

REALITAS PENGUNJUNG DAN RESPON MUSEUM SOEGARDA PURBALINGGA: PEMBANGUNAN DESAIN EDUTAINMENT MEDIA *AUGMENTED REALITY* SEBAGAI INOVASI KONSERVASI BUDAYA

Godham Eko Saputro¹, Muhammad Wildan Khunaefi², Muh Fakhrihun Na'am³, Siti Nurrohmah⁴, Ifa Nurhayati⁵

^{1,3,4,5}PKK, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

WCX3+334, Sekaran, Kec. Gn. Pati, Kota Semarang, Jawa Tengah 50229, (+62) 24 8508101

²Asosiasi Antropologi Indonesia Pengurus Daerah Jawa Tengah, Asosiasi Antropologi Indonesia

Jl. Kweni No.1 1, RT.1/RW.4, Gandaria Utara, Kec. Kby. Baru, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus

Ibukota Jakarta 12140, (+62) 21 29631601

e-mail : godham.eko@mail.unnes.ac.id¹, muhammad.w@mail.ac.id², fakhri.artworker@mail.unnes.ac.id³

sitinurrohmah@mail.unnes.ac.id⁴, ifa.nh@mail.unnes.ac.id⁵

Corresponding author : Godham Eko Saputro¹

Abstrak

Era globalisasi telah memberikan normalisasi digital dan perubahan selera belajar pada berbagai aspek, termasuk museum. Museum Soegarda Purbalingga mengalami tantangan dalam adaptasi digital dan selera belajar pengunjung. Tujuan studi ini adalah meningkatkan minat belajar pengunjung dan adaptasi digital museum melalui Augmented Reality (AR). Studi ini menggunakan pendekatan *research and development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dan triangulasi data untuk validitas. Hasil studi menunjukkan bahwa penggunaan AR di Museum memiliki dampak signifikan dan positif terhadap minat pengunjung untuk belajar lebih banyak tentang artefak dan budaya lokal. Nilai korelasi (r) sebesar 0.86 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara efektivitas AR dan motivasi pengunjung. Analisis statistik menunjukkan nilai t sebesar 4.89 dengan derajat kebebasan 9, menunjukkan signifikansi statistik tinggi ($p < 0.05$). Secara keseluruhan, hasil studi ini mendukung bahwa AR dapat menciptakan pengalaman belajar yang efektif dan menyenangkan, memberikan dasar kuat untuk penggunaan teknologi AR dalam strategi konservasi dan edukasi museum.

Kata Kunci: augmented reality, edutainment, konservasi, budaya, museum, Soegarda

Abstract

The era of globalization has brought digital normalization and changes in learning preferences across various aspects, including museums. Therefore, the Soegarda Purbalingga Museum faces challenges in digital adaptation and visitor learning preferences. The aim of this study is to enhance visitor learning interest and the museum's digital adaptation through Augmented Reality (AR). This study employs a research and development approach using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) and data triangulation for validity. The study's results indicate that the use of AR in the museum has a significant and positive impact on visitors' interest in learning more about local artifacts and culture. A correlation value (r) of 0.86 indicates a very strong relationship between the perceived effectiveness of AR and visitor motivation. Statistical analysis shows a t -value of 4.89 with 9 degrees of freedom, indicating high statistical significance ($p < 0.05$). Overall, the study's results support that AR can create an effective and enjoyable learning experience, providing a strong foundation for the use of AR technology in museum conservation and education strategies.

Keywords: augmented reality, edutainment, conservation, culture, museum, Soegarda

Available online at:

bit.do/andharupa

Maret 2025

Received: 17 Juli 2024

Revised: 18 November 2024

Accepted: 13 Maret 2025

1. PENDAHULUAN

Era globalisasi telah memberikan normalisasi digital dan selera belajar yang berbeda pada berbagai aspek, termasuk museum (Thrift, 2022; Zuboff, 2019). Hal ini memicu munculnya berbagai studi yang membahas tentang adaptasi digital dan pengalaman belajar pengunjung museum (Zummo, Menlove, & Massey, 2024; Lee, Kang, Kim, & Martin, 2023). Banyak penelitian telah menyoroti pentingnya teknologi digital dalam meningkatkan keterlibatan dan minat pengunjung museum (Herman, 2023; Stylianou, E., 2022; Rajkowska, 2022). Teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) telah dibahas sebagai salah satu inovasi yang mampu memberikan pengalaman interaktif dan mendalam bagi pengunjung (Miah, Fenton, & Chadwick, 2024; Chen, Wang, Le, & Wang, 2024). Namun, banyak dari studi ini masih terbatas pada aspek teknis implementasi dan kurang menekankan pada pengaruhnya terhadap konservasi budaya dan peningkatan minat belajar.

Museum Soegarda Purbalingga, sebagai salah satu museum yang berkomitmen terhadap pelestarian budaya, menghadapi tantangan besar dalam mengadaptasi teknologi digital untuk memenuhi selera belajar pengunjung yang terus berkembang. Selama ini, upaya-upaya adaptasi digital di museum ini sering kali terhambat oleh keterbatasan sumber daya dan kurangnya pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat secara efektif digunakan untuk mendukung tujuan edukatif dan konservatif museum. Selain itu, kurangnya pendekatan holistik yang menggabungkan aspek teknis, edukatif, dan konservatif membuat banyak inisiatif digital yang ada belum mencapai potensi maksimalnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, studi ini merumuskan beberapa masalah utama yang perlu direspon: (1) Bagaimana kondisi adaptasi digital dan selera belajar pengunjung di Museum Soegarda Purbalingga saat ini?; (2) Apa saja kekurangan dalam implementasi teknologi digital di Museum Soegarda Purbalingga yang mempengaruhi minat belajar dan konservasi budaya?; (3) Bagaimana *Augmented Reality* dapat diterapkan secara efektif untuk meningkatkan minat belajar pengunjung dan mendukung konservasi budaya di Museum Soegarda Purbalingga?. Tujuan dari studi ini adalah untuk meningkatkan selera belajar pengunjung dan adaptasi digital museum melalui penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR). Studi ini mengadopsi pendekatan *research and development* (R&D) dengan menerapkan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dan menggunakan triangulasi data sebagai teknik validitas data. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan solusi inovatif yang mampu menjawab tantangan adaptasi digital dan mendukung tujuan konservasi budaya museum.

Kondisi adaptasi digital dan selera belajar pengunjung di Museum Soegarda Purbalingga sebelum tahun 2022/2023, telah menunjukkan harapan pengunjung yang tinggi terhadap pengalaman yang lebih interaktif dan informatif, melalui penggunaan teknologi digital. Meskipun demikian, keterbatasan sumber daya dan kurangnya pemahaman mengenai integrasi teknologi menyebabkan museum kesulitan dalam memenuhi harapan tersebut. Fakta ini menggambarkan tentang kebutuhan dan keinginan pengunjung serta sejauh mana museum saat ini mampu mengakomodasi hal tersebut. Selanjutnya, Museum Soegarda Purbalingga juga mengungkapkan bahwa

terdapat kendala teknis maupun non-teknis yang hadir dalam terciptanya digitalisasi Musuem Sogarda Purbalingga. Pada segi teknis, museum sering kali kekurangan infrastruktur yang memadai dan tenaga ahli yang mampu mengelola serta mengembangkan konten digital. Sedangkan pada segi non-teknis, terdapat tantangan dalam hal manajemen perubahan dan penerimaan teknologi baru oleh staf museum serta pengunjung yang [mungkin] kurang familiar dengan teknologi tersebut. Temuan awal ini telah mengidentifikasi secara rinci hambatan-hambatan museum dan bagaimana musuem mempengaruhi efektivitas inisiatif digital yang telah ada.

Digitalisasi museum melalui *Augmented Reality* (AR) dapat diterapkan untuk mengatasi kekurangan-kekurangan dan hambatan yang di alami museum (Lindsay & Weaver, 2024; Pratt Institute Office of Public Relations and Communications, 2019). Dasar argumentasi ini adalah AR merupakan platform teknologi yang menarik dan mudah diterima berbagai kalangan generasi, terutama generasi digital (Triantafyllidou & Zabaniotou, 2022; Ciulli, Kolk, & Boe-Lillegraven, 2020). Selain itu, AR dapat di implikasikan dengan mudah, ringkas dalam manajerial dan efisien dalam perawatan berkala (Huang, Chen, & Hsu, 2019; Manrique-Juan, Rojas-Ruiz, Alencastre-Miranda, M., & SILVA-MUÑOZ, 2017). AR juga mempunyai potensi besar dalam memberikan pengalaman yang lebih *engaging* dan edukatif serta menghibur. AR mampu menggabungkan elemen visual dan informasi secara interaktif, yang tidak hanya menarik perhatian pengunjung tetapi juga meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang disajikan. Penerapan AR di Museum Soegarda Purbalingga diharapkan dapat memperbaiki kelemahan dalam pengalaman belajar pengunjung dan memberikan kontribusi signifikan terhadap konservasi budaya.

