available at http://ejournal.unp.ac.id/index.php/dkv/index

ONLINE ISSN 2302-3228

dekave

Published by *Program Studi Desain Komunikasi Visual*
FBS Universitas Negeri Padang, Indonesia

Vol. 15 No. 3, 2025
Page 276-290

Perancangan Dokumenter VR 360° sebagai Media Eksplorasi Petualangan Digital pada Situs Prasejarah Karst Sangkulirang-Mangkalihat

Muhammad Dhani [1], Intan Rizky Mutiaz[2]
1,2 Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha No. 10, Kota Bandung, Jawa Barat 40132
Email: 27123077@mahasiswa.itb.ac.id

Submitted: 20xx-mm-dd
Accepted: 20xx-mm-dd

Published: 20xx-mm-dd
DOI: 10.24036/dekave.v11i1.xxxx

Abstrak

Kawasan Karst Sangkulirang-Mangkalihat di Kalimantan Timur menyimpan seni cadas figuratif berusia lebih dari 40 000 tahun menjadi salah satu situs prasejarah penting di Indonesia. Terdapat beragam hambatan mulai dari akses transportasi hingga alasan keamanan dan keselamatan untuk mengunjungi cagar budaya tersebut. Penelitian berfokus pada perancangan solusi pengalaman digital melalui dokumenter VR berbasis video 360°. Metode perancangan melalui tahapan pra-produksi, produksi, dan pascaproduksi mengadaptasi framework design thinking. Tahapan perancangan menghasilkan prototype 1 yang diujikan kepada 19 siswa dari jenjang SMA/SMK di SMKN 15 Samarinda, SMAN 8 Samarinda, SMAN 10 Samarinda. Hasil pengujian menunjukan berbasis Wilcoxon mengonfirmasi kenaikan skor pengetahuan rata-rata 4,05 poin (Z = −3,823; p < 0,001). Dimensi Kehadiran memperoleh skor tertinggi (M = 4,58/5), dan 89 % responden menilai sudut pandang orang pertama sebagai aspek paling imersif; 95. Berdasarkan hasil pengujian dilakukan iterasi hingga menghasilkan prototype 2 yang terdiri dari tiga episode dokumenter VR. Disitribusi karya akan dilakukan melalui microsite yang berperan sebagai sumber informasi dan ruang diskusi para penonton. Hasil penelitian menunjukan dokumenter VR efektif digunakan sebagai media pengenalan cagar budaya yang sulit diakses melalui pengalaman petualangan digital.

Kata kunci: *Virtual Reality, video 360, Dokumenter Interaktif, gambar cadas prasejarah, Sangkulirang-Mangkalihat.*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi virtual telah memasuki berbagai ranah edukasi. Teknologi virtual kini menjadi solusi terhadap berbagai permasalahan dan memberikan pengalaman virtual yang imersif. Menurut Świerczyńska-Kaczor et al. (2019) pemanfaatan video 360° dapat digunakan untuk meningkatkan keterlibatan emosional dan meningkatkan pemahaman pada materi pembelajaran. Penelitian Xing et al. (2024) dan Silseth et al. (2024) menjelaskan bahwa VR berpotensi meningkatkan pengetahuan, apresiasi warisan budaya hingga melibatkan penonton dalam eksplorasi naratif/refleksi kolaboratif. Pemanfaatan VR dalam konservasi dan promosi budaya dalam studi Beslar & Mutiaz (2023) serta Abidin et al. (2020) menunjukkan bahwa tur virtual berbasis video

© Universitas Negeri Padang

360° dapat menjembatani akses ke destinasi yang sulit dijangkau, sekaligus meningkatkan pemahaman pengguna terhadap sejarah lokal.

Film dokumenter sebagai salah satu jenis film edukasi kini berkembang dengan kehadiran teknologi video 360°. Inovasi perkembangan dokumenter VR menunjukkan dampak positif dalam meningkatnya emosional dan pengalaman eksploratif yang lebih tinggi dibandingkan dokumenter berbasis layar 2D (Nash, 2018). Aksesibilitas pada dokumenter VR didukung melalui platform Youtube yang mudah diakses oleh para penonton. Berbagai topik dokumenter VR telah menjadi salah satu bentuk konten pada *National Geographic* dan *Google Art & Culture.* Menghadirkan pengalaman virtual melalui dokumeter VR *National Geographic* mengemas pendakian Gunung Everest, pengalaman memanjat pohon berusia 3000 tahun di Sequoia & Kings Canyon National Parks, hingga pengalaman ekspedisi ilmiah satwa liar di Afrika.

Melalui potensi pemanfaatan VR dokumenter terhadap pengalaman imersif penonton. Hal ini dapat digunakan sebagai media pengenalan cagar budaya terutama pada situs yang sulit terjangkau. Salah satu situs arkeologi paling penting di Indonesia menyimpan lebih dari 2.800 gambar cadas prasejarah berada di kawasan Karst Sangkulirang Mangkalihat di Kalimantan Timur. Salah satu gua bernama, Gua Jeriji Saleh, dengan usia lebih dari 40.000 tahun, diakui sebagai salah satu contoh seni figuratif tertua di dunia (Aubert et al., 2018). Situs ini terdiri atas lebih dari 35 lokasi gambar cadas yang tersebar di tujuh pegunungan karst utama (UNESCO, 2022) dan berperan signifikan dalam studi budaya Austronesia di Asia Tenggara (Sumantri et al., 2017).

Untuk berkunjung ke situs prasejarah Karst Sangkulirang mangkalihat pengunjung harus melalui berbagai medan perjalanan. Mulai dari perjalanan darat antar kabupaten, perjalanan sungai menggunakan kapal hingga perjalanan darat mendaki dan memanjat tebing. Hal ini menjadi hambatan akses serta berpotensi membahayakan pengunjung. Untuk melindungi dan menjaga warisan prasejarah wilayah ritus prasejarah memiliki akses terbatas bertujuan menjaga keberlangsungan dari potensi kerusakan. Ancaman terhadap ritus prasejarah ini mencakup vandalisme, erosi alami, hingga rendahnya kesadaran masyarakat (Permana, 2015). Faktor-faktor tersebut mengakibatkan kerusakan signifikan, seperti yang terlihat di Ceruk Tewet dan sejumlah gua lain (Balai Pelestarian Cagar Budaya Kalimantan Timur, 2019).

