

Exploration of Opportunities and Challenges in Implementing AI-Driven Tutoring System in 3T Area Schools: An Empirical Study in Eastern Indonesia Regions

Muhammad Anwar Zainuddin*¹, Reni Wulandari², Rohma Eka Putri³

¹Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia, E-mail: 2020987@gmail.com

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia, E-mail: Renifkipumm@gmail.com

³Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia, E-mail: rochikkpt@gmail.com

Article Info	Abstract
Keywords: AI-Driven Tutoring, 3T Area Schools, Educational Technology, Eastern Indonesia Implementation, Challenges	<i>The use of artificial intelligence (AI) technology in education continues to develop rapidly, yet not all regions can equally benefit from it, especially the 3T areas (frontier, outermost, and disadvantaged) in Indonesia. This research is motivated by concerns over this disparity and aims to understand how AI-based learning systems can be contextually adopted in schools facing infrastructure and resource limitations. Using a mixed methods approach, the study combines quantitative data from questionnaires distributed to 150 respondents (mostly teachers) and qualitative data from in-depth interviews with key informants who have direct field experience. Findings show that despite the willingness to adopt new technologies, obstacles such as unstable internet connectivity, lack of teacher training, and limited institutional support remain major challenges. Based on these findings, a flexible implementation model of an AI-Driven Tutoring System was developed, featuring a semi-offline format and supported by practical training materials tailored to local needs. This study not only contributes to the theoretical understanding of technology adoption in education but also offers practical implications for formulating more inclusive and adaptive policies. By integrating technical and social insights, this research promotes the development of educational technology that is more equitable, relevant, and responsive to local contexts.</i>

Submitted: January 2025, Reviewed: February 2025, Accepted: February 2025

*Corresponding Author

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan (Chassignol et al., 2018). Salah satu inovasi yang mulai mendapatkan tempat dalam sistem pendidikan global adalah AI-Driven Tutoring System, yaitu sistem pembelajaran cerdas yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang adaptif dan personal bagi setiap siswa (Khaq et al., 2024). Teknologi ini memanfaatkan kemampuan AI untuk menyesuaikan materi pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman dan gaya belajar siswa, sekaligus memberikan umpan balik secara otomatis dan real-time (Kanchon et al., 2024). Dalam konteks pendidikan yang

semakin terdigitalisasi, sistem ini menjadi peluang strategis untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses belajar mengajar, terutama ketika sumber daya manusia terbatas (Popa et al., 2024).

Sayangnya, manfaat dari teknologi pembelajaran berbasis AI ini belum dapat dinikmati secara merata oleh seluruh wilayah di Indonesia (Kong, Cheung, et al., 2024). Ketimpangan infrastruktur digital, keterbatasan akses internet, dan minimnya pelatihan teknologi bagi tenaga pendidik menjadi hambatan utama bagi sekolah-sekolah yang berada di wilayah 3T (Terdepan, Terluar, dan Tertinggal), khususnya di Indonesia Timur seperti Papua, Maluku, dan Nusa Tenggara Timur (Van de Werfhorst et al., 2022). Di daerah-daerah ini, tantangan geografis berpadu dengan ketimpangan sumber daya sehingga memperlebar jarak akses terhadap inovasi Pendidikan (Tartaruga et al., 2024). Kesenjangan digital ini menghambat pemanfaatan teknologi secara optimal, sekalipun potensinya sangat besar bagi peningkatan kualitas pendidikan di wilayah tertinggal (Barra et al., 2024).

Data dari Kemendikbudristek (2024) menunjukkan bahwa sekitar 35% sekolah di Indonesia Timur belum memiliki koneksi internet yang layak, sementara rasio guru dan siswa di wilayah tersebut tergolong tidak ideal (Islam et al., 2025). Dalam kondisi ini, pemanfaatan teknologi seperti AI-Driven Tutoring System justru dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan tenaga pendidik (Susilo & Susanto, 2024). Di tingkat global, UNESCO (2022) melaporkan bahwa penggunaan sistem pembelajaran berbasis AI mampu meningkatkan hasil belajar siswa hingga 30% apabila disesuaikan dengan konteks dan kebutuhan local (Sari et al., 2024). Namun demikian, sebagian besar penelitian mengenai penerapan AI dalam pendidikan masih didominasi oleh studi-studi di wilayah urban dengan infrastruktur yang sudah mapan (Bakhtiari et al., 2023), meninggalkan ruang kosong dalam pemahaman kita mengenai adaptasi teknologi ini di wilayah-wilayah dengan tantangan struktural dan geografis yang kompleks.