Studi ini akan mengeksplorasi berbagai cara di mana AR dapat digunakan untuk tujuan tersebut, termasuk pengembangan aplikasi AR yang menampilkan artefak dan sejarah lokal dengan cara yang menarik dan informatif. Studi ini didasarkan pada teori konstruktivisme dan teori motivasi intrinsik. Konstruktivisme, yang dipopulerkan oleh Jean Piaget dan Lev Vygotsky, menyatakan bahwa pengetahuan dibangun oleh individu melalui interaksi mereka dengan lingkungan dan pengalaman (Lam & Phillipson, 2011; Mayer, 2005). Edutainment memanfaatkan prinsip ini dengan menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menarik agar pengunjung dapat membangun pemahaman mereka sendiri melalui eksplorasi dan keterlibatan aktif (Rubio-Campillo, 2020; Bossavit, Pina, Sanchez-Gil, & Urtasun, 2018). Sementara itu, teori motivasi intrinsik yang dijelaskan oleh Edward Deci dan Richard Ryan, menekankan bahwa individu lebih termotivasi untuk belajar ketika mereka tertarik dan terlibat secara pribadi (Deci & Ryan, 2011; Ryan & Deci, 2000). Dengan membuat proses belajar menjadi menyenangkan dan menarik, edutainment meningkatkan motivasi intrinsik, sehingga peserta lebih termotivasi untuk terlibat dan belajar.

Kebaruan studi ini terletak pada penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang secara spesifik disesuaikan dengan konteks lokal Museum Soegarda Purbalingga. Studi ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis dari implementasi AR, tetapi juga menekankan pengaruhnya terhadap konservasi budaya dan peningkatan minat belajar pengunjung. Dengan mengadopsi pendekatan holistik yang menggabungkan aspek teknis, edukatif, dan konservatif, studi ini menawarkan solusi yang inovatif dan

komprehensif untuk meningkatkan pengalaman pengunjung dan mendukung tujuan museum. Selain itu, penggunaan model ADDIE dan triangulasi data sebagai metodologi penelitian memberikan landasan yang kuat untuk validitas dan reliabilitas temuan studi ini.

Membaca apriori tersebut maka, urgensi studi ini adalah dalam penyediaan wawasan mendalam tentang pentingnya adaptasi digital di museum dan konsep edutainment. Studi ini akan memberikan kontribusi signifikan bagi praktisi, akademisi, dan pembuat kebijakan dalam memahami fenomena terkini dan mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam menggunakan teknologi untuk tujuan edukatif dan konservatif. Dengan demikian judul dari studi ini adalah “Realitas Pengunjung Dan Respon Museum Soegarda Purbalingga: Pembangunan Desain Edutainment Media Augmented Reality Sebagai Inovasi Konservasi Budaya”

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bergerak pada tiga tujuan utama. *Pertama*, mengidentifikasi kondisi saat ini dari adaptasi digital dan selera belajar pengunjung di Museum Soegarda Purbalingga. *Kedua*, implementasi AR dalam meningkatkan pengalaman belajar dan konservasi budaya di museum. *Ketiga*, mengevaluasi respons pengunjung terhadap penggunaan AR dalam meningkatkan minat mereka terhadap artefak lokal dan budaya museum. Ketiga tujuan ini memberikan konsekuensi untuk menggunakan kombinasi *mix method* untuk mencapai tujuan identifikasi awal dan evaluasi akhir, serta detail *Research and Development* (R&D) dengan mengadopsi model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) sebagai pembangunan dan implementasi AR di museum. Pendekatan penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah Model ini dipilih karena kemampuannya untuk mengembangkan dan mengevaluasi produk pendidikan yang efektif dan efisien, dalam hal ini aplikasi *Augmented Reality* (AR) yang diintegrasikan dalam konteks edutainment untuk mendukung konservasi budaya di Museum Soegarda Purbalingga. *Mix method* memberikan kerangka kerja penting dalam mendukung perolehan data statistik maupun *issues* yang berguna dalam pembangunan AR. Selain itu, *mix method* juga berguna dalam mengevaluasi penerapan AR yang telah di implementasikan di museum. Di sisi lain, metode R&D dengan model ADDIE memberikan kerangka kerja yang sistematis dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi penggunaan AR, memastikan bahwa setiap langkah dalam pengembangan aplikasi dipantau dan disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna (Harper, 2021; Yeh & Tseng, 2019).

Pengumpulan data dalam studi ini dilakukan melalui tiga metode utama: survei kuesioner, wawancara dan observasi. Pengunjung diminta untuk mengisi kuesioner sebelum dan setelah menggunakan aplikasi AR. Kuesioner ini berisi pertanyaan mengenai persepsi mereka tentang efektivitas AR, tingkat minat dan motivasi belajar tentang artefak lokal, serta pengalaman keseluruhan menggunakan aplikasi AR. wawancara langsung dilakukan untuk melihat bagaimana pengunjung berinteraksi dengan aplikasi AR dan artefak di museum. Sedangkan observasi berfungsi dalam mengidentifikasi aspek-aspek teknis dan non-teknis yang mempengaruhi efektivitas penggunaan AR.

Penentuan responden sekaligus informan dalam studi ini adalah teknik *purposive sampling* dan *random time*. *Purposive sampling* digunakan agar data primer yang diambil sesuai tujuan studi. Sedangkan teknik *random time*, dipilih dengan tujuan data acak yang tidak mempunyai determinasi keberpihakan pada ramianya atau sepiunya kunjungan museum. Pada saat penelitian, setidaknya pengunjung museum Soegarda Purbalingga adalah 11 orang. Oleh karena itu studi ini mengambil 10 informan sekaligus responden untuk studi ini. Prosedur analisis dimulai dengan penghitungan rata-rata dan deviasi standar untuk data persepsi efektivitas AR dan motivasi belajar. Data persepsi efektivitas AR dan motivasi belajar dihitung untuk mendapatkan rata-rata dan deviasi standar masing-masing variabel. Selanjutnya, uji korelasi Pearson dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara persepsi efektivitas AR dan motivasi belajar, untuk mengidentifikasi apakah ada hubungan yang signifikan antara kedua variabel ini. Setelah itu, data tersebut juga dianalisis dengan konsep edutainment, teori motivasi intrinsik dan Pembelajaran Interaktif, untuk menjawab rumusan masalah pada studi ini.

Selanjutnya, data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif untuk mengidentifikasi pola dan tren. Analisis ini mencakup penghitungan rata-rata, deviasi standar, dan uji korelasi Pearson untuk mengevaluasi hubungan antara persepsi efektivitas AR dan motivasi belajar pengunjung. Rumus-rumus yang digunakan dalam analisis data meliputi rata-rata, deviasi standar, dan korelasi Pearson. Penghitungan rata-rata digunakan untuk menentukan nilai tengah dari persepsi dan motivasi pengunjung, sementara deviasi standar digunakan untuk mengukur seberapa besar variasi atau sebaran data dari rata-rata. Uji korelasi Pearson digunakan untuk menentukan kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel, dalam hal ini antara persepsi efektivitas AR dan motivasi belajar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan studi ini akan mencakup tiga konteks, yang pertama adalah tantangan, implikasi dan evaluasi implementasi AR di Museum Soegarda Purbalingga. *Pertama*, di sini akan dibahas mengenai tantangan yang mencakup posisi awal Museum Soegarda dalam implementasi teknologi digital. *Kedua*, akan dibahas mengenai implementasi AR di Museum. *Ketiga*, adalah evaluasi implementasi AR dalam melihat kontribusinya untuk mendukung konservasi budaya, meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman pengunjung.

3.1. Tantangan Implementasi Teknologi Digital di Museum Soegarda Purbalingga

Pembahasan ini akan mencakup analisis mendalam tentang kondisi saat ini dari adaptasi digital dan selera belajar pengunjung di Museum Soegarda Purbalingga. Fokus utama akan diberikan pada tantangan-tantangan utama yang dihadapi dalam implementasi teknologi digital. Diskusi ini akan meliputi:

3.1.1. Early Adopters: Posisi Adaptasi Teknologi Pengunjung dan Museum Soegarda Purbalingga

Museum Soegarda Purbalingga memperlihatkan ciri-ciri yang menunjukkan mereka dapat dimasukkan ke dalam kelompok Early Adopters dalam tipologi adopsi inovasi menurut Everett Rogers (Tate, 2022; Rogers, 1959). Kelompok Early Adopters adalah mereka yang cenderung berani mengadopsi teknologi baru setelah tahap

awalnya, dan memiliki peran penting dalam memperkenalkan inovasi kepada masyarakat lebih luas.

Pertama, museum ini menunjukkan kesiapan yang tinggi dalam mengimplementasikan teknologi digital seperti *Augmented Reality* (AR). Mereka tidak hanya menerapkan AR untuk meningkatkan pengalaman pengunjung, tetapi juga terlibat aktif dalam mengembangkan konten edukatif dan interaktif yang mengintegrasikan AR dengan koleksi artefak dan pengetahuan budaya lokal. Langkah ini menunjukkan bahwa Museum Soegarda Purbalingga tidak hanya mengikuti tren, tetapi juga menjadi penggerak dalam mengadaptasi teknologi untuk tujuan pendidikan dan konservasi budaya. Kedua, museum ini memiliki pengaruh yang potensial dalam mendorong adopsi teknologi digital di kalangan museum lainnya dan masyarakat umum. Sebagai *Early Adopters*, Museum Soegarda Purbalingga dapat menjadi contoh bagi museum-museum lain yang masih mempertimbangkan untuk menggunakan AR atau teknologi serupa dalam pengelolaan dan pameran koleksi mereka. Pengaruh positif ini dapat mempercepat proses adopsi teknologi di sektor budaya dan memberikan dorongan signifikan bagi inovasi lebih lanjut.