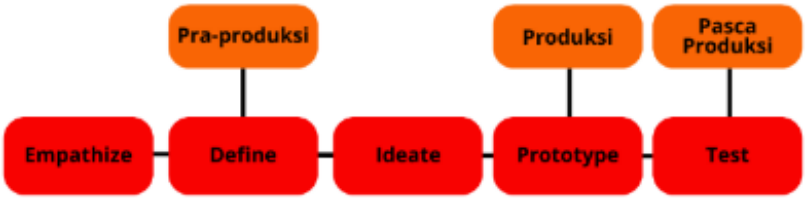
Berdasarkan potensi pemanfaatan VR dokumenter yang mampu memberikan pengalaman imersif menjadi solusi keterbatasan akses. Sehingga dilakukan perancangan dokumenter VR berbasis video 360° sebagai solusi pelestarian dan pengalaman virtual eksplorasi di situs Karst Sangkulirang Mangkalihat. Hal ini sejalan dengan pemanfaatan VR sebagai bentuk eksplorasi digital terhadap area yang sulit dijangkau secara fisik, dengan tetap melestarikan struktur aslinya (Elmezeny et al., 2018; Nash, 2018; Zhong et al., 2021). Untuk meningkatkan pengalaman virtual melalui dokumenter VR akan dikolaborasikan menggunakan konsep *storytelling* yang dapat membangun kesadaran dan urgensi pelestarian situs. Hal ini sejalan dengan penelitian Choi et al. (2024) bahwa konsep *storyliving* VR mengajak pengguna tidak hanya menonton sejarah, melainkan seolah-olah ikut hidup dalam narasi, sehingga kedekatan emosional meningkat drastis.

Pemanfaatan teknologi virtual sebagai media eksplorasi virtual selaras dengan minat generasi Z sebagai *digital natives* (Prensky, 2001). Pengunaan teknologi selalu melalui tahapan adaptasi, generasi Z memiliki kecenderungan tinggi untuk mengadopsi teknologi berbasis *metaverse*, termasuk *virtual reality* (VR) (Mandal et al., 2024).

Sehingga perancangan dokumenter VR memungkinkan menarik minat generasi Z melalui pengalaman sensoris imersif serta pemahaman materi edukatif (Adnan et al., 2020).

Metode

Metode perancangan dokumenter VR menggunakan tahapan pra produksi, produksi dan pascaproduksi yang mengadaptasi pendekatan *design thinking* (Beslar & Mutiaz, 2023). Pendekatan *design thinking* efektif digunakan untuk menghasilkan keluaran yang berfokus pada kebutuhan pengguna. Alur kerja *Design thingking* terbagi menjadi empat tahapan, *Empathize, Define, Ideate, Prototype,* dan *Test* yang kemudian diterapkan dalam tahapan produksi.



Gambar 1. Metode perancangan *virtual reality* dokumenter 360°

Tahap pertama dalam proses perancangan adalah *Empathize*, yang berfokus pada penggalian pemahaman mendalam mengenai topik, media dan target pengguna. Tahap kedua adalah *Define*, yaitu tahap pematangan hasil eksplorasi lapangan untuk merumuskan permasalahan. Tahap ketiga adalah *Ideate*, yaitu fase pengembangan gagasan dan perumusan konsep awal sebagai dasar perancangan solusi yang berorientasi pada kebutuhan pengguna. Tahap keempat adalah *Prototype*, yang difokuskan pada proses realisasi konten awal sebagai representasi dari konsep yang telah dikembangkan sebelumnya. Tahap terakhir dalam proses perancangan adalah *Testing*, yang berfungsi untuk mengukur efektivitas dokumenter VR 360° sebagai media edukatif, perbandingan media dan pengalaman imersif.

Hasil dan Pembahasan

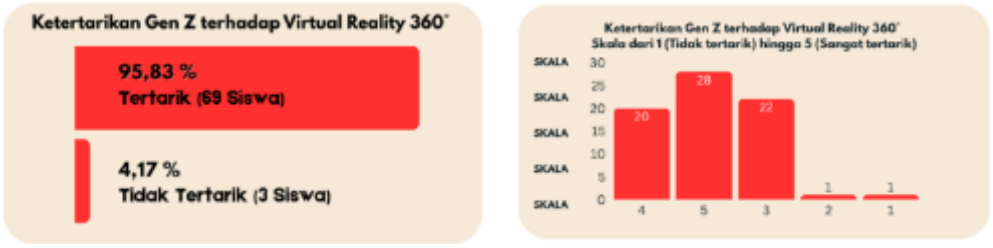
Pra-produksi

Pada tahap praproduksi mencakup seluruh persiapan untuk memahami dan merumuskan perancangan dokumenter VR. Tahap awal perancangan ini mengadaptasi tahapan *design thingking* mencakup *empathize, define* dan *ideate*. Tahapan *Empathize* bertujuan membangun empati penulis, melalui observasi lapangan wilaysah Karst Sangkulirang Mangkalihat. Observasi dilakukan melalui keterlibatan langsung penulis dalam kegiatan observasi lapangan bersama tim Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah XIV.