Efektivitas sistem tutor berbasis AI telah banyak ditunjukkan dalam literatur akademik. (Diwan et al., 2023) menemukan bahwa AI dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, sementara (Bressane et al., 2024) mencatat adanya peningkatan capaian akademik melalui penyesuaian materi secara otomatis. Namun demikian, konteks penelitian mereka sebagian besar berada di sekolah-sekolah dengan fasilitas teknologi yang baik, sehingga kurang merepresentasikan kondisi pendidikan di daerah dengan keterbatasan sumber daya (Khandokar Tazina Islam, 2024). Studi tentang penerapan sistem serupa di wilayah 3T masih terbatas, baik dari segi kuantitas maupun kedalaman analisis, meskipun tantangan sosial, budaya, dan infrastruktur di daerah-daerah tersebut sangat mempengaruhi keberhasilan inovasi teknologi Pendidikan (Khandokar Tazina Islam, 2024).

Untuk memahami lebih jauh penerimaan teknologi dalam pendidikan, model konseptual seperti Technology Acceptance Model (TAM) menjadi penting (Kong, Yang, et al., 2024). (Thi Uyen Nguyen et al., 2024) mengemukakan bahwa persepsi tentang kemudahan penggunaan dan manfaat teknologi menjadi faktor utama dalam proses adopsi teknologi baru. Di sisi lain, teori Digital Divide (Olanrewaju

et al., 2021) menjelaskan bahwa kesenjangan dalam akses, kemampuan, dan penggunaan teknologi antara kelompok masyarakat yang berbeda dapat menciptakan ketimpangan baru dalam sektor pendidikan. Kedua pendekatan teoritis ini menawarkan kerangka analisis yang relevan untuk menelaah kesiapan, persepsi, dan hambatan adopsi AI-Driven Tutoring System di sekolah-sekolah wilayah 3T, yang tidak hanya dipengaruhi oleh faktor teknologi tetapi juga oleh dinamika sosial dan struktural local (Saad et al., 2025).

Penelitian ini berada pada titik temu antara inovasi teknologi dan keadilan akses pendidikan, dengan menempatkan konteks lokal sebagai elemen sentral dalam analisis (Ika Sari et al., 2024). Alih-alih hanya menilai performa teknis dari sistem AI, studi ini juga memperhatikan faktor sosial, budaya, dan kebijakan yang berperan dalam keberhasilan implementasinya (Berman et al., 2024). Di wilayah 3T, teknologi pendidikan yang tidak memperhitungkan kondisi lokal justru berisiko memperparah ketimpangan yang ada (Brown et al., 2024). Oleh karena itu, kajian yang menyentuh aspek kontekstual menjadi sangat penting agar AI tidak hanya menjadi alat bantu, tetapi juga solusi nyata dalam mendukung pemerataan pendidikan di Indonesia.