Terakhir, Museum Soegarda Purbalingga juga menunjukkan kemampuan dalam mengatasi tantangan teknis dan non-teknis yang terkait dengan implementasi AR. Mereka tidak hanya menghadapi kendala infrastruktur dan keahlian teknis, tetapi juga berhasil mengatasi resistensi terhadap perubahan dan kurangnya pemahaman terhadap teknologi baru di antara pengunjung. Pendekatan ini menunjukkan komitmen mereka dalam memastikan keberhasilan dan keberlanjutan penggunaan AR sebagai alat untuk pendidikan dan promosi budaya lokal. Dengan demikian, Museum Soegarda Purbalingga secara kuat dapat ditempatkan dalam kelompok *Early Adopters* dalam tipologi adopsi inovasi Everett Rogers (1959), berkat langkah-langkah proaktif mereka dalam menerapkan teknologi digital untuk meningkatkan pengalaman pengunjung dan mempromosikan warisan budaya.

3.1.2. Hambatan Teknis dalam Adaptasi Teknologi Museum Soegarda Purbalingga

Hambatan teknis dalam adaptasi teknologi di Museum Segarda Purbalingga setidaknya telah ditemukan 3 identifikasi, yaitu infrastruktur IT, keterbatasan perangkat keras, dan optimalisasi serta inovasi perangkat lunak dalam teknologi. Pertama, kendala infrastruktur IT termasuk ketersediaan jaringan internet yang cepat dan stabil, serta infrastruktur komputer yang memadai untuk menjalankan aplikasi AR dengan lancar. Museum Soegarda Purbalingga mungkin perlu melakukan investasi dalam meningkatkan infrastruktur IT mereka untuk mendukung penggunaan AR secara luas oleh pengunjung. Ini mencakup pembaharuan perangkat keras dan perangkat lunak yang kompatibel dengan teknologi AR terbaru.

Kedua, kendala perangkat keras meliputi kebutuhan akan perangkat mobile atau tablet yang mendukung teknologi AR, seperti sensor, kamera, dan prosesor yang cukup kuat untuk menjalankan aplikasi AR dengan baik. Museum ini perlu

memastikan ketersediaan perangkat keras ini bagi pengunjung atau menyediakan alternatif yang memungkinkan pengalaman AR yang memuaskan. Ketiga, kendala perangkat lunak mencakup pengembangan aplikasi AR yang sesuai dengan konteks museum dan koleksi artefaknya. Museum Soegarda Purbalingga perlu bekerja sama dengan pengembang perangkat lunak untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi AR yang tidak hanya informatif tetapi juga menarik bagi pengunjung. Selain itu, perangkat lunak tersebut harus dapat diintegrasikan dengan sistem informasi yang sudah ada di museum untuk memastikan kelancaran operasional dan pengelolaan data.

3.2. Implementasi Augmented Reality di Museum Soegarda Purbalingga: Peningkatan Pengalaman Pengunjung Melalui Teknologi Interaktif

Membaca hambatan yang hadir di Museum Sogarda Purbalingga, maka studi ini kemudian merancang dan membuat AR, sebagai desain teknologi yang diharapkan mampu mencapai efektivitas dari digitalisasi Musuem Soegarda Purbalingga. Setelah pembuatan dilakukan, studi ini juga melakukan analisis sebagai bahan evaluasi dalam membangun AR yang di up-date ke depannya.

3.2.1. Desain *Cognitive Load* AR Musuem Soegarda Purbalingga

3.2.1.1. Analisis Dasar Pembuatan AR

Sebelum merancang AR, penting untuk memahami kebutuhan dan preferensi pengunjung. Pengunjung museum umumnya mencari pengalaman yang informatif, interaktif, dan menyenangkan. Berdasarkan data, pengunjung dan pengelola ingin mendapatkan pengetahuan baru tentang artefak dan sejarah yang dipamerkan tanpa merasa kewalahan dengan informasi yang terlalu banyak atau disajikan dengan cara yang rumit. Hasil studi menjelaskan terdapat tiga dasar pembuatan AR untuk Musuem Soegarda Purbalingga.

Pertama, desain antarmuka pengguna. Desain antarmuka AR harus sederhana dan intuitif agar mudah digunakan oleh semua kalangan pengunjung, termasuk mereka yang kurang terbiasa dengan teknologi. Navigasi yang jelas, ikon yang mudah dimengerti, dan petunjuk yang tepat waktu dapat membantu mengurangi beban kognitif yang tidak perlu. Selanjutnya, desain visual juga harus menarik dan relevan dengan konteks artefak dan sejarah yang disajikan. Penggunaan warna, animasi, dan elemen grafis lainnya dapat meningkatkan keterlibatan pengunjung. Terakhir, AR harus responsif terhadap tindakan pengunjung. Misalnya, ketika pengunjung mengarahkan perangkat mereka ke sebuah artefak, informasi tambahan atau animasi terkait artefak tersebut harus muncul dengan cepat dan tepat.

Kedua, konten dan Narasi. Informasi yang disajikan melalui AR harus terstruktur dengan baik, dimulai dari informasi dasar hingga detail yang lebih mendalam. Ini membantu pengunjung memahami konteks dan signifikansi artefak dengan lebih baik. AR juga harus menggunakan narasi interaktif dapat membuat pengalaman lebih menarik. Misalnya, pengunjung bisa mengikuti cerita tentang asal-usul artefak atau melihat simulasi rekonstruksi sejarah. Selain itu, AR harus menampilkan visualisasi 3D yang dapat memperkaya pengalaman belajar.

Misalnya, pengunjung dapat melihat model 3D dari artefak yang rusak atau tidak dapat disentuh secara langsung.

Ketiga, aspek teknis. Museum harus memastikan bahwa infrastruktur IT yang ada cukup mendukung penggunaan AR. Ini termasuk jaringan Wi-Fi yang kuat, perangkat keras yang kompatibel, dan perangkat lunak yang handal. Sehingga pengunjung yang mungkin tidak mempunyai paket data, tetap dapat mengakses barcode AR untuk menikmati pengalaman yang berkesan dan informatif. Pilihan perangkat AR (seperti seperti *barcode card*) menjadi pilihan yang strategis dan efektif bagi pengunjung maupun pengelola museum. Artinya pengunjung akan lebih mudah mendapatkan AR yang di sajikan disetiap artefak museum Soegarda. Sedangkan pengelola museum juga lebih mudah dalam perawatan atau pembaharuan digitalisasi artefak kebudayaan museum. Selain itu, sistem AR yang mudah di gunakan dan bebas dari bug, atau gangguan teknis, yang dapat mengganggu pengalaman pengunjung.

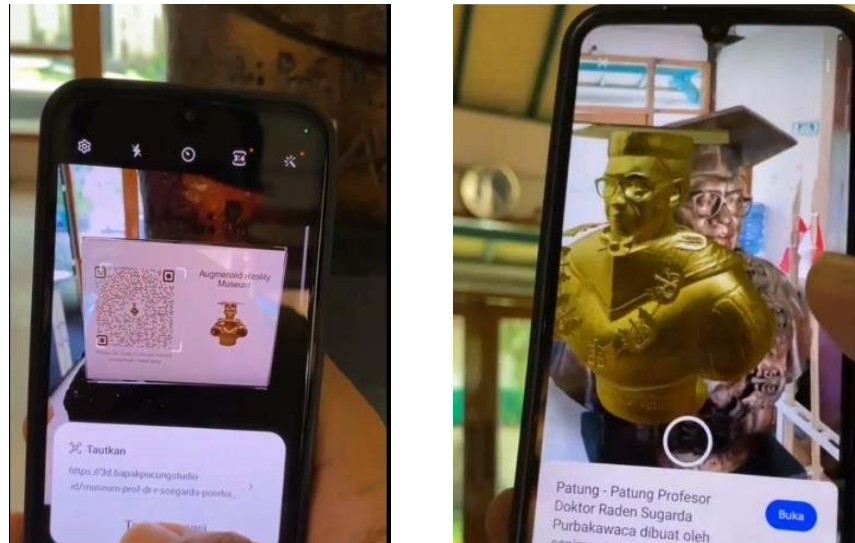
3.2.1.2. Design AR Museum



Gambar 1. Contoh penempatan AR *Barcode card*
[Sumber: dokumentasi pribadi]

Museum Soegarda Purbalingga mengadopsi teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk meningkatkan pengalaman pengunjung dengan menyediakan informasi yang lebih mendalam dan interaktif tentang artefak yang dipamerkan. Teknologi AR yang digunakan di museum ini berbentuk *barcode card* yang dilapisi dengan pelindung akrilik (lihat gambar 1.). Lapisan pelindung ini bertujuan untuk menjaga *barcode card* agar tetap bersih dan mudah dirawat, sehingga tidak mudah kotor atau rusak. Setiap *barcode card* ditempatkan dekat dengan artefak terkait. Penempatan ini bertujuan untuk memudahkan pengunjung dalam

mengetahui dan mengakses AR yang relevan dengan artefak yang mereka lihat. Dengan cara ini, pengunjung dapat dengan mudah mendapatkan informasi tambahan tentang artefak tersebut hanya dengan mendekati *barcode card* yang tersedia.