Gambar 2. Riset dan Observasi lapangan di Karst Sangkulirang Mangkalihat

Untuk memahami kebutuhan pengguna dilakukan survei daring yang diikuti oleh 72 siswa SMA/SMK di Kota Samarinda dan Kota Sangatta. Survei bertujuan mendapatkan gambaran awal mengenai tingkat ketertarikan siswa pada media *virtual reality* (VR) 360° dan menggunakannya sebagai media pembelajaran situs budaya. Hasil survei yang telah dilakukan mengindikasikan antusiasme yang sangat kuat terhadap pemanfaatan *virtual reality* (VR) 360° sebagai media eksplorasi situs bersejarah dan budaya. Dari total responden, 69 orang (95,83%) menyatakan tertarik untuk menggunakan VR 360°, sedangkan hanya 3 orang (4,17%) yang mengaku tidak tertarik. Proporsi dominan ini menegaskan bahwa teknologi imersif berpotensi besar diterima oleh Generasi Z. Sehingga berpotensi digunakan sebagai sarana pembelajaran dan apresiasi warisan budaya, terutama ketika akses fisik ke lokasi situs masih terbatas.



(a) (b)

Gambar 3. Data survei minat Generasi Z terhadap VR 360 dan penggunaannya, (a) Minat Generasi Z terhadap VR 360, (b) VR sebagai media pembelajaran situs budaya

Survei juga dilakukan untuk mengetahui antusiasme terhadap *virtual reality* (VR) 360° sebagai media pembelajaran situs budaya. Hanya 1 responden (1,39%) yang memilih Skala 1 (sangat tidak tertarik) dan 1 responden lainnya (1,39%) memilih Skala 2, menandakan kelompok yang benar-benar enggan hampir tidak tertarik. Sebanyak 22 responden (30,56%) berada pada Skala 3 (ragu-ragu), 20 responden (27,78 %) menempatkan diri pada Skala 4 (tertarik) dan 28 responden (38,89%) pada Skala 5 (sangat tertarik).

Dengan demikian, 66,67% responden (48 siswa) memilih Skala 4 atau 5 tergolong berminat terhadap penggunaan VR sebagai media pembelajaran situs budaya. Nilai rata-rata keseluruhan 4,01 (± 0,94) memperkuat kesimpulan bahwa mayoritas Generasi Z melihat *virtual tour* 360° sebagai pendekatan belajar yang menarik dan relevan memperkuat justifikasi potensi pemanfaatan VR 360° untuk pengenalan gambar cadas prasejarah Sangkulirang-Mangkalihat.

Pada tahap *Define*, kebutuhan desain diformulasikan secara eksplisit ke dalam tiga tuntutan utama mencakup 1) Perancangan konten edukasi 2) visibilitas tampilan visual pada lingkungan gua yang gelap 3) Mekanisme berbagi konten yang efektif melalui microsite sebagai media distribusi karya. Perancangan konten dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara kepada arkeolog dan tinjauan Pustaka. Dokumenter VR dirumuskan akan mencakup perjalanan Sungai Jele' menuju basecamep Tewet dan dilanjutkan menuju Ceruk Tewet, dan Ceruk Karim. Pada perancangan akan menggunakan narasi dan *storytelling* dalam dokumenter VR sebagai jembatan kritis antara teknologi dan pesan edukatif yang ingin disampaikan. Pendekatan ini bukan saja menampilkan cerita secara pasif, melainkan mengajak penonton terlibat aktif dalam petualangan digital, memahami kedalaman historis serta signifikansi budaya yang melekat pada situs tersebut.

Pada tahap Ideate, seluruh gagasan konseptual dikonsolidasikan ke dalam bentuk *storyboard* lima segmen:

a. Pembuka sinematik berdurasi sepuluh detik untuk menarik perhatian awal (*hook);*
b. Orientasi dalam format dua dimensi, dengan ikon rotasi dan batas panjang subtitle maksimal 65 karakter.
c. Instruksi penggunaan VR singkat berdurasi antara sepuluh hingga tiga puluh detik.
d. Tahapan eksplorasi visual yang terstruktur, dimulai dari drone establishing shot, perekaman statis, hingga walk-through setiap 40-60 detik untuk menjaga dinamika eksplorasi.
e. Penegasan akhir dengan ajakan berbagi melalui tombol "Bagikan Cerita Petualanganmu!".

Dengan demikian, tahap pra-produksi bukan sekadar fase administratif awal, tetapi merupakan proses strategis yang mengintegrasikan kebutuhan pengguna, karakteristik digital Generasi Z, dan kendala teknis lapangan ke dalam kerangka naratif-visual yang utuh dan terukur.

Produksi

Perekaman Video 360°

Sebelum proses pengambilan gambar dimulai, dilakukan pembuatan panduan lokasi-adegan *(guideline shot list)* untuk memastikan narasi visual tersusun secara koheren. Panduan ini berfungsi sebagai kerangka konseptual dan praktis untuk mengarahkan pengambilan gambar di lapangan, sehingga setiap adegan yang direkam memiliki relevansi tematik, kronologis, dan spasial.

Tabel 1. Adegan dan lokasi perekaman Video 360°

Lokasi	Adegan
Sungai *Jele'*	- Perjalanan menyusuri Sungai *Jele'* dengan *ketinting* (perahu)
	- Dialog saat berada di atas *ketinting* (perahu)
	- Dinding karst dan hutan yang dilalui
Basecamp Tewet	- Aktivitas disekitar *basecamp Tewet*
	- Kegiatan persiapan di *basecamp* Tewet
	- Pemandangan hutan sekitar *basecamp*

Ceruk Tewet	- Perjalanan pendakian tebing karst dan hutan menuju Ceruk *Tewet*
	- Eksplorasi dalam gua
	- Detail gambar cadas telapak tangan
Ceruk Karim	- Perjalanan pendakian tebing karst dan hutan menuju Ceruk *Karim*
	- Detail gambar tangan dan tapir
	- Eksplorasi gambar cadas di dalam relung Ceruk *Karim*

Proses Perekaman

Proses pengambilan gambar dilakukan menggunakan kamera *Insta360 X3,* dengan spesifikasi resolusi 4K dan *mode dual-lens 360 auto-stitched capture* pada kecepatan 30 hingga 60 *frame* per detik. Kamera ini dipasang pada berbagai jenis *rig* sesuai kebutuhan visual dan kondisi medan. Untuk perekaman statis, digunakan tripod portabel setinggi 1,2 meter dan 3 meter. Penyesuaian ketinggian tripod akan menyesuaikan terhadap konsep shot yang diinginkan mencakup *point of view* hingga *drone view.* Pengaturan profil warna dikunci pada mode *standard* dengan *white balance* tetap di 5600K, guna menjaga konsistensi warna dalam lingkungan pencahayaan alami.



