

# IMPLEMENTASI DAN ANALISIS AUGMENTED REALITY (AR) SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI WILAYAH 3T: STUDI KASUS PADA SMA NEGERI 1 ROTE BARAT

(IMPLEMENTATION AND ANALYSIS OF AUGMENTED REALITY (AR) AS A LEARNING MEDIUM IN THE 3T REGION: A CASE STUDY AT STATE SENIOR HIGH SCHOOL 1 WEST ROTE)

Andreas Niko Priyohutomo<sup>1)</sup>, Viany Utami Tjhin<sup>2)</sup>

<sup>1, 2)</sup>Program Pascasarjana, Magister Manajemen Sistem Informasi, Universitas Bina Nusantara  
e-mail: [andreasniko97@gmail.com](mailto:andreasniko97@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan dan mengukur efektivitas teknologi Augmented Reality (AR) dalam mengatasi tantangan pembelajaran di wilayah 3T (Tertinggal, Terdepan, Terluar). Metode campuran digunakan di SMA Negeri 1 Rote Barat, NTT, melalui wawancara, observasi, kuesioner terhadap 60 siswa, dan analisis dokumentasi. Model penelitian mengintegrasikan variabel Technology Acceptance Model (TAM) dengan Kepuasan Siswa sebagai mediasi dan Niat Lanjutan sebagai variabel dependen. Hasil utama menunjukkan bahwa AR secara signifikan meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman konsep kompleks siswa, meskipun infrastruktur terbatas. Adaptasi sosial-budaya dan dukungan guru menjadi faktor kunci keberhasilan implementasi AR di wilayah 3T.

**Kata Kunci:** Augmented Reality, Model Penerimaan Teknologi, Pembelajaran Digital, Teknologi Pendidikan, Wilayah 3T

## ABSTRACT

This study aims to implement and measure the effectiveness of Augmented Reality (AR) technology in addressing learning challenges in the 3T (Disadvantaged, Frontier, Outermost) regions. A mixed method method was used at SMA Negeri 1 Rote Barat, NTT, through interviews, observations, questionnaires with 60 students, and analysis. The research model integrates the Technology Acceptance Model (TAM) variables with Student Satisfaction as a mediator and Continuation Intention as a dependent variable. The main results show that AR significantly increases student engagement, motivation, and understanding of complex concepts, despite limited infrastructure. Socio-cultural adaptation and teacher support are key factors in the success of AR implementation in the 3T region.

**Keywords:** Augmented Reality, Digital Learning, Educational Technology, Technology Acceptance Model, 3T Regions

## I. PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan berperan penting dalam memajukan Indonesia, termasuk wilayah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T). Wilayah 3T menghadapi tantangan pendidikan seperti keterbatasan infrastruktur, kurangnya guru berkualitas, dan minimnya fasilitas belajar. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan sinkronisasi antara kondisi pendidikan di 3T dengan Kurikulum Merdeka. Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran bermakna yang melibatkan siswa secara aktif, efektivitas mengajar guru, serta pengembangan kreativitas siswa dan guru (Amrullah et al., 2024). Kurikulum ini juga memberi kebebasan dan kreativitas kepada guru dalam menghadapi tantangan global (Suryaningrum, 2023). Namun, implementasinya

di wilayah 3T masih terkendala, sehingga diperlukan solusi teknologi seperti Augmented Reality (AR).

Augmented Reality (AR) adalah teknologi belajar untuk siswa yang menjadikan pembelajaran menjadi menyenangkan dengan melibatkan teknologi yang canggih serta sesuai. AR dapat memperkaya pengalaman belajar dengan menyediakan informasi tambahan yang relevan dan kontekstual (Azuma, 1997). AR juga dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit dengan cara yang lebih visual dan menarik. Dengan memanfaatkan perangkat mobile dan aplikasi AR, siswa di daerah 3T dapat mengakses materi pembelajaran yang sebelumnya sulit dijangkau, sehingga meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka dalam proses belajar (Sari & Rahmawati, 2021). Dalam konteks pendidikan, AR

memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan materi pelajaran secara lebih mendalam, sehingga dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar mereka (Bacca et al., 2014).