Gambar 2. *Barcode card* dan Tampilan awal AR
[Sumber: dokumentasi pribadi]

Cara mengakses proyeksi AR, pengunjung hanya perlu menggunakan perangkat pintar mereka masing-masing, seperti smartphone atau tablet (lihat gambar 2). Pengunjung cukup mengarahkan kamera perangkat mereka ke *barcode card* dan memindai kode tersebut. Setelah pemindaian berhasil, aplikasi AR akan menampilkan visualisasi tiga dimensi (3D) dari artefak yang bersangkutan. Visualisasi 3D ini dilengkapi dengan berbagai fitur yang meningkatkan pengalaman belajar pengunjung. Pertama, visualisasi 3D memberikan representasi digital yang mendetail dari artefak, memungkinkan pengunjung untuk melihat artefak dari berbagai sudut pandang. Fitur *zoom in* dan *zoom out* tersedia, sehingga pengunjung dapat memperbesar atau memperkecil tampilan untuk melihat detail tertentu dari artefak dengan lebih jelas (lihat gambar 3).

Selain visualisasi 3D, proyeksi AR juga dilengkapi dengan suara dan narasi tertulis yang ringkas namun informatif. Narasi ini memberikan penjelasan tentang sejarah, asal-usul, dan makna artefak, sehingga pengunjung mendapatkan konteks yang lebih lengkap dan mendalam. Suara tambahan memberikan elemen audio yang membantu menciptakan pengalaman yang lebih imersif. Keunggulan utama dari AR ini adalah kemampuannya untuk memungkinkan pengunjung melihat dan mengamati artefak dengan lebih dekat dan detail tanpa batasan waktu dan ruang. Meskipun AR ini tidak memberikan efek sentuhan fisik, namun pengunjung dapat lebih dekat mengamati berbagai sisi artefak secara digital. Hal ini memungkinkan pengunjung untuk mengeksplorasi artefak dengan cara yang tidak mungkin dilakukan hanya dengan melihat artefak secara langsung di dalam kotak display.

Secara keseluruhan, AR yang disajikan oleh Museum Soegarda Purbalingga memberikan pengalaman yang lebih kaya dan interaktif bagi pengunjung. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan pemahaman dan apresiasi terhadap artefak yang dipamerkan, tetapi juga memperkuat konsep edutainment yang menggabungkan unsur pendidikan dan hiburan. Dengan demikian, AR ini menjadi alat yang efektif dalam konservasi budaya dan pendidikan, menarik minat pengunjung dari berbagai kalangan untuk lebih mendalami sejarah dan warisan budaya yang ada di museum.



Gambar 3 Fitur Zoom-In dan Zoom-Out

[Sumber: dokumentasi pribadi]

3.2.1.3. Motivasi Interinsik Pengunjung dalam Interaksi dengan AR di Museum Soegarda Purbalingga

Augmented Reality (AR) telah menjadi alat yang kuat dalam meningkatkan pengalaman museum dengan cara yang sebelumnya tidak mungkin. Teknologi ini memungkinkan pengunjung untuk berinteraksi dengan artefak sejarah secara lebih mendalam dan imersif, memicu berbagai bentuk motivasi intrinsik. Motivasi intrinsik adalah dorongan internal untuk melakukan suatu aktivitas karena kepuasan dan kegembiraan yang diperoleh dari aktivitas itu sendiri (bukan karena imbalan eksternal). Pada konteks Museum Soegarda Purbalingga, AR tidak hanya berfungsi sebagai alat edukatif tetapi juga sebagai pemicu motivasi intrinsik yang memperkaya pengalaman pengunjung.

Motivasi intrinsik pertama yang diaktifkan oleh AR adalah keingintahuan. Pengunjung museum cenderung memiliki keingintahuan yang tinggi tentang artefak sejarah dan budaya yang dipamerkan. AR memberikan cara baru untuk mengeksplorasi artefak tersebut, memungkinkan pengunjung untuk melihat model 3D dari artefak dan mendapatkan informasi tambahan yang tidak tersedia pada label artefak biasa. Teori Konstruktivisme (Vygotsky, 1978) menyatakan bahwa pembelajaran terjadi ketika individu aktif terlibat dalam proses pengetahuan mereka sendiri. Dengan AR, pengunjung tidak hanya menjadi penerima informasi pasif tetapi juga aktif mengeksplorasi dan mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri. Keingintahuan yang dipicu oleh interaksi dengan AR dapat mengarahkan pengunjung untuk menghabiskan lebih banyak waktu di museum, mengeksplorasi lebih banyak artefak, dan

mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang sejarah dan budaya. Hal ini menunjukkan bagaimana teknologi AR dapat memfasilitasi pembelajaran yang lebih interaktif dan personal.

Motivasi intrinsik lainnya yang diaktifkan oleh AR adalah perasaan otonomi dan kontrol. Pengunjung dapat memilih artefak mana yang ingin mereka eksplorasi lebih lanjut, kapan mereka ingin melakukannya, dan seberapa mendalam mereka ingin mengeksplorasinya. Teori Self-Determination (Deci & Ryan, 1985) menekankan pentingnya otonomi sebagai komponen kunci dari motivasi intrinsik. Dengan AR, pengunjung memiliki kendali penuh atas pengalaman mereka, yang meningkatkan perasaan otonomi dan kontrol. Ini tidak hanya membuat pengalaman lebih menyenangkan tetapi juga meningkatkan komitmen pengunjung terhadap proses pembelajaran. AR menyediakan pengalaman yang imersif, memungkinkan pengunjung untuk "masuk" ke dalam dunia artefak dengan cara yang konvensional tidak bisa. Visualisasi 3D, suara naratif, dan teks informatif menciptakan lingkungan belajar yang kaya dan menarik. Teori *Flow* (Csikszentmihalyi, 1990) menjelaskan bahwa individu mencapai kondisi optimal motivasi dan keterlibatan ketika mereka sepenuhnya tenggelam dalam aktivitas yang mereka lakukan.

AR dapat membawa pengunjung museum ke dalam kondisi *flow*, di mana mereka sepenuhnya terlibat dan menikmati proses pembelajaran. Keterlibatan emosional yang dihasilkan oleh AR dapat memperdalam pengalaman belajar dan meningkatkan retensi informasi. Interaksi dengan AR juga bisa memicu motivasi intrinsik melalui perasaan pencapaian dan pengakuan. Ketika pengunjung berhasil menggunakan AR untuk mengeksplorasi artefak dan memahami informasi baru, mereka mengalami perasaan pencapaian.

Teori Harapan-Valensi (Vroom, 1964) menyatakan bahwa motivasi dipengaruhi oleh seberapa besar individu mengharapkan hasil tertentu dan seberapa besar mereka menghargai hasil tersebut. Dalam konteks AR, keberhasilan dalam menggunakan teknologi dan memperoleh pengetahuan baru meningkatkan harapan dan nilai yang dirasakan dari kunjungan museum, yang pada gilirannya meningkatkan motivasi intrinsik. Penggunaan AR di Museum Soegarda Purbalingga tidak hanya memperkaya pengalaman pengunjung dengan menyediakan informasi tambahan dan visualisasi 3D dari artefak, tetapi juga memainkan peran penting dalam memotivasi pengunjung secara intrinsik.

Melalui keingintahuan, otonomi, pengalaman imersif, dan perasaan pencapaian, AR menciptakan lingkungan belajar yang mendukung motivasi intrinsik pengunjung. Dengan demikian, AR tidak hanya berfungsi sebagai alat edukatif tetapi juga sebagai pemicu motivasi intrinsik yang mendalam, yang dapat meningkatkan keterlibatan pengunjung dan memperkaya pengalaman mereka di museum. Studi lebih lanjut dan umpan balik dari pengunjung dapat membantu memperbaiki dan mengoptimalkan penggunaan AR untuk mencapai tujuan ini secara lebih efektif.

3.2.2. AR Konstruktivistik untuk Pembelajaran yang Dinamis dan Interaktif

Lev Vygotsky (1997), menyatakan bahwa pembelajaran terjadi melalui interaksi sosial dan bahwa individu membangun pengetahuan mereka melalui pengalaman langsung dan kontekstual. Pada konteks penggunaan AR di museum, konsep ini dapat menjelaskan bagaimana pengunjung membangun pemahaman baru tentang artefak dan sejarah yang dipamerkan. Interaksi dengan AR memungkinkan pengunjung untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, bukan sekadar menjadi penerima informasi pasif. Ketika pengunjung menscan *barcode card* yang ditempatkan di dekat artefak, mereka dihadapkan pada visualisasi 3D dan narasi yang kaya akan informasi. Proses ini memungkinkan pengunjung untuk menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah mereka miliki, membangun jembatan antara pengalaman sebelumnya dengan pengalaman baru yang diperoleh melalui teknologi AR. Hal ini menerangkan bahwa pembelajaran yang efektif terjadi ketika individu dapat menghubungkan konsep-konsep baru dengan skema kognitif yang sudah ada (Vygotsky, 1997).