Gambar 4. Produksi menggunakan kamera Insta360 X3 dan tripod 1.2 meter dan 3 meter

Proses perekaman dokumenter dilakukan selama tiga hari berturut-turut, mengikuti urutan naratif berdasarkan lokasi eksplorasi. Hari pertama difokuskan pada perjalanan mengarungi Sungai Jele' menuju *basecamp* Tewet. Kamera 360° ditempatkan pada tiga titik strategis di atas ketinting, yaitu bagian haluan, tengah, dan diatas perahu. Setiap pengambilan gambar memiliki durasi minimal dua menit untuk menangkap suasana perjalanan sungai secara utuh. Sebagai alternatif dari pengambilan gambar udara, digunakan shot pembuka (*hook*) berupa *drone style establishing shot* yang direkam dari tripod tinggi guna menciptakan efek visual menyerupai tangkapan udara.



Gambar 5. Proses perekaman di Sungai Jele'

Hari kedua berfokus pada perekaman perjalan dan eksplorasi Ceruk Tewet. Kamera dipasang pada helm menggunakan *mounting head* untuk merekam proses pendakian dari sudut pandang orang pertama. Kamera dibiarkan merekam selama 20 detik hingga

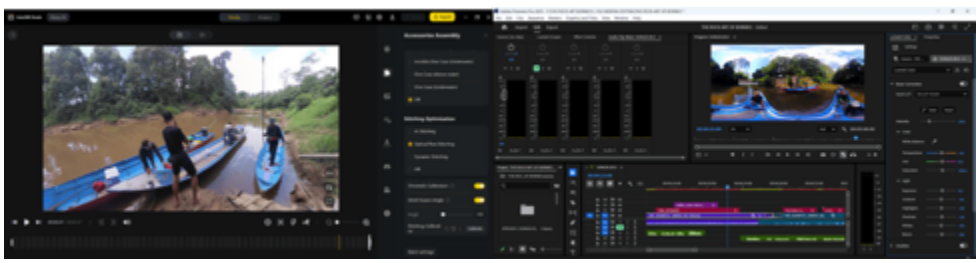
3 menit tanpa pergerakan, agar pengguna VR dapat melakukan eksplorasi mandiri dalam ruang pandang 360°. Beberapa pengambilan dilakukan dengan pergerakan kamera untuk memberikan alternatif sudut pandang dan meningkatkan dinamika visual. Hari ketiga dialokasikan untuk melakukan perekaman pada Ceruk Karim. Pengambilan dilakukan di dalam relung sempit menggunakan tripod setinggi 1,2 meter. Untuk mengatasi keterbatasan cahaya alami, digunakan pencahayaan tambahan berupa *headlamp* dan lampu LED kecil yang ditempatkan secara strategis untuk menghindari efek *lens flare.* Kamera diposisikan secara statis pada titik terluas dari ceruk guna merekam interaksi langsung dari peserta atau narator, yang berbicara ke arah kamera 360°. Sehingga memperkuat kesan keterlibatan dan kehadiran dalam ruang virtual.



Gambar 6. Proses perekaman di Ceruk Tewet & Ceruk Karim

Penyuntingan & rendering

Setelah proses perekaman lapangan selesai, file kemudian diimpor ke perangkat lunak *Insta360 Studio untuk* tahap pemrosesan awal. Langkah pertama adalah seleksi klip, di mana setiap *footage* dikaji berdasarkan kebutuhan naratif. Tahap berikutnya adalah *stitching* otomatis, menggunakan plugin *"Optical Flow"* yang tersedia pada perangkat lunak *Insta360 Studio.* Fitur ini menyatukan hasil tangkapan dari dua lensa kamera 360° menjadi satu bidang pandang utuh tanpa garis sambungan yang terlihat. Proses *stitching* menjadi prasyarat penting agar setiap klip dapat diolah lebih lanjut dalam tahap penyuntingan, serta memastikan transisi visual yang mulus antarbidikan dalam lingkungan imersif.



Gambar 7. Proses *stitching* otomatis dan peyuntingan

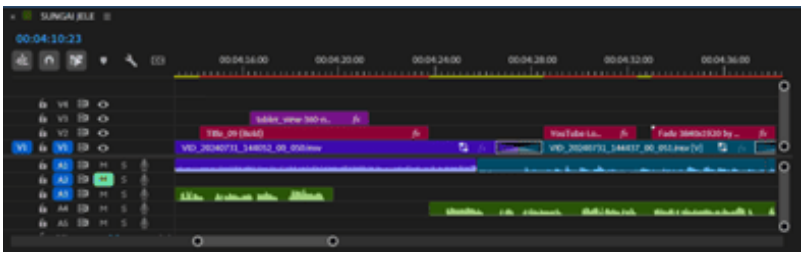
Tahap berikutnya adalah penyuntingan dan koreksi warna, yang dilaksanakan secara menyeluruh menggunakan perangkat lunak *Adobe Premiere Pro* 2025. Klip kemudian disusun mengikuti struktur naratif lima segmen sebagaimana ditetapkan dalam *storyboard*, yakni: (1) pembuka sinematik (*hook*), (2) orientasi pengguna, (3) instruksi

penggunaan VR, (4) eksplorasi lingkungan, dan (5) penegasan serta ajakan bertindak (call to action). Setelah struktur *final cut final* disetujui, tahap berikutnya adalah koreksi warna menggunakan *lumetri color panel*. Pada tahap koreksi *primer (basic correction), exposure* dinaikkan sebesar +0,2 *EV* (setara peningkatan kurang lebih 20 persen) dan *contrast* diturunkan sebesar 10 persen, guna mempertahankan detail visual pada area dengan pencahayaan rendah di dalam gua.