Implementasi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran di wilayah 3T berpotensi meningkatkan kualitas pendidikan sekaligus mengatasi kesenjangan akses. Dengan memanfaatkan perangkat mobile yang semakin mudah dijangkau, AR dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan efektif. Namun, efektivitas AR tidak serta-merta berlaku seragam di semua konteks. Studi Wu et al. (2013) menunjukkan bahwa AR mampu meningkatkan hasil belajar siswa, terutama pada mata pelajaran dengan konsep abstrak dan kompleks, di lingkungan yang secara teknologi telah siap. Sebaliknya, temuan Hidayati & Supriyadi (2020) mengindikasikan bahwa di wilayah 3T, keberhasilan AR justru sangat bergantung pada adaptasi sosial-budaya dan kesiapan guru, bukan semata pada kecanggihan teknologi. Sementara Wu et al. (2013) mengukur efektivitas AR dalam laboratorium terkendali, Hidayati & Supriyadi (2020) menyoroti kesenjangan antara potensi teknologi dan realitas lapangan, seperti keterbatasan listrik, sinyal, dan dukungan teknis. Dengan demikian, pendekatan kritis menolak asumsi bahwa AR secara otomatis mentransfer hasil positif dari daerah maju ke wilayah 3T. Implementasi AR yang relevan di 3T justru harus memprioritaskan adaptasi lokal, pelatihan guru berkelanjutan, dan desain konten yang sesuai dengan konteks budaya setempat, bukan sekadar meniru model dari daerah dengan infrastruktur mapan.

Namun, meskipun potensi AR sangat besar, tantangan dalam implementasinya di daerah 3T tetap ada. Keterbatasan akses internet, kurangnya pelatihan bagi guru, dan rendahnya kesadaran akan kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi ini dengan kurikulum yang berlaku teknologi ini menjadi beberapa hambatan yang perlu diatasi (Sulaiman & Maulidi, 2021), Berdasarkan laporan dari Kementerian Komunikasi dan Informatika

(Kominfo), sekitar 12.548 desa di Indonesia masih tidak memiliki akses internet yang cukup. Kesenjangan digital ini semakin diperburuk oleh rendahnya kemampuan teknologi pendidik dan kurangnya perangkat digital bagi siswa yang berasal dari keluarga kurang mampu (Destra & Aranda, 2024). Oleh karena itu, penting untuk merancang strategi implementasi yang tepat, yang tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga aspek sosial dan budaya masyarakat setempat (Kamaruzaman & Zainuddin, 2019). Hal ini juga tercermin di wilayah Rote, sebuah pulau yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), yang masih menghadapi masalah serius terkait infrastruktur dan aksesibilitas teknologi.

Wilayah Rote memiliki dengan kondisi geografis yang terpencil dan terbatasnya infrastruktur pendukung, salah satunya akses internet yang sangat minim. Banyak sekolah di Rote yang tidak memiliki koneksi internet stabil, yang tentunya menjadi kendala yang sangat besar bagi penerapan teknologi pendidikan berbasis AR. Selain itu, masih terdapat keterbatasan dalam penyediaan perangkat teknologi seperti tablet atau smartphone yang diperlukan untuk mengakses aplikasi AR di kelas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi implementasi Augmented Reality (AR) sebagai media pembelajaran di wilayah 3T serta menganalisis dampaknya terhadap proses belajar mengajar. Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga hal. Pertama, penelitian ini adalah studi pertama yang secara khusus menguji model integrasi Technology Acceptance Model (TAM) dengan variabel mediasi kepuasan siswa dalam konteks pembelajaran berbasis AR di wilayah 3T. Kedua, berbeda dengan studi Wu et al. (2013) yang berfokus pada efektivitas AR di lingkungan berinfrastruktur mapan, penelitian ini justru mengeksplorasi bagaimana faktor sosial-budaya dan keterbatasan teknis di daerah terpencil memoderasi keberhasilan AR. Ketiga, penelitian ini menyusun model implementasi AR adaptif yang tidak hanya mengukur niat lanjutan siswa, tetapi juga mengidentifikasi strategi konkret untuk mengatasi hambatan infrastruktur khas 3T. Dengan

demikian, hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi positif bagi pengembangan pendidikan di daerah tertinggal, tetapi juga menjadi referensi kebijakan yang lebih inklusif dan berkelanjutan (Anggraini & Jaya, 2020), sekaligus memperkaya khasanah teori penerimaan teknologi dalam konteks pendidikan yang penuh keterbatasan.

## II. STUDI PUSTAKA

Teknologi *Augmented Reality (AR)* telah muncul sebagai inovasi yang menjanjikan dalam dunia pendidikan, terbukti dari tren peningkatan publikasi ilmiah secara konsisten antara tahun 2015 hingga 2023. Lebih dari sekadar alat bantu, AR menawarkan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif dengan mengintegrasikan elemen digital ke dalam dunia nyata, sehingga mampu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret.

Temuan berbagai studi mendukung hal ini. Apriyanto dkk. (2024) menunjukkan peningkatan skor ujian sebesar 35% pada kelompok pengguna AR. Di Indonesia, perkembangan riset AR juga pesat, didominasi oleh pengembangan media pembelajaran yang terbukti mampu meningkatkan hasil belajar, interaktivitas, dan motivasi siswa, terutama dalam mata pelajaran kompleks seperti IPA, matematika, dan fisika (Harefa dkk., 2020; Putri & Baharun, 2023; Susanti dkk., 2024).