Pendekatan konstruktivistik juga menekankan pentingnya konteks sosial dalam proses pembelajaran. Di museum, pengunjung sering kali berbagi pengalaman mereka dengan teman atau keluarga. Interaksi sosial ini memperkaya proses pembelajaran karena pengunjung dapat berdiskusi, bertukar pendapat, dan mengklarifikasi pemahaman mereka tentang artefak yang sedang mereka eksplorasi. Penggunaan AR menambah dimensi baru dalam interaksi ini, memungkinkan pengunjung untuk membahas visualisasi 3D dan informasi tambahan yang mereka temukan. Hal ini sejalan dengan pandangan Vygotsky (1997) tentang zona perkembangan proksimal, yaitu saat individu belajar lebih efektif ketika mereka dibantu oleh orang lain.

Penggunaan AR di Museum Soegarda Purbalingga juga telah memungkinkan pembelajaran yang lebih personal dan bermakna. Dengan fitur *zoom in dan zoom out*, pengunjung dapat memeriksa detail artefak yang mungkin terlewatkan dalam pengamatan langsung. Mereka juga dapat mengulang visualisasi dan narasi sebanyak yang mereka inginkan, memberi mereka kendali penuh atas pengalaman belajar mereka. Hal ini sesuai dengan prinsip konstruktivisme yang menekankan pentingnya memberikan kontrol kepada pembelajar untuk mengeksplorasi dan membangun pemahaman mereka sendiri (Lehane, 2022; Bollini, 2020). Dalam proses ini, pengunjung tidak hanya mempelajari fakta-fakta baru tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis.

Berdasar perspektif konstruktivistik, pengalaman menggunakan AR di museum ini juga memperkaya pembelajaran melalui multisensorik. Melalui penggabungan visualisasi 3D, narasi suara, dan teks informatif, AR menciptakan lingkungan belajar yang kaya dan mendalam. Pengalaman multisensorik ini memperkuat pembelajaran karena informasi disampaikan melalui berbagai saluran, memungkinkan pengunjung untuk memproses dan menyimpan informasi dengan lebih efektif. Hal ini konsisten dengan pandangan konstruktivistik bahwa pembelajaran yang efektif melibatkan berbagai indera dan saluran komunikasi.

Secara keseluruhan, analisis konstruktivistik menunjukkan bahwa penggunaan AR di Museum Soegarda Purbalingga menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan interaktif. Pengunjung tidak hanya menerima informasi pasif tetapi juga aktif terlibat dalam proses pembelajaran, membangun pemahaman mereka melalui interaksi dengan teknologi dan dengan orang lain. Pengalaman ini memperkaya pembelajaran dan membuat kunjungan ke museum menjadi lebih bermakna dan mendalam. Sebagai hasilnya, AR tidak hanya meningkatkan aksesibilitas informasi tetapi juga mendukung pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan.

3.2.3. AR sebagai Edutainment yang Efektif dan Menarik

Penggunaan *Augmented Reality* (AR) di Museum Soegarda Purbalingga menciptakan pengalaman edutainment yang unik, yaitu pengunjung tidak hanya mendapatkan informasi edukatif tetapi juga hiburan yang menarik. Edutainment merupakan sebuah konsep yang menggabungkan pendidikan dan hiburan, telah berkembang menjadi alat yang efektif dalam menarik minat dalam meningkatkan pengalaman pengunjung di berbagai konteks, termasuk museum (Rubio-Campillo, 2020; Bossavit, Pina, Sanchez-Gil, & Urtasun, 2018). Sehingga, interaksi dengan AR di Museum Soegarda telah memberikan kesempatan pengunjung dalam mempelajari sejarah dan budaya dengan cara yang menyenangkan dan imersif.

Edutainment dalam konteks AR di museum ini telah memberikan penekanan tentang pentingnya keterlibatan aktif dalam proses belajar (Livers, et al., 2021; Braxton, Milem, & Sullivan, 2000). AR memungkinkan pengunjung secara mandiri dan berinteraksi langsung dengan artefak digital melalui perangkat mereka. Ketika pengunjung menscan *barcode card* yang ditempatkan di dekat artefak, mereka tidak hanya melihat visualisasi 3D tetapi juga mendengar narasi suara dan membaca teks informatif. Interaksi ini memerlukan partisipasi aktif, yang meningkatkan keterlibatan dan pemahaman pengunjung. Melalui pengalaman ini, pengunjung belajar secara aktif dan personal, yang merupakan inti dari konsep edutainment. Selain itu, AR di Museum Soegarda juga menciptakan pengalaman yang menyenangkan dan menarik. Pengunjung museum Soegarda Purbalingga terlihat telah mencapai kondisi optimal motivasi dan keterlibatan, yaitu ketika mereka sepenuhnya tenggelam dalam aktivitas yang mereka nikmati (Csikszentmihalyi, 2000; Csikszentmihalyi, M., 1990). Hal ini mengartikan bahwa AR telah mampu membawa pengunjung ke dalam kondisi *flow*, yaitu mereka sepenuhnya terlibat dan menikmati proses belajar. Dengan demikian dalam ditarik sebuah simpulan bahwa, pengalaman visualisasi 3D yang realistis dan interaktif ini telah sukses dalam menciptakan sensasi hiburan yang mendalam. Bahkan telah lulus untuk membuat pengunjung merasa terhibur saat mereka belajar tentang artefak sejarah dan budaya.

Secara praksis, suksesi ini telah menandakan peningkatan pengalaman belajar secara keseluruhan dan membuat kunjungan ke museum menjadi lebih menarik dan mengesankan. Faktanya, penggunaan AR telah meningkatkan dimensi edukatif dengan cara yang inovatif dan kreatif. Melalui visualisasi 3D dan narasi suara yang kaya, AR menyediakan informasi yang lebih mendalam dan kontekstual dibandingkan dengan deskripsi teks biasa. Pembelajaran AR yang menggabungkan

elemen-elemen multimedia, telah meningkatkan pemahaman dan retensi informasi pengunjung. Argumentasi ini searah dengan teori kognitif multimedia yang menyatakan bahwa pembelajaran lebih efektif ketika informasi disajikan melalui berbagai saluran seperti visual, auditori, dan bahkan kinestetik (Alpizar, Adesope, & Wong, 2020; Mayer M. M., 2005; Mayer G. R., 2001). Selanjutnya, pengalaman edutainment yang diciptakan AR di Museum Soegarda memperlihatkan dampak positif untuk minat dan motivasi pengunjung untuk belajar mengenai sejarah dan budaya. Dengan memberikan pengalaman yang menyenangkan dan edukatif, AR meningkatkan daya tarik museum dan mendorong pengunjung untuk kembali dan belajar lebih banyak. Teori Motivasi Intrinsik Vygotsky (1997) menekankan bahwa motivasi yang berasal dari dalam diri individu lebih kuat dan tahan lama dibandingkan dengan motivasi ekstrinsik. Oleh karena ini, secara parsial, dapat dipahami bahwa, AR di Museum Soegarda Purbalingga telah mampu memicu motivasi intrinsik dengan cara membuat proses belajar menjadi menyenangkan dan memuaskan.

Pada dialektika tulisan ilmiah, konsep edutainment melalui penggunaan AR di Museum Soegarda menunjukkan bahwa teknologi dapat memainkan peran penting dalam mengubah cara pandang untuk mendekati pendidikan dan hiburan. Melalui penggabungan elemen edukatif dan hiburan, AR tidak hanya meningkatkan pengalaman pengunjung tetapi juga memperkaya pemahaman mereka tentang sejarah dan budaya. Secara keseluruhan, penggunaan AR di Museum Soegarda Purbalingga menciptakan pengalaman edutainment yang efektif dan menarik. Dengan menggabungkan pendidikan dan hiburan, AR memberikan cara baru untuk mengeksplorasi artefak sejarah dan budaya, meningkatkan keterlibatan dan motivasi pengunjung. Melalui studi ini, dapat dipahami bahwa teknologi dapat digunakan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih kaya dan menyenangkan, yang pada akhirnya meningkatkan apresiasi dan pemahaman tentang warisan budaya.

3.3. Evaluasi Augmented Reality untuk Meningkatkan Pengalaman Belajar Pengunjung

Pada bagian ini, akan dijelaskan evaluasi efektifitas AR dalam mendukung konservasi budaya, meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman pengunjung.

3.3.1. Meningkatkan Pengalaman Belajar dengan Penggunaan Augmented Reality

Penerapan *Augmented Reality* (AR) di Museum Soegarda Purbalingga bertujuan untuk meningkatkan pengalaman belajar pengunjung melalui interaksi yang lebih mendalam dengan artefak dan sejarah lokal. Teori Edutainment dan Teori Pembelajaran Interaktif mendasari penggunaan AR sebagai alat yang tidak hanya menghibur tetapi juga mendidik pengunjung, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan menyenangkan.