Gambar 1. Penyusunan Grafis Overlay

Setelah seluruh proses penyuntingan dan *creative grading* dilanjutkan pada tahap *grafis overlay.* Penyusunan elemen grafis meliputi animasi teks, ikon navigasi, dan transisi sebagai penegasan informasi dan memperkuat struktur naratif dalam lingkungan 360°. Animasi teks dirancang menggunakan font *Objektiv Mk2* berukuran 57 pt, dan dianimasikan melalui kombinasi efek *scale-in* selama 2 detik disertai dengan *fade-in* sepanjang 6 *frame*. Pemilihan gaya ini bertujuan untuk menciptakan transisi teks yang halus dan terbaca jelas dalam ruang visual dinamis tanpa mengganggu kontinuitas pengalaman imersif.



Gambar 2. Penyuntingan audio pada dokumenter VR

Setelah penyuntingan visual dilanjutkan pada penyuntingan audio dalam dokumenter VR 360°. Audio dirancang secara berlapis guna menciptakan pengalaman imersif yang membawa penonton “hadir” di gua cadas, sekaligus mempertahankan atensi Generasi Z. Terdapat tiga lapisan audio utama: narasi suara *(voice-over),* dialog atau komentar talent, dan suasana lingkungan *(ambience*) dari kamera. Pada setiap perpindahan antarsegmen video, diterapkan teknik penyuntingan audio *J-cut* secara konsisten. Tahap akhir produksi ialah proses *rendering* dalam resolusi 3840 × 1920 piksel menggunakan *codec H.265* dengan *bitrate 20 Mbps*, disertai audio berlapis (vokal dan *ambience*). *Protoype* awal dokumenter VR menghasilkan satu episode berdurasi 8 menit 41 detik. *Prototype* video kemudian diunggah pada kanal *YouTube* dan di *embed* ke dalam antarmuka *microsite* berbasis *Tailwind CSS.*

Pasca-produksi

Pada tahap pengujian utama, penelitian ini melibatkan sebanyak 19 siswa dari jenjang SMA/SMK di SMKN 15 Samarinda, SMAN 8 Samarinda, SMAN 10 Samarinda. Pemilihan responden dilakukan secara *purposive*, dengan mempertimbangkan kriteria inklusi berupa rentang usia 14-18 tahun yang merepresentasikan Generasi Z, serta ketertarikan awal terhadap media digital dan tema sejarah budaya.

Tabel 2. Demografi Responden Terpilih

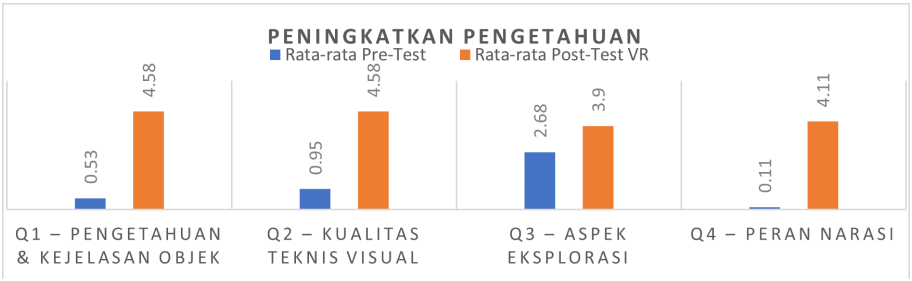
Kategori Demografi	Detail	Jumlah	Proporsi (%)
Total Responden	-	19	100
Proporsi Gender	Laki-laki	10	52.6
	Perempuan	9	47.4
Rentang Usia	14-16 tahun	4	21.1
	17-18	15	78.9
Kelompok Perlakuan	Urutan VR → 2D	10	52.6
	Urutan 2D → VR	9	47.4
Minat Awal	Rata-rata Skor (Skala 1-5)	-	4.63

Materi eksperimen yang digunakan meliputi video dokumenter VR 360° *prototype 1* dengan durasi 8.41 menit, serta video dokumenter 2D dengan konten dan narasi identik sebagai media pembanding. Penilaian responden dikumpulkan melalui kuesioner daring (*Google Forms*) yang terdiri atas lima bagian, meliputi: (1*) pre-test* pengetahuan awal, (2) *post-test* pengetahuan akhir, serta (3) evaluasi persepsi terhadap lima dimensi pengalaman utama yaitu kehadiran (*presence*), realisme visual, kualitas teknis visual, alur eksplorasi, dan efektivitas narasi.

Efektivitas Dokumenter VR sebagai Media Edukasi

Efektivitas penggunaan media *virtual reality* dalam dokumenter 360° sebagai alat edukasi diukur dengan melakukan perbandingan skor pengetahuan responden sebelum (*pre-test*) dan sesudah *(post-test*) mereka menyaksikan dokumenter. Proses analisis memanfaatkan teknik pengkodean naratif berdasarkan *Taksonomi Bloom* (Anderson, 2001) di mana respons terbuka peserta dialihkan ke dalam bentuk skor bertingkat.

Hasil analisis memperlihatkan adanya peningkatan rata-rata skor yang sangat signifikan di seluruh indikator pasca intervensi. Peningkatan paling menonjol terjadi pada indikator *Q1* (Pengetahuan & Kejelasan Objek) dan *Q4* (Peran Narasi) yang menunjukkan bahwa integrasi antara visualisasi imersif dengan narasi berperan sentral dalam pembentukan pemahaman. Dalam konteks lingkungan VR 360°, narasi berfungsi tidak hanya sebagai pengiring audio, tetapi juga sebagai mediasi kognitif yang memandu fokus atensi peserta.



Gambar 3. *User testing* documenter VR sebagai media edukasi

Selanjutnya, dua aspek pendukung lain yakni *Q2* (kualitas teknis visual) dan *Q3* (kemampuan eksplorasi), ikut berkontribusi dalam memperkuat efektivitas edukasi. Kualitas gambar yang tinggi memungkinkan representasi visual tersaji secara akurat. Sementara itu, elemen eksplorasi memberi pengguna atensi untuk bergerak secara aktif dalam ruang belajar virtual. Model interaksi ini sejalan dengan prinsip pembelajaran pengalaman (*experiential learning*) sebagaimana diuraikan oleh Kolb (1984), keterlibatan langsung dan refleksi atas pengalaman menjadi prasyarat pembentukan pengetahuan yang bermakna.