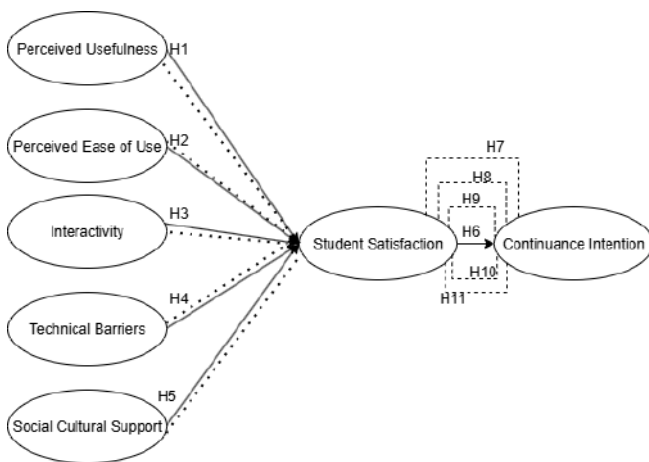
AR tidak hanya memperkaya metode pengajaran konvensional tetapi juga membuka akses pembelajaran yang lebih luas, termasuk bagi siswa berkebutuhan khusus di sekolah inklusif (Munartiti dkk., 2023) dan di berbagai disiplin ilmu lainnya (Godoy Jr., 2020). Hal ini menjadikan AR sebagai alat yang serbaguna dan adaptif terhadap kebutuhan pendidikan modern.

*Model Technology Acceptance Model (TAM)* dan *Expectation-Confirmation Model (ECM)* menjelaskan penerimaan teknologi melalui persepsi kegunaan, kemudahan, serta konfirmasi harapan dan kepuasan yang memengaruhi niat berkelanjutan. Berlandaskan itu, *Augmented Reality (AR)* strategis untuk pemerataan pendidikan di wilayah 3T. Dengan perangkat bergerak, AR menjadi jembatan mengatasi keterbatasan infrastruktur dan geografis, misalnya melalui simulasi virtual yang memperkaya belajar

dan motivasi siswa (Suryaningrum, 2023). Namun, efektivitasnya bergantung pada ekosistem pendukung. Kurikulum Merdeka memberi ruang inovasi, tetapi tantangan seperti kompetensi guru, minimnya infrastruktur digital, dan ketersediaan perangkat masih menghambat (Alalwan dkk., 2020; Amrullah dkk., 2024). Karena itu, integrasi AR dengan platform e-learning berbasis kondisi lokal menjadi kunci untuk menciptakan lingkungan belajar yang adaptif, inklusif, dan berkeadilan bagi seluruh siswa Indonesia.

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dengan desain studi kasus untuk mengeksplorasi secara komprehensif implementasi *Augmented Reality (AR)* sebagai media pembelajaran di wilayah Tertinggal, Terdepan, dan Terluar (3T), yang secara spesifik berlokasi di SMA Negeri 1 Rote Barat. Penggabungan metode kualitatif dan kuantitatif dipilih tidak hanya untuk mengukur dampak AR secara empiris, tetapi juga untuk memahami secara mendalam konteks sosial, budaya, dan teknis yang melingkupi penerapannya. Desain studi kasus memungkinkan peneliti menyelidiki fenomena dalam bingkai nyata, khususnya bagaimana teknologi ini diintegrasikan ke dalam proses belajar-mengajar di daerah dengan keterbatasan infrastruktur dan sumber daya. Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis tantangan, peluang, serta dampak AR terhadap proses pembelajaran dengan melibatkan persepsi berbagai pemangku kepentingan, seperti kepala sekolah, guru, siswa, dan pengembang teknologi. *Technology Acceptance Model (TAM)* adalah model untuk penelitian ini. Model struktural yang dikembangkan menguji pengaruh lima variabel *independen Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, Interactivity, Technical Barriers, dan Social-Cultural Support*—terhadap *Student Satisfaction* sebagai variabel mediasi, yang pada akhirnya memengaruhi *Continuance Intention* sebagai variabel dependen. Sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Model Hipotesis Struktural Penelitian

Sebanyak sebelas hipotesis dirumuskan untuk menguji hubungan langsung dan efek mediasi antar variabel, yang semuanya dioperasionalkan melalui instrumen kuesioner dengan skala Likert 5 poin yang telah diadaptasi dari berbagai sumber terpercaya dan divalidasi oleh ahli. Instrumen ini dirancang untuk menangkap nuansa persepsi siswa tentang kemudahan, kegunaan, interaktivitas AR, serta hambatan teknis dan dukungan sosial-budaya yang mereka rasakan di lingkungan belajar yang khas.

Proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis melalui kombinasi teknik kualitatif dan kuantitatif. Wawancara mendalam dengan kepala sekolah, enam orang guru, dan sejumlah siswa akan menggali pengalaman subjektif dan tantangan implementasi. Observasi kelas dilakukan untuk melihat secara langsung dinamika interaksi siswa dengan teknologi AR, sementara studi dokumentasi menganalisis perangkat pembelajaran dan kebijakan sekolah. Secara kuantitatif, kuesioner akan disebar kepada 60 siswa untuk mengukur variabel-variabel dalam model. Data kualitatif dianalisis menggunakan teknik analisis tematik, sementara data kuantitatif diolah dengan statistik deskriptif dan inferensial, termasuk pengujian hipotesis. Untuk memastikan validitas dan kredibilitas temuan, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber, metode, dan peneliti, sehingga mampu memberikan gambaran yang holistik dan mendalam tentang potensi serta tantangan AR dalam mewujudkan pemerataan kualitas pendidikan di wilayah 3T.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Deskripsi Lokasi Penelitian

SMA Negeri 1 Rote Barat Kabupaten Rote Ndao, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dipilih sebagai lokasi penelitian karena

merepresentasikan karakteristik wilayah 3T (Tertinggal, Terdepan, dan Terluar) secara tipikal. Sekolah ini memiliki 60 siswa aktif, 6 guru mata pelajaran, dan berkolaborasi dengan 3 orang pengembang teknologi AR. Pemilihan lokasi didasarkan pada tiga pertimbangan utama, keterbatasan infrastruktur digital di daerah ini seperti akses internet tidak stabil, listrik terbatas, dan minimnya perangkat pendukung memungkinkan penelitian ini menguji secara nyata variabel Hambatan Teknis dalam model penelitian. Kondisi sosial-budaya masyarakat setempat yang masih kental dengan nilai tradisional menjadi konteks yang relevan untuk mengukur variabel Dukungan Sosial-Budaya sebagai faktor moderasi keberhasilan AR. Tingkat kesiapan guru dan siswa yang beragam memberikan peluang untuk mengeksplorasi variabel Persepsi Kegunaan dan Persepsi Kemudahan Penggunaan (TAM) secara autentik, di mana adopsi teknologi sangat bergantung pada persepsi subjektif pengguna di tengah keterbatasan. Lokasi ini tidak hanya memenuhi kriteria geografis 3T, tetapi juga secara langsung merefleksikan variabel-variabel kunci dalam penelitian.

Implementasi AR di SMA Negeri 1 Rote Barat dilakukan melalui sosialisasi dan pelatihan guru oleh pengembang, integrasi dalam mata pelajaran sains, matematika, dan geografi, pemanfaatan perangkat mobile sekolah dan pribadi siswa, serta proses bertahap selama Mei–Oktober 2025 dengan observasi mingguan. Evaluasi empat minggu pertama menunjukkan hasil beragam. Pelatihan berhasil meningkatkan kemampuan teknis guru (5 dari 6 guru mampu mandiri), dan integrasi AR pada materi geografi meningkatkan keterlibatan aktif siswa. Namun, kendala infrastruktur signifikan: ketidakstabilan internet menyebabkan 40% sesi pembelajaran gagal mengunduh konten AR, dan hanya 15 dari 60 siswa memiliki ponsel kompatibel sehingga pembelajaran bergilir mengurangi waktu efektif. Selain itu, dua guru senior menunjukkan resistensi awal terhadap adaptasi teknologi. Dengan demikian, implementasi awal dinilai cukup berhasil pada aspek penerimaan dan pelatihan, tetapi belum berhasil pada kelancaran teknis akibat keterbatasan infrastruktur khas wilayah 3T.

##### B. Hasil Pengumpulan Data

###### Metode Kualitatif

Wawancara dengan Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Rote Barat mengungkapkan visi bahwa

implementasi AR merupakan katalis transformasi menuju pembelajaran yang joyful, meaningful, dan mindful. Visi ini selaras dengan konstruk Persepsi Kegunaan dalam TAM. Kebijakan yang dirumuskan—integrasi AR dalam kurikulum, pelatihan guru, dan peer mentoring—mencerminkan teori implementasi kebijakan (Van Meter & Van Horn). Peneliti menginterpretasikan bahwa peran aktif kepala sekolah sebagai transformational leader menjadi faktor kunci keberhasilan AR di wilayah 3T, terutama dalam mengatasi keterbatasan infrastruktur. Temuan ini memperkuat hipotesis TAM bahwa dukungan organisasi memoderasi hubungan antara persepsi kemudahan dan penerimaan teknologi aktual.