Hasil pencarian literatur ini mengindikasikan bahwa fokus utama penelitian terdahulu masih berkuat pada aspek teknis sistem AI, seperti akurasi algoritma dan efisiensi rekomendasi pembelajaran (Mardiono et al., 2020). Studi yang menggali bagaimana faktor kontekstual, termasuk kebijakan pendidikan, budaya lokal, dan kondisi geografis, mempengaruhi adopsi teknologi ini masih sangat jarang ditemukan, terutama di negara berkembang (Festus et al., 2025). Kondisi ini menandakan adanya gap penelitian yang signifikan dan sekaligus membuka ruang kontribusi baru bagi studi-studi berbasis konteks seperti yang diajukan dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menggali secara mendalam bagaimana peluang dan tantangan penerapan AI-Driven Tutoring System di sekolah-sekolah wilayah 3T, khususnya di kawasan Indonesia Timur. Fokus utama penelitian mencakup tiga aspek: persepsi dan kesiapan aktor pendidikan (guru dan siswa), kondisi infrastruktur dan teknologi yang tersedia, serta sejauh mana kebijakan pendidikan mendukung transformasi digital di wilayah tersebut. Pertanyaan-pertanyaan utama dalam penelitian ini meliputi: (1) Apa saja peluang strategis dalam implementasi AI-Driven Tutoring System di sekolah 3T? (2) Hambatan apa yang dihadapi dalam proses adopsinya? dan (3) Bagaimana kesiapan psikososial dan struktural dalam mendukung pemanfaatan sistem ini di lingkungan dengan keterbatasan sumber daya?

Dengan pendekatan *mixed methods* yang menggabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai dinamika adopsi teknologi AI dalam pendidikan di wilayah yang termarginalkan. Kebaruan (*novelty*) dari studi ini terletak pada pendekatan berbasis konteks lokal yang belum banyak dijelajahi dalam literatur teknologi pendidikan. Penelitian ini tidak hanya ingin menghasilkan rekomendasi berbasis data untuk perumusan kebijakan

yang inklusif, tetapi juga membangun landasan teoritis dan empiris untuk pengembangan teknologi pendidikan yang berkeadilan, relevan, dan kontekstual (Sulastrri et al., 2024).

II. METODOLOGI

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dengan desain sekuensial eksplanatori yang memadukan kekuatan data kuantitatif dan kualitatif dalam satu alur yang saling melengkapi. Tahap pertama diawali dengan pengumpulan data kuantitatif melalui survei untuk mengidentifikasi persepsi, kesiapan, serta hambatan yang dialami oleh guru dan siswa dalam menggunakan sistem pembelajaran berbasis AI di wilayah 3T. Hasil dari survei ini kemudian menjadi dasar dalam menyusun pertanyaan yang lebih mendalam pada tahap kualitatif melalui wawancara terfokus. Proses ini memungkinkan peneliti untuk menangkap dinamika yang mungkin tidak muncul secara eksplisit dalam data angka, seperti pengalaman personal, kendala operasional, dan bentuk adaptasi lokal terhadap keterbatasan infrastruktur. Pemilihan desain ini juga didasarkan pada tujuan utama penelitian yang tidak hanya ingin menjelaskan fenomena secara terukur, tetapi juga memahami konteks yang melatarbelakangi data tersebut agar solusi yang dirumuskan bersifat lebih aplikatif dan sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan. Dengan demikian, pendekatan ini memberikan landasan yang kuat untuk mengembangkan model adopsi teknologi yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga relevan secara sosial dan kultural bagi sekolah-sekolah yang berada di daerah tertinggal.