Umpan balik kualitatif dari responden turut memperkuat temuan ini. Salah satu peserta (F, 17) menyampaikan bahwa ia merasa "ikut mendaki bebatuan" dalam pengalaman VR. Hal ini menunjukkan bahwa visualisasi yang detail serta penggunaan sudut pandang orang pertama berhasil membangun kesan kehadiran dan keterlibatan dalam simulasi petualangan.

Pembahasan Perbandingan Media Media VR dan 2D

Pengujian kedua ialah analisis komparatif media untuk mengevaluasi perbedaan persepsi pengalaman pengguna antara media VR dan 2D. Uji *Wilcoxon Signed-Rank* digunakan untuk menilai signifikansi perbedaan skor rata-rata (skala 1-5). Hasil data menunjukkan bahwa format VR memiliki keunggulan signifikan dalam aspek pengalaman imersif, sedangkan dokumenter 2D menunjukkan performa yang relatif lebih kuat dalam menyampaikan efektivitas narasi.

Table 1. Hasil Uji Wilcoxon Signed-Rank Perbandingan Pengalaman Pengguna 2D vs. VR

Dimensi Pengalaman	Rata-rata 2D (Mean)	Rata-rata VR (Mean)	Z-value	p-value	Keterangan
Q1: *Presence* (Rasa Hadir)	3,05	4,58	3,309	<0,001	Signifikan
Q2: Realisme Visual	3,53	4,58	3,059	0,002	Signifikan
Q3: Kualitas Teknis Visual	4,32	3,90	-1,223	0,210	Tidak Signifikan
Q4:Alur Eksplorasi	3,74	4,11	0,795	0,430	Tidak Signifikan
Q5: Efektivitas Narasi	4,63	4,21	-1,883	0,036	Signifikan

Pada dimensi Eksplorasi, VR juga menunjukkan keunggulan (4,11 vs. 3,74), menegaskan peran penting fitur eksplorasi dalam meningkatkan persepsi petualangan. Pada pengukuran kualitas visual dokumenter 2D memperoleh skor sedikit lebih tinggi (4,32 vs. 3,90) hal ini kemungkinan diakibatkan resolusi perangkat VR/ kamera 360° yang

digunakan dalam penelitian ini. Pada pengukuran efektivitas narasi memperoleh skor tinggi dan relatif setara pada kedua media (2D = 4,63; VR = 4,21). Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan narasi sebagai medium penyampaian pesan edukatif tetap terjaga baik dalam format 2D maupun VR, sehingga kualitas cerita menjadi faktor krusial yang bersifat lintas media.

Sejalan dengan hipotesis penelitian, hasil uji komparatif menunjukkan bahwa pengalaman *virtual reality* (VR) secara statistik melampaui format 2D dalam membangun *presence* dan realisme visual. Data mencatat nilai Z = 3,309 ($p < 0,001$) untuk dimensi *Presence* dan Z = 3,059 ($p = 0,002$). Sedangkan realisme visual, menegaskan keunggulan signifikan VR. Pencapaian ini ditopang oleh sifat dasar VR yang memungkinkan pengguna meninjau lingkungan 360°, mendorong eksplorasi aktif, serta menghadirkan agensi dan kendali faktor yang tidak tersedia pada narasi linear 2D.

Perbandingan shot imersif

Pengujian ketiga dilakukan dengan menguji 25 shot imersif yang memberikan kesan kehadiran tertinggi. Hasil voting menunjukkan tiga adegan dominan kode G-09, G-15, dan G-22 dengan tingkat preferensi lebih dari 84%. Ketiganya menonjol karena menggunakan sudut pandang orang pertama (*first-person POV*) dan menampilkan detail tekstur tinggi. Keduanya merupakan faktor kunci dalam memicu *involvement* dan *sensory fidelity* tinggi menurut *Presence Questionnaire* Witmer & Singer [20].

Temuan kuantitatif mengindikasikan bahwa adegan-adegan yang memperoleh tingkat imersi tertinggi adalah yang menempatkan pengguna sebagai pelaku utama dalam narasi, seperti ketika mereka "mendaki tebing" atau "mengamati secara dekat" motif gambar cadas. Kecenderungan ini diperkuat oleh data persepsi, di mana sebanyak 89,5% responden menyatakan bahwa penggunaan sudut pandang orang pertama jauh lebih efektif dalam membangun keterlibatan emosional dibandingkan dengan sudut pandang orang ketiga.

Tabel 3. Hasil pengujian 3 dari 25 shot imersif

No.	Kode Gambar	Deskripsi Adegan	*Voting* (n=19)	Alasan Dominan Pengguna
1	G-09	Tangan meraih dinding batu saat panjat	17 (89 %)	Gerakan vertikal dan detail tekstur, rasa “ada di lokasi”.
2	G-15	*Close-up* stensil tangan dengan hiasan titik-titik	17 (89 %)	Atmosfer sakral, gambar cadas jelas.
3	G-22	Pola titik-titik dalam gambar cadas (Menyerupai Sarang Lebah)	16 (84 %)	Motif unik, *framing* simetris

Efektivitas POV dalam memfasilitasi *presence* juga mendapat validasi dari data kualitatif. Pernyataan dari responden (S,17), “Karena beberapa saya memilih sudut pandang yang mendaki tebing terus menaiki tangga, karena saya merasakan naik tebingnya gitu, keras batuannya sehingga apa yang saya lakukan kerasa itu menguatkan suasana”, menunjukkan bahwa perspektif orang pertama mampu mentransformasikan persepsi visual menjadi pengalaman multisensorial yang bersifat kinestetik dan hampir

taktil. Hal ini sejalan dengan definisi *presence* oleh Witmer & Singer (1998) yang menekankan pergeseran posisi pengguna dari penonton pasif menjadi peserta aktif dalam lingkungan virtual, di mana batas antara dunia nyata dan representasi digital menjadi kabur.