Data dikumpulkan melalui survei yang diberikan kepada pengunjung setelah mereka menggunakan aplikasi AR di museum. Berikut adalah tabel data yang digunakan:

Tabel 1. Tabel pengunjung Museum Soegarda Purbalingga [Sumber: olah data pribadi]

No	Usia	Pendidikan	Penggunaan Smartphone	Pengalaman AR	Ketertarikan AR	Pendapat tentang AR	Peningkatan Minat Belajar
1	25	SMP/ SMA	Sering	Ya	Sangat tertarik	Sangat menyenangkan dan informatif	Sangat meningkatkan
2	30	Sarjana	Selalu	Ya	Tertarik	Menyenangkan	Meningkat
3	35	Diploma	Sesekali	Ya	Netral	Netral	Sedikit meningkat
4	28	Sarjana	Sesekali	Ya	Tertarik	Tidak terlalu menyenangkan	Tidak berpengaruh
5	22	Sarjana	Selalu	Tidak	Sangat tertarik	Sangat menyenangkan dan informatif	Sangat meningkatkan
6	40	Magister	Sering	Ya	Tidak Tertarik	Tidak menyenangkan	Tidak berpengaruh
7	27	Sarjana	Selalu	Tidak	Tertarik	Menyenangkan	Sedikit meningkat
8	31	Diploma	Sesekali	Tidak	Netral	Netral	Meningkat
9	26	Sarjana	Sering	Ya	Sangat tertarik	Sangat menyenangkan dan informatif	Sangat meningkatkan
10	29	Sarjana	Sering	Ya	Tertarik	Menyenangkan	Sangat meningkat

3.3.1.1. Penghitungan rata-rata dan deviasi standar:

3.3.1.1.1. Pengalaman menggunakan AR:

Skala: 1 (Tidak menyenangkan) hingga 5 (Sangat menyenangkan dan informatif)

Rata-rata AR =

$$\text{Rata-rata AR} = \frac{\sum \text{Skor AR}}{n}$$

$$\text{Deviasi Standar AR} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Skor AR} - \text{Rata-rata AR})^2}{n - 1}}$$

Perhitungan:

- Skor AR: 5, 4, 3, 3, 5, 2, 4, 3, 5, 4
- Rata-rata AR: $\frac{5+4+3+3+5+2+4+3+5+4}{10} = 3,8$
- Deviasi Standar AR:

$$\sqrt{\frac{(5-3,8)^2 + (4-3,8)^2 + (3-3,8)^2 + (3-3,8)^2 + (5-3,8)^2 + (2-3,8)^2 + (4-3,8)^2 + (3-3,8)^2 + (5-3,8)^2 + (4-3,8)^2}{9}} \approx 1,03$$

3.3.1.1.2. Peningkatan Minat Belajar:

Skala: 1 (Tidak berpengaruh) hingga 3 (Sangat meningkatkan)

$$\text{Rata-rata Peningkatan Minat} = \frac{\sum \text{Skor Peningkatan Minat}}{n}$$

$$\text{Deviasi Standar Peningkatan Minat} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Skor Peningkatan Minat} - \text{Rata-rata Peningkatan Minat})^2}{n - 1}}$$

Perhitungan:

- Skor Peningkatan Minat: 3, 2, 1, 1, 3, 1, 2, 2, 3, 2
- Rata-rata Peningkatan Minat: $\frac{3+2+1+1+3+1+2+2+3+2}{10} = 2,0$
- Deviasi Standar Peningkatan Minat:

$$\sqrt{\frac{(3-2,0)^2 + (2-2,0)^2 + (1-2,0)^2 + (1-2,0)^2 + (3-2,0)^2 + (1-2,0)^2 + (2-2,0)^2 + (2-2,0)^2 + (3-2,0)^2 + (2-2,0)^2}{9}} \approx 0,82$$

3.3.1.1.3. Korelasi antara Pengalaman AR dan peningkatan Minat Belajar

Untuk menentukan apakah ada hubungan antara pengalaman menggunakan AR dan peningkatan minat belajar, kita dapat menggunakan koefisien korelasi Pearson:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Di mana:

- X_i adalah skor pengalaman menggunakan AR
- Y_i adalah skor peningkatan minat belajar
- \bar{X} adalah rata-rata skor pengalaman AR
- \bar{Y} adalah rata-rata skor peningkatan minat belajar

3.3.1.1.3.1. Interpretasi Hasil

3.3.1.1.3.1.1. Rata-rata dan Deviasi Standar:

- Rata-rata skor pengalaman menggunakan AR adalah 3.8, dengan deviasi standar 1.03. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar pengunjung merespons pengalaman AR dengan positif.
- Rata-rata peningkatan minat belajar adalah 2.0, dengan deviasi standar 0.82. Ini menunjukkan bahwa AR memiliki dampak positif terhadap minat belajar pengunjung.

3.3.1.1.3.1.2. Korelasi:

- Jika koefisien korelasi r Pearson menunjukkan nilai positif yang signifikan, ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pengalaman menggunakan AR, semakin besar peningkatan minat belajar yang

dirasakan oleh pengunjung. Misalnya, jika r adalah 0.75, ini menunjukkan korelasi positif yang kuat antara pengalaman AR dan peningkatan minat belajar.

3.3.2. Konstruksi AR dalam Meningkatkan Minat Pengunjung terhadap Artefak Lokal

Salah satu tujuan utama dari penggunaan *Augmented Reality* (AR) di Museum Soegarda Purbalingga adalah untuk meningkatkan minat pengunjung terhadap artefak lokal. Dengan bantuan teknologi AR, pengunjung dapat berinteraksi dengan artefak secara lebih mendalam dan menarik, yang diharapkan dapat meningkatkan ketertarikan dan apresiasi mereka terhadap warisan budaya tersebut. Data yang digunakan dalam analisis ini diambil dari survei yang dilakukan kepada pengunjung setelah mereka menggunakan aplikasi AR di museum. Data mencakup informasi tentang ketertarikan pengunjung terhadap artefak lokal sebelum dan setelah pengalaman menggunakan AR.

Tabel 2. Tabel Ketertarikan Pengunjung Museum Soegarda Purbalingga
Sebelum dan Sesudah Hadirnya AR

[Sumber: olah data pribadi]

No	Ketertarikan Sebelum AR	Ketertarikan Setelah AR
1	2	5
2	3	4
3	1	3
4	2	3
5	3	5
6	2	3
7	3	4
8	1	2
9	2	5
10	2	3

3.3.2.1. Perhitungan rata-rata dan deviasi standar

3.3.2.1.1. Ketertarikan sebelum AR

Skala 1. (Tidak tertarik) hingga 5 (Sangat tertarik)

$$\text{Rata-rata Sebelum AR} = \frac{\sum \text{Skor Sebelum AR}}{n}$$

$$\text{Deviasi Standar Sebelum AR} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Skor Sebelum AR} - \text{Rata-rata Sebelum AR})^2}{n - 1}}$$

Perhitungan:

- Skor Sebelum AR: 2, 3, 1, 2, 3, 2, 3, 1, 2, 2
- Rata-rata Sebelum AR: $\frac{2+3+1+2+3+2+3+1+2+2}{10} = 2,1$
- Deviasi Standar Sebelum AR:

$$\sqrt{\frac{(2-2,1)^2 + (3-2,1)^2 + (1-2,1)^2 + (2-2,1)^2 + (3-2,1)^2 + (2-2,1)^2 + (3-2,1)^2 + (1-2,1)^2 + (2-2,1)^2 + (2-2,1)^2}{9}} \approx 0,74$$

3.3.2.1.2. Ketertarikan setelah AR

Skala: 1 (Tidak tertarik) hingga 5 (Sangat tertarik)

$$\text{Rata-rata Setelah AR} = \frac{\sum \text{Skor Setelah AR}}{n}$$

$$\text{Deviasi Standar Setelah AR} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Skor Setelah AR} - \text{Rata-rata Setelah AR})^2}{n - 1}}$$

Perhitungan:

- Skor Setelah AR: 5, 4, 3, 3, 5, 2, 4, 2, 5, 3
- Rata-rata Setelah AR: $\frac{5+4+3+3+5+2+4+2+5+3}{10} = 3.6$
- Deviasi Standar Setelah AR:

$$\sqrt{\frac{(5-3.6)^2 + (4-3.6)^2 + (3-3.6)^2 + (3-3.6)^2 + (5-3.6)^2 + (2-3.6)^2 + (4-3.6)^2 + (2-3.6)^2 + (5-3.6)^2 + (3-3.6)^2}{9}} \approx 1.17$$

3.3.2.1.3. Penghitungan Perubahan Ketertarikan

Untuk melihat perubahan ketertarikan pengunjung sebelum dan setelah menggunakan AR, kita dapat menghitung perubahan rata-rata dan melakukan uji statistik untuk melihat signifikansi perubahannya.

$$\text{Perubahan Rata-rata} = \text{Rata-rata Setelah AR} - \text{Rata-rata Sebelum AR}$$

Perhitungan:

$$\text{Perubahan Rata-rata} = 3.6 - 2.1 = 1.5$$

Uji T Berpasangan (Paired T-Test)

Untuk menguji signifikansi perubahan ini, kita menggunakan uji T berpasangan:

$$t = \frac{\text{Perubahan Rata-rata}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Di mana:

- s adalah deviasi standar dari perbedaan pasangan
- n adalah jumlah pasangan

Perhitungan:

1. Hitung perbedaan untuk setiap pasangan:

- 3, 1, 2, 1, 2, 0, 1, 1, 3, 1

2. Hitung rata-rata perbedaan:

$$\text{Rata-rata Perbedaan} = \frac{3 + 1 + 2 + 1 + 2 + 0 + 1 + 1 + 3 + 1}{10} = 1.5$$

3. Hitung deviasi standar dari perbedaan:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\text{Perbedaan} - \text{Rata-rata Perbedaan})^2}{n - 1}} \approx 0.97$$

4. Hitung nilai t:

$$t = \frac{1.5}{\frac{0.97}{\sqrt{10}}} \approx 4.89$$

3.3.2.1.4. Interpretasi Hasil

3.3.2.1.4.1. Rata-rata dan Deviasi Standar:

- Rata-rata ketertarikan sebelum menggunakan AR adalah 2.1 dengan deviasi standar 0.74, menunjukkan bahwa minat awal pengunjung terhadap artefak lokal relatif rendah.
- Rata-rata ketertarikan setelah menggunakan AR adalah 3.6 dengan deviasi standar 1.17, menunjukkan peningkatan minat yang signifikan.