B. Populasi dan Sampel

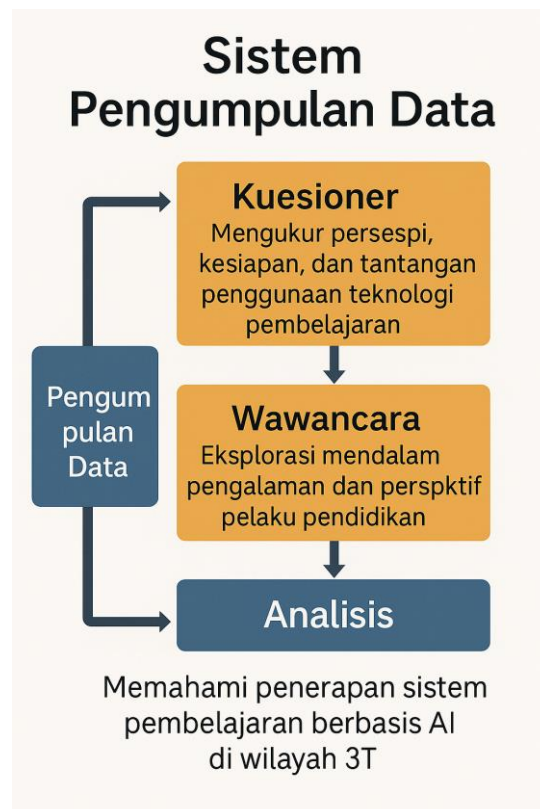
Populasi dalam penelitian ini mencakup guru dan siswa di tingkat pendidikan dasar dan menengah yang berada di wilayah 3T, dengan fokus pada sekolah-sekolah di Nusa Tenggara Timur dan Papua. Dari total 150 responden yang terlibat dalam tahap kuantitatif, sebanyak 94% merupakan guru dan 6% merupakan siswa. Pemilihan sampel dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan lokasi geografis, keterbatasan akses terhadap teknologi, serta kesiapan institusi pendidikan dalam mengeksplorasi sistem pembelajaran berbasis AI. Sementara itu, pada tahap kualitatif, terdapat 10 informan kunci yang terdiri atas kepala sekolah, guru senior, dan perwakilan otoritas pendidikan daerah. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh, baik dari sisi pelaksana teknis maupun pengambil kebijakan, dalam konteks pemanfaatan teknologi pendidikan di wilayah yang menghadapi hambatan digital struktural.

C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap untuk menangkap pemahaman yang utuh terhadap penerapan sistem pembelajaran berbasis AI di wilayah 3T. Tahap pertama dimulai dengan penyebaran kuesioner kepada responden terpilih untuk mengukur persepsi, kesiapan, dan kendala dalam penggunaan teknologi pembelajaran di lingkungan sekolah. Instrumen survei ini mencakup aspek pengalaman digital, akses terhadap perangkat, serta dukungan institusional. Setelah

hasil survei dianalisis, tahap berikutnya dilakukan melalui wawancara mendalam dengan sejumlah informan kunci yang dipilih karena keterlibatan langsung mereka dalam praktik pendidikan di daerah tersebut. Salah satu informan, Ibu Yuliana Lopo (2025), seorang kepala sekolah dasar di Kabupaten Belu, NTT, menyatakan bahwa “AI bisa sangat membantu kami, tapi kendalanya masih pada jaringan dan pelatihan guru yang belum merata.” Kutipan ini menunjukkan bahwa meskipun ada antusiasme terhadap pemanfaatan teknologi, hambatan struktural masih menjadi tantangan utama.

Data kuantitatif dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan inferensial untuk mengidentifikasi pola umum serta hubungan antar variabel, sementara data kualitatif dianalisis secara tematik dengan tahapan pengkodean dan klasifikasi isu, sehingga makna yang tersembunyi dalam narasi dapat diangkat dan dikaitkan dengan fokus utama penelitian. Pendekatan ini memungkinkan penggabungan data angka dan cerita lapangan secara saling melengkapi untuk menghasilkan analisis yang lebih menyeluruh. Gambar 1 berikut menyajikan kerangka pemikiran pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini. Diagram alur tersebut menggambarkan tahapan sistematis yang dimulai dari penyebaran kuesioner, dilanjutkan dengan wawancara mendalam, dan diakhiri dengan proses analisis. Setiap tahap dirancang untuk saling melengkapi guna memperoleh pemahaman yang menyeluruh mengenai penerapan AI-Driven Tutoring System dalam konteks pendidikan di wilayah 3T.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Pengumpulan Data pada Penelitian Sistem Pembelajaran Berbasis AI di Wilayah 3T

D. Software dan Tools yang Digunakan

Penelitian ini memanfaatkan beberapa perangkat lunak untuk menunjang analisis data secara efektif. Untuk data kuantitatif, digunakan SPSS sebagai alat utama dalam mengolah dan menganalisis hasil kuesioner, terutama untuk melihat pola respon dan hubungan antarvariabel. Dalam analisis kualitatif, NVivo digunakan untuk mengelola transkrip wawancara. Aplikasi ini membantu dalam proses pengkodean dan identifikasi tema yang muncul dari narasi para informan, sehingga makna yang tersembunyi bisa ditangkap secara lebih sistematis. Selain itu, Tableau dimanfaatkan untuk membuat visualisasi interaktif, seperti grafik dan peta sebaran, agar hasil analisis lebih mudah dipahami. Canva juga digunakan untuk menyusun infografik yang menyajikan kerangka solusi dan temuan utama secara ringkas dan visual.

