimedia Development Life Cycle* mendukung proses pengembangan karena setiap tahap memiliki keluaran yang jelas. Tahap *concept* menghasilkan tujuan, sasaran pengguna, dan gagasan permainan; tahap *design* menghasilkan alur dan mekanisme interaksi; tahap *material collecting* menyediakan referensi budaya, model, teks, dan audio; sedangkan tahap *assembly* mengintegrasikan seluruh komponen menjadi aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat Meta Quest. Proses pengembangan tersebut tidak sepenuhnya berlangsung secara linear karena hasil pengujian mengharuskan pengembang kembali memperbaiki model, *collider*, dan posisi genggaman senjata. Pola tersebut menunjukkan bahwa pengembangan multimedia memerlukan evaluasi berulang agar kesesuaian visual, performa perangkat, dan respons

interaksi dapat dipertahankan secara bersamaan. Produk multimedia yang baik bukan hanya ditentukan oleh kelengkapan aset, tetapi juga oleh kemampuan setiap komponen untuk bekerja sebagai satu sistem yang stabil.

Representasi budaya pada aplikasi dibangun melalui dua unsur, yaitu artefak senjata dan lingkungan virtual. Model tiga dimensi kurambik, ruduih, dan karih dibuat berdasarkan referensi visual agar bentuk bilah, gagang, ornamen, warna, dan proporsinya tetap menunjukkan ciri masing-masing senjata. Rumah Gadang, pepohonan, pagar, lapangan, dan karakter NPC melengkapi latar permainan sehingga objek senjata tidak ditampilkan dalam ruang virtual yang terlepas dari identitas Minangkabau. Pendekatan ini memperluas bentuk media pengenalan senjata tradisional yang sebelumnya lebih banyak menggunakan ilustrasi, buku, atau animasi dua dimensi. Perancangan animasi kerambit oleh Hanif Syofwan dan Purnomo (2024), misalnya, berupaya mengenalkan sejarah kerambit melalui media visual untuk menarik perhatian remaja. Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini melanjutkan arah tersebut melalui model tiga dimensi dan interaksi berbasis gerak, sehingga pengguna tidak hanya menyaksikan representasi senjata, tetapi juga berinteraksi dengannya di lingkungan virtual.

Perbedaan mekanisme mini game untuk setiap senjata merupakan bagian penting dari hasil pengembangan. Kurambik digunakan untuk memotong buah yang muncul secara acak, ruduih digunakan untuk menebas bambu, sedangkan karih digunakan untuk menghadapi objek hantu. Variasi tersebut mencegah ketiga senjata tampil sebagai objek dengan fungsi permainan yang sama. Mekanisme kurambik menekankan kecepatan dan kelincahan gerak, sedangkan mekanisme ruduih memberikan kesan penggunaan bilah yang lebih panjang dan kuat. Karakter kurambik sebagai senjata genggam dengan bilah melengkung yang berkaitan dengan praktik silek juga sejalan dengan kajian (Ravika et al., 2024). Kajian tersebut menunjukkan bahwa kurambik tidak dapat dipisahkan dari konteks pewarisan dan penggunaannya sebagai atribut dalam aliran silek tertentu di Minangkabau. Penggunaan mekanisme gerak pada aplikasi ini dapat memperkenalkan karakter fisik senjata, meskipun simulasi yang ditampilkan tetap merupakan penyederhanaan untuk kepentingan permainan dan bukan rekonstruksi teknik silek yang sesungguhnya.

Hubungan antara jenis senjata, objek sasaran, gerakan pengguna, dan respons aplikasi menunjukkan bahwa mekanika permainan telah disusun berdasarkan pola tindakan dan umpan balik. Ketika pengguna mengayunkan senjata dan mengenai sasaran, sistem mendeteksi

tabrakan, memproses objek, menampilkan partikel, memutar efek suara, dan menambah skor. Susunan tersebut sejalan dengan kerangka Vlahović et al. (2022), yang menempatkan interaksi pemain dengan objek sasaran sebagai salah satu bagian penting dalam klasifikasi dan evaluasi mekanika permainan VR. Respons yang muncul setelah tindakan pengguna membantu memperjelas hubungan antara gerakan dan hasil permainan. Skor dan batas waktu juga memberikan tujuan yang dapat diamati selama mini game berlangsung. Mekanika tersebut membuat aktivitas pengenalan budaya tidak hanya berbentuk pembacaan informasi, tetapi dipadukan dengan tantangan yang memerlukan perhatian, koordinasi gerak, dan ketepatan tindakan.