Guru mata pelajaran Geografi, Sidriyani E. Sine, S.Pd., mendefinisikan AR sebagai teknologi yang menempatkan objek digital 3D ke dunia nyata melalui kamera perangkat. Implementasi difokuskan pada materi geologi (patahan dan lipatan) karena keterbatasan alat peraga konvensional. Temuan ini sejalan dengan studi Wu et al. (2013) yang menyatakan bahwa AR efektif untuk memvisualisasikan konsep abstrak. Namun, berbeda dengan penelitian Hidayati & Supriyadi (2020) yang mengimplementasikan AR di daerah perkotaan dengan fasilitas memadai, penelitian ini justru menunjukkan bahwa di wilayah 3T, AR berfungsi sebagai substitusi langsung atas minimnya alat peraga fisik. Dengan kata lain, jika di daerah maju AR memperkaya pembelajaran yang sudah baik, di wilayah 3T AR menjadi kebutuhan pokok untuk mengatasi ketiadaan sumber belajar konvensional. Perbandingan ini menegaskan bahwa konteks wilayah menentukan peran dan urgensi teknologi AR dalam proses pembelajaran.

#### Metode Kuantitatif

Sebanyak 60 siswa kelas X SMA Negeri 1 Rote Barat menjadi responden dalam penelitian ini, dengan komposisi 27 siswa laki-laki dan 33 siswa perempuan yang seluruhnya berada pada rentang usia 15–16 tahun. Data menunjukkan tingkat adopsi teknologi yang menggembirakan, di mana mayoritas responden (58,3%) menggunakan Augmented Reality (AR) secara mandiri setiap hari, sementara 20% lainnya mengakses teknologi tersebut beberapa kali dalam seminggu. Tingginya frekuensi penggunaan mandiri ini mengindikasikan bahwa AR tidak hanya diterima dengan baik, tetapi juga telah menjadi bagian dari kebiasaan belajar siswa di wilayah 3T, meskipun

masih terdapat sebagian kecil siswa yang penggunaannya lebih jarang.

Hasil pengujian validitas dan reliabilitas instrumen menunjukkan bahwa seluruh konstruk dalam penelitian ini memenuhi kriteria yang ditetapkan. Seluruh indikator memiliki nilai outer loading di atas 0,70, dengan rentang tertinggi pada konstruk Perceived Ease of Use (PEOU) yang mencapai 0,926 dan terendah pada Student Satisfaction (SS) sebesar 0,797, namun masih dinyatakan valid. Pada Tabel 1 memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa seluruh konstruk memiliki nilai Average Variance Extracted (AVE) di atas 0,50, di mana PEOU mencatat nilai tertinggi (0,821) dan SS terendah (0,737).

Tabel 1. Tabel Analisis Validitas Konvergen

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
CI	0,883	0,888	0,919	0,740
INT	0,941	0,944	0,955	0,809
PEOU	0,946	0,947	0,958	0,821
PU	0,938	0,942	0,953	0,802
SCS	0,945	0,945	0,958	0,820
SS	0,880	0,882	0,918	0,737
TB	0,941	0,943	0,955	0,809

Reliabilitas konstruk juga terkonfirmasi sangat baik melalui Tabel 2, dengan seluruh nilai Cronbach's Alpha, Composite Reliability, dan rho\_A berada di atas 0,80. Konstruk PEOU, PU, INT, SCS, dan TB menunjukkan reliabilitas sangat tinggi dengan Composite Reliability di atas 0,95, sementara CI dan SS tetap dalam kategori reliabel dengan nilai di atas 0,91.

Tabel 2. Tabel Reliabilitas Konstruk

Konstruk	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Keterangan
Continuance Intention (CI)	0,883	0,888	0,919	Reliabel
Interactivity (INT)	0,941	0,944	0,955	Sangat Reliabel
Perceived Ease of Use (PEOU)	0,946	0,947	0,958	Sangat Reliabel

Perceived Usefulness (PU)	0,938	0,942	0,953	Sangat Reliabel
Social-Cultural Support (SCS)	0,945	0,945	0,958	Sangat Reliabel
Student Satisfaction (SS)	0,88	0,882	0,918	Reliabel
Technical Barriers (TB)	0,941	0,943	0,955	Sangat Reliabel