Iterasi hasil pengujian documenter VR

Berdasarkan hasil pengujian efektivitas media edukasi, perbandingan VR dan 2D serta shot dengan skor imersif yang lebih tinggi. *Prototype* dikembangkan berdasarkan hasil temuan, perubahan utama terjadi peralihan dari konten tunggal menjadi tiga episode. Seluruh *shot* dengan tingkat imersif tinggi dioptimalkan pada masing-masing episode yang terbagi menjadi ; Episode 1 Sungai Jele', episode dua Ceruk Tewet dan Ceruk Karim. Pembagian episode mempertimbangkan prilaku generasi z terhadap konten video. Laporan Deloitte Digital Media *Trends* edisi ke-17 mencatat bahwa 64% responden Generasi Z lebih menyukai video pendek dalam format *feed* dibandingkan tayangan berdurasi panjang (Deloitte Insights, 2023). Hal ini sejalan dengan hasil survei GWI Generasi Z Zeitgeist yang mencatat bahwa rata-rata waktu yang dihabiskan Generasi Z untuk menonton video daring mencapai 3 jam 59 menit per hari, dengan dominasi konsumsi melalui perangkat mobile (GWI, 2024). Untuk mengetahui durasi efektif pada video 360° dilakukan komparasi media kanal youtube dengan tingkat popularitas tertinggi. Komparasi media dilakukan tabel 4 menunjukan video 360° dengan popularitas tertinggi berdurasi 3-7 menit.

Tabel 4. Komparasi Video 360° pada kanal Youtube

No	Judul Video (Kanal)	Durasi (mm:ss)	View count	Like count
1.	Lascaux Caves, Paleolithic and New Again|The Daily 360|The New York (https://youtu.be/UV1oIoXBCg)	02:41	76.360	468
2.	Virtual Tour: Inside Chauvet Cave|Google Arts & Culture (https://youtu.be/htFsh56dKIY)	09:44	235.409	1.800
3.	Check out the prehistoric petroglyphs of Gobustan in 360| Experience Azerbaijan (https://youtu.be/2g3ct_3M-zg)	0:50	1.745	18
4.	Prehistoric rock painting at Hueco Tanks State Park (360 video) (https://youtu.be/EMo5oSjbg08)	0:15	741	11
5.	Visit the Okavango Delta in 360°| National Geographic (https://youtu.be/BZy1XUTCiL4)	3:36	214.765	2.900

Pada tahap akhir iterasi menghasilkan *prototype* ke-2 dokumenter VR yang terdiri dari tiga episode. Pembagian episode sebagai upaya meningkatkan efektivitas dengan pemilihan shot yang terbukti imersif, durasi yang sesuai dengan karakter generasi Z dan kebebasan penonton terhadap episode petualangan virtual yang dinginkan. *Prototype* ini menjadi akhir dari seluruh proses perancangan dan akan dilanjutkan pada proses distribusi karya untuk disebarluaskan sebagai media pelestarian kebudayaan yang inovatif.

Microsite Berbasis Web sebagai Platform Distribusi

Pada perancangan dokumenter VR *microsite* akan digunakan media distribusi interaktif yang memudahkan aksek dan responsif terhadap berbagai ukuran layar.

Microsite merupakan bentuk situs web mini yang dirancang secara terpisah dari situs utama untuk tujuan komunikasi yang lebih terfokus. Sula & Banyár (2021) mendefinisikan *microsite* sebagai laman digital berskala kecil yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau kampanye tertentu. Sebagai media distribusi *microsite* akan digunakan sebagai media informasi terkait Karst Sangkulirang Mangkalihat dan menampilkan tiga episode utama dokumenter VR. *Microsite* juga berperan sebagai *creative* hub, ruang diskusi penonton serta menjadi landing page utama untuk para penonton dapat membagikan informasi mengenai VR dokumenter.

com



Gambar 4. Tampilan microsite sebagai distribusi karya

Kesimpulan

Penelitian ini secara empiris membuktikan bahwa *prototype* dokumenter VR 360° yang dirancang dengan pendekatan Design Thinking dan narasi petualangan digital telah berhasil mencapai tujuannya. Prototype ini terbukti mampu (1) meningkatkan pengetahuan faktual siswa SMA/SMK secara signifikan mengenai gambar cadas Sangkulirang-Mangkalihat; (2) membangun sensasi kehadiran (*presence*) dan realisme yang jauh lebih kuat dibandingkan media video 2D konvensional; serta (3) menumbuhkan apresiasi dan minat yang tinggi untuk memanfaatkan media imersif dalam pembelajaran sejarah-budaya. Dengan demikian, model perancangan yang mensintesiskan narasi petualangan, sudut pandang orang pertama (*first-person*), audio spasial, serta distribusi melalui ekosistem *microsite* dan YouTube 360° telah divalidasi sebagai model yang efektif untuk pelestarian dan edukasi digital warisan budaya prasejarah.