Penerapan *XR Origin, head tracking, Ray Interactor, Direct Interactor*, dan *XR Grab Interactable* memungkinkan pengguna menavigasi lingkungan serta mengendalikan objek virtual melalui gerakan kepala dan tangan. *Ray interaction* mempermudah pemilihan menu dari jarak tertentu, sedangkan *grab interaction* menciptakan pengalaman memegang dan mengayunkan senjata secara langsung. Kombinasi tersebut menjadi pembeda utama antara aplikasi ini dan media pengenalan budaya yang bersifat statis. Kajian Cipresso et al. (2018) menunjukkan bahwa perkembangan VR berkaitan dengan meningkatnya perhatian terhadap sistem yang memberikan pengalaman virtual lebih interaktif dan mendalam. Saha et al. (2025) juga menjelaskan bahwa kemajuan perangkat dan sistem pelacakan memperluas pemanfaatan VR untuk simulasi dan pelatihan berbasis aktivitas pengguna. Kehadiran HMD dan controller pada penelitian ini dengan demikian tidak sekadar berfungsi sebagai perangkat tampilan, tetapi menjadi penghubung antara gerakan fisik pengguna dan respons objek di lingkungan virtual.

Temuan teknis pada *alpha testing* memperlihatkan bahwa kualitas pengalaman VR sangat dipengaruhi oleh efisiensi aset dan ketepatan sistem interaksi. Model dengan jumlah poligon tinggi menyebabkan aplikasi lebih berat ketika dijalankan pada perangkat VR. Pembuatan ulang model menggunakan pendekatan *low poly* menurunkan beban aset tanpa menghilangkan karakter utama bentuk senjata. Permasalahan lain muncul ketika *collider* tidak mendeteksi kontak secara konsisten, meskipun bilah senjata secara visual telah mengenai sasaran. Penyesuaian ukuran dan posisi *collider*, pemeriksaan komponen *Rigidbody*, serta penempatan *attach point* pada gagang membuat posisi senjata dan deteksi kontak menjadi lebih sesuai. Hasil ini menunjukkan bahwa kemiripan visual belum cukup untuk menjamin keberhasilan aplikasi VR. Model yang menarik tetap harus diimbangi dengan struktur aset yang ringan dan area interaksi yang tepat agar tindakan pengguna memperoleh respons yang konsisten.

Antarmuka, skor, batas waktu, efek partikel, dan audio tebasan berfungsi sebagai umpan balik yang membantu pengguna memahami keadaan permainan. Panel informasi memberikan konteks budaya sebelum pengguna memasuki mini game, sedangkan panel skor dan waktu menampilkan perkembangan permainan secara langsung. Pemisahan antara informasi budaya dan tantangan permainan membuat pengguna dapat mengenali senjata terlebih dahulu sebelum menggunakan representasi virtualnya. Kajian GomezRomero-Borquez et al. (2024) memperlihatkan bahwa permainan VR melibatkan hubungan antara jenis permainan, perhatian, dan respons kognitif pengguna. Hasil penelitian ini belum mengukur perubahan kognitif atau hasil belajar, tetapi rancangan yang menggabungkan informasi, tantangan, gerakan, dan umpan balik telah menyediakan unsur yang diperlukan untuk membangun keterlibatan pengguna. Klaim mengenai peningkatan pengetahuan atau motivasi tetap memerlukan pengujian empiris melalui instrumen dan desain evaluasi yang lebih terukur.