Hasil evaluasi model struktural mendukung kerangka TAM dan ECM. Nilai R<sup>2</sup> kepuasan siswa (SS) sebesar 0,844 (substansial) dan niat lanjutan (CI) sebesar 0,545 (moderat). Sesuai TAM, persepsi kegunaan (0,231) dan kemudahan (0,224) berpengaruh positif terhadap kepuasan. Selaras dengan ECM, kepuasan siswa berpengaruh sangat kuat terhadap niat lanjutan (0,739; T=9,703). Interaktivitas (0,231) dan dukungan sosial-budaya (0,187) juga positif, sedangkan hambatan teknis berpengaruh negatif (-0,245). Temuan ini mengonfirmasi bahwa kepuasan merupakan mediasi kunci antara persepsi teknologi dan niat berkelanjutan, bahkan dalam konteks wilayah 3T. Pengujian efek mediasi mengungkapkan temuan kritis bahwa Student Satisfaction berperan sebagai mediator penuh (full mediation) dalam seluruh hubungan. Seluruh hipotesis mediasi (H7-H11) diterima dengan nilai VAF 100%, yang berarti tidak ada pengaruh langsung dari variabel independen terhadap Continuance Intention tanpa melalui kepuasan siswa. Indirect effect tertinggi ditemukan pada hubungan PU→SS→CI dan INT→SS→CI (masing-masing 0,171), diikuti PEOU→SS→CI (0,165), dan SCS→SS→CI (0,138), sementara TB→SS→CI menunjukkan efek negatif (-0,181). Temuan ini menegaskan bahwa kepuasan siswa merupakan mekanisme psikologis kunci yang menghubungkan seluruh faktor penerimaan teknologi dengan niat penggunaan berkelanjutan.

Observasi kelas memberikan validasi kualitatif terhadap temuan kuantitatif. Keterlibatan siswa mencapai 85% dengan fokus perhatian tinggi, inisiatif eksplorasi mandiri, dan diskusi aktif antar siswa. Dinamika pembelajaran bergeser dari teacher-centered ke student-centered dengan pembelajaran yang lebih kolaboratif. Interaksi dengan teknologi AR menunjukkan waktu adaptasi singkat (10-15 menit), dengan fitur rotasi objek 3D (100%), zoom in/out (92%), dan

animasi proses (88%) menjadi yang paling banyak digunakan. Namun demikian, observasi juga mengidentifikasi tantangan teknis yang signifikan: gangguan koneksi internet terjadi pada 4 dari 6 sesi, keterbatasan perangkat kompatibel (1 perangkat untuk 2-3 siswa), masalah baterai cepat habis, dan error aplikasi pada 2 sesi. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa meskipun antusiasme dan adaptasi siswa terhadap AR sangat tinggi, hambatan teknis tetap menjadi tantangan utama yang perlu diatasi untuk keberlanjutan implementasi di wilayah 3T.

#### Kontribusi Teoretis

Penelitian ini menggabungkan TAM dan ECM. Peneliti menambahkan tiga faktor baru: interaktivitas, hambatan teknis, dan dukungan sosial-budaya. Hasilnya, model mampu menjelaskan 84,4% variasi kepuasan siswa dan 54,5% variasi niat keberlanjutan. Tiga temuan utama: (1) kepuasan siswa menjadi penghubung utama antara persepsi teknologi dan niat berkelanjutan; (2) hambatan teknis berpengaruh negatif paling besar (-0,245); (3) interaktivitas sama pentingnya dengan persepsi kegunaan (0,231).

#### Rekomendasi Praktis

Prioritas utama adalah menciptakan kepuasan holistik siswa, meliputi aspek teknis, pedagogis, dukungan guru, dan budaya lokal. Hambatan teknis diatasi dengan mode offline, perangkat rendah spesifikasi, dan pelatihan teknis. Interaktivitas ditingkatkan melalui fitur 3D, simulasi, dan eksplorasi mandiri. Dukungan sosial-budaya diperkuat dengan pelatihan guru, konten lokal, belajar kelompok, serta keterlibatan orang tua. Keberlanjutan dijaga melalui evaluasi rutin dan umpan balik siswa.

#### Keterbatasan dan Saran

Penelitian ini hanya menggunakan 60 siswa di satu sekolah (Rote Barat), sehingga generalisasi terbatas. Desain cross-sectional tidak menangkap perubahan seiring waktu. Data self-report rentan bias. Materi terbatas pada Geografi (patahan dan lipatan). Penelitian selanjutnya disarankan: perluas ke sekolah lain di wilayah 3T, gunakan studi longitudinal, tambah variabel (usia, gender, self-efficacy, enjoyment), lakukan eksperimen komparatif, libatkan banyak pemangku kepentingan, dan analisis biaya-manfaat.