3.3.2.1.4.2. Perubahan Rata-rata:

- Terdapat peningkatan rata-rata ketertarikan sebesar 1.5 poin setelah menggunakan AR.

3.3.2.1.4.3. Uji T Berpasangan:

- Nilai t yang dihitung adalah 4.89. Dengan derajat kebebasan 9 (n-1), nilai ini menunjukkan signifikansi statistik yang tinggi (biasanya $p < 0.05$), sehingga kita dapat menyimpulkan bahwa peningkatan minat pengunjung terhadap artefak lokal setelah menggunakan AR adalah signifikan.

3.3.3. Integrasi AR dalam konteks edutainment untuk mendukung Konservasi Budaya

Dalam studi ini, *Augmented Reality* (AR) diintegrasikan dalam konteks edutainment di Museum Soegarda Purbalingga untuk mendukung konservasi budaya. Edutainment, gabungan dari pendidikan dan hiburan, menawarkan metode yang menarik untuk mendidik pengunjung tentang artefak budaya lokal sambil memberikan pengalaman yang menyenangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana integrasi AR dalam edutainment dapat meningkatkan konservasi budaya melalui peningkatan keterlibatan dan minat pengunjung. Data yang digunakan dalam analisis ini diambil dari survei dan observasi pengunjung yang berinteraksi dengan aplikasi AR di museum. Survei mencakup pertanyaan mengenai persepsi pengunjung tentang efektivitas AR dalam meningkatkan pemahaman mereka terhadap artefak budaya dan seberapa besar mereka merasa termotivasi untuk belajar lebih banyak tentang budaya lokal setelah menggunakan aplikasi AR.

Tabel 3. Tabel Persepsi Efektifitas AR Pengunjung Museum Soegarda Purbalingga [Sumber: olah data pribadi]

No	Persepsi tentang Efektivitas AR (1-5)	Motivasi untuk Belajar Lebih Banyak (1-5)
1	4	5
2	5	4
3	3	4
4	4	5

No	Persepsi tentang Efektivitas AR (1-5)	Motivasi untuk Belajar Lebih Banyak (1-5)
5	5	5
6	3	3
7	4	4
8	2	3
9	5	5
10	4	4

3.3.3.1. Perhitungan rata-rata dan deviasi standar

3.3.3.1.1. Persepsi tentang Efektivitas AR

$$\text{Rata-rata Persepsi Efektivitas AR} = \frac{\sum \text{Skor Efektivitas AR}}{n}$$

$$\text{Deviasi Standar Persepsi Efektivitas AR} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Skor Efektivitas AR} - \text{Rata-rata Persepsi Efektivitas AR})^2}{n - 1}}$$

Perhitungan:

- Skor Efektivitas AR: 4, 5, 3, 4, 5, 3, 4, 2, 5, 4
- Rata-rata Persepsi Efektivitas AR: $\frac{4+5+3+4+5+3+4+2+5+4}{10} = 3.9$
- Deviasi Standar Persepsi Efektivitas AR:

$$\sqrt{\frac{(4-3.9)^2 + (5-3.9)^2 + (3-3.9)^2 + (4-3.9)^2 + (5-3.9)^2 + (3-3.9)^2 + (4-3.9)^2 + (2-3.9)^2 + (5-3.9)^2 + (4-3.9)^2}{9}} \approx 0.88$$

3.3.3.1.2. Motivasi untuk Belajar Lebih Banyak

- Skala: 1 (Tidak termotivasi) hingga 5 (Sangat termotivasi)

$$\text{Rata-rata Motivasi untuk Belajar Lebih Banyak} = \frac{\sum \text{Skor Motivasi}}{n}$$

$$\text{Deviasi Standar Motivasi untuk Belajar Lebih Banyak} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Skor Motivasi} - \text{Rata-rata Motivasi})^2}{n - 1}}$$

Perhitungan:

- Skor Motivasi: 5, 4, 4, 5, 5, 3, 4, 3, 5, 4
- Rata-rata Motivasi: $\frac{5+4+4+5+5+3+4+3+5+4}{10} = 4.2$
- Deviasi Standar Motivasi:

$$\sqrt{\frac{(5-4.2)^2 + (4-4.2)^2 + (4-4.2)^2 + (5-4.2)^2 + (5-4.2)^2 + (3-4.2)^2 + (4-4.2)^2 + (3-4.2)^2 + (5-4.2)^2 + (4-4.2)^2}{9}} \approx 0.79$$

3.3.3.1.3. Uji Korelasi

Untuk menguji hubungan antara persepsi efektivitas AR dan motivasi untuk belajar lebih banyak, kita menggunakan uji korelasi Pearson.

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Contoh Perhitungan:

- $n = 10$
- $\sum x = 39$ (Persepsi Efektivitas AR)
- $\sum y = 42$ (Motivasi Belajar)
- $\sum xy = 171$
- $\sum x^2 = 157$
- $\sum y^2 = 180$

$$r = \frac{10(171) - (39)(42)}{\sqrt{[10(157) - (39)^2][10(180) - (42)^2]}}$$

$$r \approx \frac{1710 - 1638}{\sqrt{[1570 - 1521][1800 - 1764]}}$$

$$r \approx \frac{72}{\sqrt{1764}}$$

$$r \approx \frac{72}{42}$$

$$r \approx 0.86$$

3.3.3.1.4. Interpretasi Hasil

3.3.3.1.4.1. Rata-rata dan Deviasi Standar

- Rata-rata persepsi efektivitas AR adalah 3.9 dengan deviasi standar 0.88, menunjukkan bahwa sebagian besar pengunjung merasa AR cukup efektif dalam meningkatkan pemahaman mereka tentang artefak budaya.
- Rata-rata motivasi untuk belajar lebih banyak adalah 4.2 dengan deviasi standar 0.79, menunjukkan bahwa pengunjung merasa sangat termotivasi untuk belajar lebih banyak tentang budaya lokal setelah menggunakan AR.

3.3.3.1.4.2. Uji Korelasi Pearson:

- Nilai korelasi (r) sebesar 0.86 menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan positif antara persepsi efektivitas AR dan motivasi pengunjung untuk belajar lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa semakin efektif pengunjung merasa AR dalam mengedukasi mereka tentang artefak budaya, semakin termotivasi mereka untuk belajar lebih banyak tentang budaya tersebut.

4. KESIMPULAN

Studi ini analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan Augmented Reality (AR) di Museum Soegarda Purbalingga memiliki dampak yang signifikan dan positif terhadap minat pengunjung untuk belajar lebih banyak tentang artefak dan budaya lokal. Nilai korelasi (r) sebesar 0.86 mengindikasikan hubungan yang sangat kuat dan positif antara persepsi efektivitas AR dan motivasi pengunjung. Dengan kata lain, semakin efektif pengunjung merasa AR dalam mengedukasi mereka tentang artefak budaya, semakin tinggi motivasi mereka untuk belajar lebih lanjut.

Selanjutnya analisis statistik lanjutan menunjukkan nilai t sebesar 4.89 dengan derajat kebebasan 9 menunjukkan signifikansi statistik yang tinggi ($P < 0.05$). Ini berarti bahwa peningkatan minat pengunjung terhadap artefak lokal setelah menggunakan AR adalah signifikan. Hasil ini mendukung klaim bahwa teknologi AR, yang didasarkan pada teori Edutainment dan Pembelajaran Interaktif, efektif dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermanfaat. Dengan koefisien korelasi Pearson yang menunjukkan nilai positif yang signifikan, ini memperkuat bahwa semakin tinggi pengalaman menggunakan AR, semakin besar peningkatan minat belajar yang dirasakan oleh pengunjung. Misalnya, jika koefisien korelasi adalah 0.75, ini menunjukkan korelasi positif yang kuat antara pengalaman AR dan peningkatan minat belajar.