Potensi edukatif aplikasi terletak pada kemampuannya menampilkan artefak budaya yang sulit digunakan secara langsung karena alasan keselamatan, kelangkaan, dan keterbatasan akses. Teknologi VR memungkinkan pengguna memperoleh pengalaman simulatif tanpa berhadapan dengan risiko penggunaan senjata asli. Temuan tersebut mendukung pandangan Azmi et al. (2024) bahwa VR dapat memvisualisasikan objek dan konsep melalui bentuk tiga dimensi interaktif serta memberi kesempatan kepada pengguna untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Aplikasi ini juga memiliki peluang untuk dimanfaatkan pada pameran, museum, sekolah, perguruan tinggi, atau kegiatan kebudayaan sebagai media pendamping. Pengguna dapat melihat bentuk senjata, membaca informasi singkat, dan mencoba mekanisme permainan dalam satu pengalaman. Pemanfaatannya tetap memerlukan pendampingan agar unsur permainan tidak menggeser informasi budaya yang menjadi tujuan utama produk.

Kontribusi praktis penelitian ini terletak pada penyediaan alternatif media pelestarian budaya yang menggabungkan model tiga dimensi, narasi budaya, dan permainan berbasis gerak. Kontribusi metodologis terlihat pada penerapan MDLC untuk menerjemahkan hasil pengumpulan referensi budaya menjadi aset, lingkungan, antarmuka, dan mekanisme VR. Kontribusi produk juga terdapat pada penggabungan tiga senjata tradisional dalam satu aplikasi dengan mekanisme permainan yang berbeda. Produk tersebut dapat menjadi prototipe awal bagi pengembangan museum virtual atau media edukasi budaya yang lebih luas. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan senjata lain, memperluas isi sejarah, menghadirkan narasi suara, serta melibatkan budayawan dan praktisi silek untuk memastikan kesesuaian antara representasi digital dan konteks budaya yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengembangan mini game pengenalan senjata tradisional Minangkabau berbasis *Virtual Reality Head-Mounted Display* berhasil menghasilkan aplikasi interaktif yang memuat Kurambik, Ruduih, dan Karih sebagai objek utama permainan. Pengembangan dilakukan melalui tahapan *Multimedia Development Life Cycle* yang mencakup *concept, design, material collecting, assembly, testing*, dan *distribution*. Aplikasi mampu menghadirkan lingkungan virtual bernuansa Minangkabau, informasi singkat mengenai sejarah dan fungsi senjata, serta mekanisme permainan yang berbeda pada setiap objek. Kurambik diterapkan pada permainan memotong buah, Ruduih digunakan untuk menebas bambu, sedangkan Karih digunakan untuk menghadapi objek hantu. Hasil pengujian alpha menunjukkan bahwa fungsi pemilihan senjata, interaksi genggam, sistem pemotongan, skor, waktu, antarmuka, dan respons controller dapat dijalankan sesuai rancangan setelah dilakukan perbaikan pada jumlah poligon model dan komponen *collider*.

Penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa prototipe media pengenalan budaya yang memadukan visualisasi tiga dimensi, informasi sejarah, dan interaksi berbasis gerak dalam satu lingkungan virtual. Kontribusi metodologisnya terlihat pada penerapan MDLC untuk menerjemahkan referensi budaya menjadi aset, mekanisme permainan, dan sistem VR yang dapat dioperasikan melalui perangkat Meta Quest. Produk yang dihasilkan dapat menjadi alternatif media edukasi dan pelestarian budaya yang lebih aman, menarik, dan relevan bagi generasi muda. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan responden yang lebih luas, ahli budaya, praktisi silek, dan ahli media, serta melakukan pengujian beta secara terukur untuk menilai kemudahan penggunaan, kenyamanan, pengalaman bermain, dan peningkatan pengetahuan pengguna. Pengembangan berikutnya juga dapat menambahkan jenis senjata tradisional lain, memperluas narasi sejarah, menyediakan musik latar dan narasi suara, serta mengoptimalkan aplikasi untuk perangkat dan platform VR yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

Aleem, S., Audie, N. (2019). Peran Media Pembelajaran Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP, 2*(1), 586–595. https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/psnp/article/view/5665

Azmi, M. N., Mansur, H., & Utama, A. H. (2024). Potensi Pemanfaatan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran di Era Digital. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran, 12*(Special Issue 1), 211–226. https://journal.umpo.ac.id/index.php/dimensi/article/view/9746

Bonsu, N. O., Zagami, J., Pendergast, D., & Boadu, G. (2025). Virtual reality utilisation in history education: Discovery through a systematic quantitative literature review. *Issues and Trends in Learning Technologies, 12*(2). https://doi.org/10.2458/itlt.5995

Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology, 9*, Article 2086. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086

Fatimah, S. (2022). Siti Manggopoh: Women warriors from the coastal land of Minangkabau in the 1908 Balasting War. *Social Studies Conference Proceedings: The 1st International Conference of Social Studies*. https://publikasipips.ulm.ac.id/index.php/ssecp/article/view/598/1stICSS2022

Fernando, F. (2013). Perancangan Buku Senjata Kurambik Khas Minangkabau Sumatera Barat. *DeKaVe, 3*(6), 15–30. https://doi.org/10.24821/dkv.v3i6.881

GomezRomero-Borquez, J., Del-Valle-Soto, C., Del-Puerto-Flores, J. A., Briseño, R. A., & Varela-Aldás, J. (2024). Neurogaming in virtual reality: A review of video game genres and cognitive impact. *Electronics, 13*(9), Article 1683. https://doi.org/10.3390/electronics13091683

Hanum, Z., & Ariesta, O. (2025). Perancangan Trading Card Game sebagai Media Informasi Pengenalan Senjata Tradisional Minangkabau untuk Siswa SMP di Sumatera Barat. *TSAQOFAH, 5*(4), 3662–3679. https://doi.org/10.58578/tsaqofah.v5i4.6436

Ilhaq, M. (2018). Keris dalam Budaya Minangkabau: Visualisasi Nilai Kepemimpinan Pangulu. *Besaung: Jurnal Seni Desain dan Budaya, 3*(3), 125–130. https://doi.org/10.36982/jsdb.v3i3.496

Lampropoulos, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development, 72*(3), 1691–1785. https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3

Musril, H. A., Jasmienti, & Hurrahman, M. (2020). Implementasi Teknologi Virtual Reality pada Media Pembelajaran Perakitan Komputer. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI, 9*(1), 83–95. https://doi.org/10.23887/janapati.v9i1.23215

Oyelere, S. S., Bouali, N., Kaliisa, R., Obaido, G., Yunusa, A. A., & Jimoh, E. R. (2020). Exploring the trends of educational virtual reality games: A systematic review of empirical studies. *Smart Learning Environments, 7*, Article 31. https://doi.org/10.1186/s40561-020-00142-7

Qiu, T., Li, H., Chen, Y., Zeng, H., & Qian, S. (2024). Continuance intention toward VR games of intangible cultural heritage: A stimulus–organism–response perspective. *Virtual Reality, 28*(3), Article 149. https://doi.org/10.1007/s10055-024-01043-7

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*, Article 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Ravika, N., Yunarti, Y., & Arifin, Z. (2024). Senjata Kurambik sebagai Atribut dalam Silat pada Sasaran Silek Tuo Siunyuik Marapi, Nagari Sungai Pua. *Aceh Anthropological Journal, 8*(2), 253–271. https://doi.org/10.29103/aaj.v8i2.18407

Saha, N., Gadow, V., & Harik, R. (2025). Emerging technologies in augmented reality (AR) and virtual reality (VR) for manufacturing applications: A comprehensive review. *Journal of Manufacturing and Materials Processing, 9*(9), Article 297. https://doi.org/10.3390/jmmp9090297

Syofwan, M. H., & Purnomo, E. (2024). Perancangan Animasi 2D Warisan Budaya Senjata Tradisional Kerambit. *Misterius: Publikasi Ilmu Seni dan Desain Komunikasi Visual, 1*(1), 83–91. https://doi.org/10.62383/misterius.v1i1.56

Vlahović, S., Sužnjević, M., & Skorin-Kapov, L. (2022). A framework for the classification and evaluation of game mechanics for virtual reality games. *Electronics, 11*(18), Article 2946. https://doi.org/10.3390/electronics11182946

Zhao, Y., Li, Y., Dai, T., Sedini, C., Wu, X., Jiang, W., Li, J., Zhu, K., Zhai, B., Li, M., & LC, R. A. Y. (2025). Virtual reality in heritage education for enhanced learning experience: A mini-review and design considerations. *Frontiers in Virtual Reality, 6*, Article 1560594. https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1560594