## V. KESIMPULAN

Implementasi Augmented Reality (AR) di SMA Negeri 1 Rote Barat memberikan dampak positif signifikan terhadap pembelajaran di wilayah 3T. Guru terbantu memvisualisasikan materi abstrak (patahan dan lipatan), sementara siswa menunjukkan peningkatan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman. Persepsi siswa sangat positif, dengan tingkat kepuasan dan niat menggunakan AR tinggi. Keberhasilan ini didukung oleh faktor sosial-budaya (kepala sekolah, guru, teman sebaya, budaya lokal) dan teknis (koneksi internet, perangkat, aplikasi). Namun, tantangan infrastruktur dan pelatihan guru masih perlu diatasi.

Berdasarkan temuan penelitian, dirumuskan tiga saran utama:

## 1. Infrastruktur

Pemerintah daerah dan Dinas Pendidikan perlu memperkuat jaringan internet, menyediakan perangkat pendukung, serta mengoptimalkan ruang komputer dan dana BOS untuk akses teknologi di wilayah 3T.

## 2. Kompetensi Guru

Sekolah wajib menyelenggarakan pelatihan berkelanjutan, forum berbagi praktik baik, dan pendampingan teknis agar guru mampu mengintegrasikan AR secara mandiri dan inovatif.

## 3. Pengembangan Teknologi

Pengembang AR disarankan membuat aplikasi dengan mode offline, ukuran ringan, konten yang sesuai budaya lokal, serta melibatkan guru dan sekolah dalam proses pengembangan.

## REFERENSI

- [1]. Akbarini, N. (2024). Using Technology Acceptance Model (TAM) to explain teachers' adoption of digital technology in business education. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, \*57\*(2), 395–408. <https://doi.org/10.23887/jpp.v57i2.74301>
- [2]. Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, \*20\*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- [3]. Alalwan, A. A., Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., & Algharabat, R. (2020). Examining factors influencing Jordanian customers' intentions and adoption of Internet banking: Extending UTAUT2 with risk. *Journal of Retailing and Consumer Services*, \*40\*, 125–138.
- [4]. Alalwan, N., Cheng, L., Al-Samarraie, H., Yousef, R., Alzahrani, A. I., & Sarsam, S. M. (2020). Challenges and prospects of virtual reality and augmented reality utilization among primary school teachers: A developing country perspective. *Studies in Educational Evaluation*, \*66\*, Article 100876. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100876>
- [5]. Amrullah, J. D. R., Prasetya, F. B., Rahma, A. S., Setyorini, A. D., Salsabila, A. N., & Nuraisyah, V. (2024). Efektivitas Peran Kurikulum Merdeka terhadap Tantangan Revolusi Industri 4.0 bagi Generasi Alpha. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, \*4\*(4), 1313–1328. <https://doi.org/10.53299/jppi.v4i4.754>
- [6]. Anggraini, D., & Jaya, I. (2020). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) di Wilayah Terpencil. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, \*16\*(1), 29–37.
- [7]. Anisyah, S., Suhardi, B., & Kusumawati, I. (2024). Augmented reality: Interactive and fun learning media to improve student learning outcomes in electrical circuits course. *Jurnal Kependidikan*, \*8\*(2), 234–248. <https://doi.org/10.34007/jk.v8i2.1467>
- [8]. Apriyanto, Maharjan, K., & Wei, Z. (2024). Implementation of Augmented Reality Technology in History Learning: Experimental Study. *Journal of Computer Science Advancements*, \*2\*(4), 222–230. <https://doi.org/10.70177/jsc.v2i4.1321>
- [9]. Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, \*6\*(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- [10]. Bacca, J., Baldassare, M., & Ferrari, L. (2014). Augmented Reality in Education: A Meta-Review and Cross-Media Analysis. *Educational Technology & Society*, \*17\*(4), 1–10.
- [11]. Bhattacharjee, A. (2015). Understanding information systems continuance: An expectation-confirmation model. *MIS Quarterly*, \*25\*(3), 351–370. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- [12]. Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- [13]. Davis, F. D. (2015). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, \*13\*(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- [14]. Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, \*35\*(8), 982–1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- [15]. Destra, M., & Aranda, D. (2024). Peningkatan dan Pemerataan Perkembangan Teknologi di Dunia Pendidikan Melalui E-Learning di Indonesia: Kajian Literatur. *Jurnal Cakrawala Akademika (JCA)*, \*1\*, 1434–1446. <https://doi.org/10.70182/JCA.v1i4.32>
- [16]. Harefa, E., Kristiyanto, W. H., & Rondonuwu, F. S. (2019). Visualization of conduction heat transfer using augmented reality technology. *Indian Journal of Science and Technology*, \*12\*(21), Article 139551. <https://doi.org/10.17485/ijst/2019/v12i21/139551>
- [17]. Hidayati, N., & Supriyadi, A. (2020). Implementasi Augmented Reality untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa di Wilayah Terpencil. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, \*12\*(1), 45–52.