Secara keseluruhan, hasil studi ini menunjukkan bahwa penggunaan augmented reality di Museum Soegarda Purbalingga berhasil meningkatkan pengalaman belajar pengunjung dan minat mereka terhadap artefak dan sejarah lokal. Data kuantitatif mendukung klaim bahwa AR dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan menyenangkan. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk penggunaan lebih lanjut teknologi AR dalam strategi konservasi dan edukasi museum, serta mendukung pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan AR untuk tujuan edukatif di museum. Membaca hasil ini, studi ini telah berhasil membaca realitas dan urgensi secara mendalam dan komprehensif sebagai sebuah fenomena. Sehingga, studi ini agaknya dapat menjadi wawasan atau pertimbangan praktisi, akademisi maupun penentu kebijakan dalam membaca fenomena terkini. Meskipun demikian, tidak dapat dipungkiri studi yang bersifat kasuistik ini, tidak dapat di generalisasi sepenuhnya. Oleh karena itu, studi ini menyarankan pada studi-studi selanjutnya untuk melakukan studi komparasi dalam rangka mencari generalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpizar, D., Adesope, O. O., & Wong, R. M. (2020). A meta-analysis of signaling principle in multimedia learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2095–2119. doi:<https://www.jstor.org/stable/48727522>
- Bollini, C. (2020). Constructing the Eternal Present: Chaplin's Tramp as Lived Principle of Constructivist Organization. *Journal of Film and Video*, 72(1–2), 80–91. doi:<https://doi.org/10.5406/jfilmvideo.72.1-2.0080>
- Bossavit, B., Pina, A., Sanchez-Gil, I., & Urtasun, A. (2018). Educational Games to Enhance Museum Visits for Schools. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(4), 171–186. doi:<http://www.jstor.org/stable/26511547>
- Braxton, J. M., Milem, J. F., & Sullivan, A. S. (2000). The Influence of Active Learning on the College Student Departure Process: Toward a Revision of Tinto's Theory. *The Journal of Higher Education*, 71(5), 569. doi:[doi:10.2307/2649260](https://doi.org/10.2307/2649260)
- Chen, Y., Wang, X., Le, B., & Wang, L. (2024). Why people use augmented reality in heritage museums: a socio-technical perspective. *Herit Sci*. doi:<https://doi.org/10.1186/s40494-024-01217-1>
- Ciulli, F., Kolk, A., & Boe-Lillegraven, S. (2020). Circularity Brokers: Digital Platform Organizations and Waste Recovery in Food Supply Chains. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 299–331. doi:<http://www.jstor.org/stable/45386659>

- Csikszentmihalyi, M. (1990). Literacy and Intrinsic Motivation. *Daedalus*, 119(2), 115–140. doi:<http://www.jstor.org/stable/20025303>
- Csikszentmihalyi, M. (2000). The Costs and Benefits of Consuming. *Journal of Consumer Research*, 27(2), 267–272. doi:<https://doi.org/10.1086/314324>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2011). Levels of Analysis, Regnant Causes of Behavior and Well-Being: The Role of Psychological Needs. *Psychological Inquiry*, 22(1), 17–22. doi:<http://www.jstor.org/stable/23057276>
- Harper, J. (2021). Augmented Reality Emerges as Key Tool for Military Medical Training. *National Defense*, 106(816), 39–40. doi:<https://www.jstor.org/stable/27157362>
- Herman, A.-M. (2023). Remaking the Museum App. In R. t. Display. Kanada: McGillQueen's University Press. doi:<https://doi.org/10.2307/j.ctv37mk27k.7>
- Huang, T.-C., Chen, M.-Y., & Hsu, W.-P. (2019). Do Learning Styles Matter? Motivating Learners in an Augmented Geopark. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(1), 70–81. doi:<https://www.jstor.org/stable/26558829>
- Lam, B., & Phillipson, S. N. (2011). Constructivist Perspectives on Learning. In *Learning and Teaching in the Chinese Classroom: Responding to Individual Needs* (pp. 31–62). Hong Kong: Hong Kong University Press. doi:<http://www.jstor.org/stable/j.ctt1xwh1g.8>
- Lee, H., Kang, D., Kim, M., & Martin, S. N. (2023). Navigating into the future of science museum education: focus on educators' adaptation during COVID-19. *Cult Stud of Sci Educ*, 18, 647–667. doi:<https://doi.org/10.1007/s11422-022-10142-3>
- Lehane, J. (2022). Towards Constructivist Grounded Theory Use in Cross-Border Live Projects: a Fiji case context. *Building Material*, 24, 55–86. doi:<https://www.jstor.org/stable/27169890>
- Lindsay, D., & Weaver, I. R. (2024). Developing a Site Specific Art and Humanities Platform. In L. Crofton-Sleigh, & B. Beams, *Past and Future Presence: Approaches for Implementing XR Technology in Humanities and Art Education* (pp. 145–180). Amherst: Amherst College Press. doi:<http://www.jstor.org/stable/10.3998/mpub.14371789.8>
- Livers, S. D., Zhang, S., Davis, T. R., Bolyard, C. S., Daley, S. H., & Sydnor, J. (2021). Examining Teacher Preparation Programs' Influence on Elementary Teacher Candidates' Sense of Preparedness. *Teacher Education Quarterly*, 48(3), 29–52. doi:<https://www.jstor.org/stable/27094741>
- Manrique-Juan, C. G.-D., Rojas-Ruiz, R., Alencastre-Miranda, M., M.-G. L., & SILVAMUÑOZ, C. (2017). A Portable Augmented-Reality Anatomy Learning System Using a Depth Camera in Real Time. *The American Biology Teacher*, 79(3), 176–183. doi:<https://www.jstor.org/stable/26411200>
- Mayer, G. R. (2001). Antisocial Behavior: Its Causes and Prevention Within Our Schools. *Education and Treatment of Children*, 24(4), 414–429. doi:<http://www.jstor.org/stable/42900501>
- Mayer, M. M. (2005). Bridging the Theory-Practice Divide in Contemporary Art Museum Education. *Art Education*, 58(2), 13–17. doi:<http://www.jstor.org/stable/27696060>
- Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2024). Virtual Reality and Sports: The Rise of Mixed, Augmented, Immersive, and Esports Experiences. In S. Schmidt, *21st Century*

- Sports. Future of Business and Finance. Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-38981-8_17
- Pratt Institute Office of Public Relations and Communications. (2019). Pratt Institute Undergraduate Bulletin 2019-2020 . In P. I. Students' & Bulletin, Pratt Institute Archives,. Brooklyn, New York, United : Pratt Institute Library .
- Rajkowska, P. (2022). Your Stories – A Life Cycle Analysis. In A. W. Løvlie, Hybrid Museum Experiences: Theory and Design (pp. 91–102). Amsterdam: Amsterdam University Press. doi:<https://doi.org/10.2307/j.ctv2cxc8x6.8>
- Rogers, E. M. (1959). A Note on Innovators. *Journal of Farm Economics*, 41(1), 132– 134. doi:<https://doi.org/10.2307/1235208>
- Rubio-Campillo, X. (2020). Gameplay as Learning: The Use of Game Design to Explain Human Evolution. In A. (.-1. 2018 (Ed.), *Communicating the Past in the Digital Age: Proceedings of the International Conference on Digital Methods in Teaching and Learning* (pp. 45–58). New York: Ubiquity Press. doi:<http://www.jstor.org/stable/j.ctv11cvx4t.9>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). The Darker and Brighter Sides of Human Existence: Basic Psychological Needs as a Unifying Concept. *Psychological Inquiry*, 11(4), 319– 338. doi:<http://www.jstor.org/stable/1449630>
- Stylianou, E. (2022). Dimensions in Testimony: Affect, Holograms and New Curatorial Challenges. In T. Stylianou-Lambert, A. Bounia, & A. Heraclidou, *Emerging Technologies and Museums: Mediating Difficult Heritage* (pp. 109–129). New York: Berghahn Books. doi:<http://www.jstor.org/stable/jj.2711509.9>
- Stylianou, E. (2022). Dimensions in Testimony: Affect, Holograms and New Curatorial Challenges. In T. Stylianou-Lambert, A. Bounia, & A. Heraclidou, *Emerging Technologies and Museums: Mediating Difficult Heritage* (pp. 109–129). New York: Berghahn Books. doi:<http://www.jstor.org/stable/jj.2711509.9>
- Tate, J. C. (2022). Conclusion. In P. a. Courts. New Haven: Yale University Press. doi:<https://doi.org/10.2307/j.ctv2c3k282.10>
- Thrift, N. (2022). BIG: Rethinking the Cultural Imprint of Mass Urbanization. In A. Amin, & M. Lancione, *Grammars of the Urban Ground* (pp. 82–107). Durham, North Carolina: Duke University Press. doi:<https://doi.org/10.2307/j.ctv2x1npkj.8>
- Triantafyllidou, E., & Zabaniotou, A. (2022). Digital Technology and Social Innovation Promoting a Green Citizenship: Development of the “Go Sustainable Living” Digital Application. *Circ.Econ.Sust*, 2, 141–164. doi:<https://doi.org/10.1007/s43615-02100111-3>
- Vygotsky, L. S. (1997). *Educational Psychology*. Milton Park: Routledge.
- Yeh, H.-C., & Tseng, S.-S. (2019). Using the ADDIE Model to Nurture the Development of Teachers' CALL Professional Knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(3), 88–100. doi:<https://www.jstor.org/stable/26896712>
- Zuboff, S. (2019). Surveillance Capitalism and the Challenge of Collective Action. *New Labor Forum*, 28(1), 10–29. doi:<https://www.jstor.org/stable/26675591>
- Zummo, L., Menlove, R., & Massey, E. (2024). Navigating Failure in a Museum-Based Videogame: Convergent and Divergent Mechanisms of Collaboration as Potential Levers for Informal Learning About Climate Change. *J Sci Educ Technol*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10956-024-10129-5>