Proses perancangan menggunakan model *Design Thinking* berhasil diimplementasikan dari tahap empati hingga pengujian, menghasilkan prototype ke-2 yang terdiri dari tiga episode (Perjalanan Sungai Jele', Ceruk Tewet, dan Ceruk Karim) dalam format 4K dengan audio spasial. Temuan kunci dari proses ini adalah konfirmasi bahwa sudut pandang orang pertama (*first-person* POV) dinilai paling imersif oleh 89% responden, menjadikannya pilar utama dalam desain pengalaman dokumenter ini.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian terdapat beberapa aspek yang dapat dilakukan pada penelitian mendapat. Saran penelitian mendatang mencakup mengimplementasikan *guided path* atau *hotspot* interaktif pada objek cadas untuk memperjelas alur narasi tanpa mengurangi kebebasan eksplorasi pengguna. Serta penyaluran media edukasi pada lembaga pendidikan seperti sekolah atau museum sehingga dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat umum.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah XIV atas dukungan dan akses lapangan yang memungkinkan pelaksanaan riset di kawasan Karst Sangkulirang-Mangkalihat. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bapak Adhi Agus Oktaviana (Pusat Riset Arkeometri BRIN) dan Bapak Andika Arief Derejat Priyadno (BPK Wilayah XIV) atas wawasan mendalam yang mereka berikan selama sesi wawancara. Penelitian ini tidak akan terlaksana tanpa partisipasi siswa-siswi dari tiga sekolah di Kalimantan Timur yang telah bersedia mengikuti pengujian media. Terakhir, penulis menghargai masukan konstruktif dari para dosen pembimbing di Program Magister Desain ITB, serta rekan sejawat yang telah membantu dalam proses validasi naskah dan distribusi *prototype*.

Rujukan

Abidin, R., Suryani, N., & Sariyatun, . (2020). Students' Perceptions of 360 Degree Virtual Tour-Based Historical Learning About The Cultural Heritage Area of The Kapitan and Al-Munawar Villages in Palembang City. *International Journal of Social Sciences and Management*, *7*(3), 105–112. https://doi.org/10.3126/ijssm.v7i3.29764

Adnan, A. H. M., Shak, M. S. Y., Karim, R. A., Tahir, M. H. M., & Shah, D. S. M. (2020). 360-degree videos, VR experiences and the application of education 4.0 technologies in Malaysia for exposure and immersion. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, *5*(1), 373–381. https://doi.org/10.25046/aj050148

Anderson, L. W. , & K. D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*.

Aubert, M., Setiawan, P., Oktaviana, A. A., Brumm, A., Sulistyarto, P. H., Saptomo, E. W., Istiawan, B., Ma'rifat, T. A., Wahyuono, V. N., Atmoko, F. T., Zhao, J. X., Huntley, J., Taçon, P. S. C., Howard, D. L., & Brand, H. E. A. (2018). Palaeolithic cave art in Borneo. *Nature*, *564*(7735), 254–257. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0679-9

Balai Pelestarian Cagar Budaya Kalimantan Timur. (2019). *Monitoring Gambar Cadas Kawasan Karst Sangkulirang Mangkalihat*.

Beslar, E. T., & Mutiaz, I. R. (2023). Perancangan Virtual Tour 360 sebagai Media Pengenalan untuk Memberikan Pengalaman Berkunjung Langsung ke Kepulauan Derawan. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, *12*. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v12i1.110324

Choi, J. W., Park, J. J., & Jun, H. J. (2024). An Interactive Virtual Reality Approach to Understanding Cultural Heritage Through Storyliving: A Case Study of Seoul City Wall (Hanyangdoseong) in South Korea. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*(23). https://doi.org/10.3390/app142311348

Deloitte Insights. (2023, April 14). *Deloitte digital media trends 2023 | Deloitte Insights*. https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/digital-media-trends-consumption-habits-survey/2023.html

Elmezeny, A., Edenhofer, N., & Wimmer, J. (2018). *Immersive Storytelling in 360-Degree Videos: An Analysis of Interplay Between Narrative and Technical Immersion*. *11*. https://doi.org/DOI:10.4101/JVWR.V11I1.7298

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*. http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/process-of-experiential-learning.pdf!

Mandal, S., Paul, J., Kotni, V. V. D. P., & Chintaluri, M. G. (2024). The orientation of Gen Zs towards metaverse tourism. *Journal of Destination Marketing and Management*, *32*. https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2024.100871

Nash, K. (2018). Virtually real: exploring VR documentary. In *Studies in Documentary Film* (Vol. 12, Issue 2, pp. 97–100). Routledge. https://doi.org/10.1080/17503280.2018.1484992

Permana, R. C. E. (2015). Lukisan Dinding Gua (Rock Art): Keterancaman dan Upaya Konservasinya. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, *9*(2), 43–51. https://doi.org/https://doi.org/10.33374/jurnalkonservasicagarbudaya.v9i2.140

Prensky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants* (Vol. 9, Issue 5). NCB University Press.

Silseth, K., Steier, R., & Arnseth, H. C. (2024). Exploring students' immersive VR experiences as resources for collaborative meaning making and learning. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, *19*(1), 11–36. https://doi.org/10.1007/s11412-023-09413-0

Sula, T., & Banyár, M. (2021). The Microsite. *International Journal of Computers*, *15*, 81–87. https://doi.org/10.46300/9108.2021.15.12

Sumantri, D. I. G., Soeria Atmadja, D. A. S., & Setiawan, P. (2017, May 16). SANGKULIRANG MANGKALIHAT: THE EARLIEST PREHISTORIC ROCK-ART IN THE WORLD. *Proc. Int. Cartogr. Assoc.* https://doi.org/10.5194/ica-proc-1-108-2017

Świerczyńska-Kaczor, U., Żelazowska, M., Kotlińska, M., & Wachowicz, J. (2019). Online interactive storytelling: Evaluation of the viewer experience of 360-degree videos. *Journal of Economics and Management*, *36*, 105–122. https://doi.org/10.22367/jem.2019.36.06

GWI. (2024). *The Global Media Landscape in 2024*. https://www.gwi.com/reports/global-media-landscape/explore?submissionGuid=996efc38-4143-48c6-88c9-7e9f8151fdac

UNESCO. (2022). *Guidelines for the Selection of Digital Heritage for Long-Term Preservation*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244280

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence*, *7*(3), 225–240. https://doi.org/10.1162/105474698565686.

Xing, Y., Xiao, Y., & Luo, Y. (2024). Integrating restoration and interactive exploration to enhance cultural heritage through VR storytelling. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-72182-9

Zhong, H., Wang, L., & Zhang, H. (2021). The application of virtual reality technology in the digital preservation of cultural heritage. *Computer Science and Information Systems*, *18*(2), 535–551. https://doi.org/10.2298/CSIS200208009Z