- [18]. Kamaruzaman, N. A., & Zainuddin, N. (2019). The Effectiveness of Augmented Reality in Education: A Review. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, \*8\*(12), 1–5. <https://doi.org/10.35940/ijitee.L1003.1081219>
- [19]. Lee, A. T., & Subbarao, A. (2025). Understanding psychosocial barriers to healthcare technology adoption: A review of TAM and UTAUT frameworks. *Healthcare Technology Management*, \*15\*(1), 45–67. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11816427/>
- [20]. Maharani, N., & Usman, B. (2021). The effect of perceived usefulness and perceived ease of use on behavioral intention to use e-learning system. *Journal of Educational Sciences and Technology*, \*7\*(1), 1–12.
- [21]. Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- [22]. Moorhouse, N., Jung, T., Han, D. I., & Tom Dieck, M. C. (2017a). Augmented reality to enhance the learning experience in cultural heritage tourism: An experiential learning cycle perspective. In *Advances in Augmented Reality and Virtual Reality* (pp. 142–156).
- [23]. Moorhouse, N., tom Dieck, M. C., & Jung, T. (2017b). Augmented reality to enhance the learning experience in cultural heritage tourism: An experiential learning cycle perspective. *e-Review of Tourism Research*, 1–7. <https://doi.org/10.25172/ertr.1.2017.9>
- [24]. Murniarti, E., Prayitno, H., Wibowo, G. A., Suparmi, Y., & Rochmah, E. Y. (2023). Implementing Augmented Reality in Inclusive Education: Experiments and Potential. *International Journal of Science and Society*, \*5\*(4), 60–71. <https://doi.org/10.1234/ijssoc.2023.5.4.60>
- [25]. Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, \*17\*(4), 460–469.
- [26]. Putri, D. F., & Baharun, H. (2023). The implementation of augmented reality in science education in secondary schools. *International Journal of Instructional Technology (IJIT)*, \*2\*(1), 34–45.
- [27]. Putri, R., & Baharun, H. (2023). Social-cultural support in technology adoption: A study of educational technology integration in multicultural settings. *Journal of Educational Technology and Society*, \*26\*(2), 45–58.
- [28]. Rullyana, G., & Triandari, R. (2024). Trends and research issues of augmented reality in education: A bibliometric study. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, \*1\*(4), 1–19. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i4.907>
- [29]. Sari, D. P., & Rahmawati, A. (2021). Penggunaan Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, \*4\*(2), 123–130.
- [30]. Shen, T. D., Liang, J. C., Hong, C. Q., & Tsai, C. C. (2022). Factors influencing the adoption and usage of augmented reality applications in tourism education. *Journal of Educational Computing Research*, \*60\*(2), 413–436. <https://doi.org/10.1177/07356331211038259>
- [31]. Sukendro, S., Sanoto, S., & Sugiyarto, S. (2020). Using an extended Technology Acceptance Model to predict the use of learning management system among younger teachers. *International Journal of Instruction*, \*13\*(2), 849–866. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13256a>
- [32]. Sulaiman, E., & Maulidi, F. (2021). Studi Implementasi AR dalam Pembelajaran Sejarah di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Daerah Terpencil. *Jurnal Sejarah Pendidikan*, \*14\*(2), 78–85.
- [33]. Suryaningrum, S. (2023). Penguatan kapasitas guru pada implementasi kurikulum merdeka daerah 3T (tertinggal, terdepan, dan terluar). *Wahana Dedikasi*, \*6\*. <https://doi.org/10.31851/dedikasi.v6i1.11488>
- [34]. Susanti, S., Maftuh, B., & Dwiputra, D. F. K. (2024). Exploring the implementation of augmented reality in Indonesia elementary schools: A systematic literature review. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences (EPESS)*, \*36\*, 97–108.
- [35]. Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, \*46\*(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- [36]. Wong, E. Y., Fong, C. Y., Tai, A. S., & Fung, K. W. (2023). Perceived usefulness of, engagement with, and learning effectiveness in immersive virtual reality: A mixed-method study. *Frontiers in Education*, \*8\*, Article 1103635. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1103635>
- [37]. Wu, H.-K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, \*62\*, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- [38]. Yang, X., & Li, J. (2021). Interactive augmented reality in STEM education: Effects on learners' engagement and performance. *Computers & Education*, \*168\*, Article 104213. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104213>
- [39]. Yawan, H. (2022). Augmented Reality Application: Current status, opportunities, and challenges of Indonesian secondary education context. *Eduvec Journal of Education And Technology*, \*5\*(3), 652–663.
- [40]. Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.