E. Pengembangan Teori Solusi

Dari temuan awal yang diperoleh, dirancang sebuah kerangka konseptual untuk memahami faktor-faktor yang berperan dalam adopsi sistem pembelajaran berbasis AI di wilayah 3T. Kerangka ini menempatkan persepsi terhadap kemanfaatan teknologi sebagai titik awal, yang kemudian dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur dan dukungan lingkungan seperti kebijakan sekolah, ketersediaan pelatihan, serta partisipasi komunitas. Setiap elemen dalam model ini disusun secara dinamis agar mudah disesuaikan dengan variasi lokal, baik dari segi kebiasaan belajar, struktur kepemimpinan sekolah, maupun keterjangkauan teknologi. Proses penyusunannya dimulai dari hasil analisis kuantitatif mengenai tingkat kesiapan pengguna, lalu diperdalam melalui wawancara yang mengungkap kendala teknis serta strategi adaptasi yang dilakukan di lapangan. Sebagai contoh, salah satu guru di Nusa Tenggara Timur menyampaikan bahwa kendala listrik yang tidak stabil mendorong mereka menggunakan metode hybrid yang tetap memanfaatkan AI, namun secara terbatas dan bergantian di kelas. Temuan seperti ini menjadi dasar dalam membentuk kerangka solusi yang realistis dan kontekstual.

F. Implementasi Solusi

Berdasarkan integrasi data kuantitatif dan kualitatif, disusun sebuah model implementasi AI-Driven Tutoring System yang dirancang sesuai dengan kondisi nyata di wilayah 3T. Model ini menyarankan pendekatan bertahap, dimulai dari pelatihan guru berbasis praktik sederhana, diikuti pengenalan sistem secara terbatas dalam lingkungan belajar yang familiar. Untuk mengatasi keterbatasan konektivitas, sistem dirancang agar dapat berfungsi dalam mode semi-offline, dengan materi yang tersimpan secara lokal dan sinkronisasi berkala saat tersedia jaringan. Modul pelatihan dibuat dalam bentuk video singkat dan panduan interaktif yang dapat digunakan secara mandiri oleh guru maupun siswa. Rekomendasi kebijakan juga disusun untuk mendorong sekolah mencoba sistem ini melalui skema percontohan kecil, tanpa harus mengubah struktur pembelajaran secara drastis.

Sebagai bagian dari validasi awal, model ini telah diuji coba secara terbatas di tiga sekolah percontohan melalui simulasi penggunaan dan pelatihan terfokus. Umpan balik dikumpulkan dari guru dan kepala sekolah menggunakan lembar evaluasi terbuka dan wawancara singkat, yang memberikan masukan terkait kejelasan instruksi, kemudahan akses, serta tingkat keterlibatan siswa selama penggunaan sistem.

Di salah satu sekolah di Papua, kepala sekolah menyampaikan bahwa pendekatan semacam ini lebih realistis karena tidak membebani guru dengan teknologi yang belum dikuasai sepenuhnya, namun tetap membuka ruang adaptasi secara perlahan. Proses validasi ini bersifat formatif dan menjadi dasar untuk penyempurnaan model sebelum diimplementasikan dalam skala lebih luas. Gambar 2 menyajikan model implementasi sistem pembelajaran berbasis AI yang disesuaikan dengan kondisi geografis, infrastruktur, dan kapasitas pengguna di wilayah 3T. Model ini menekankan pendekatan bertahap, penggunaan mode semi-offline, serta dukungan pelatihan adaptif agar teknologi dapat diadopsi secara realistis dan berkelanjutan.



Gambar 2. Model Implementasi AI-Driven Tutoring System di Wilayah 3T

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil

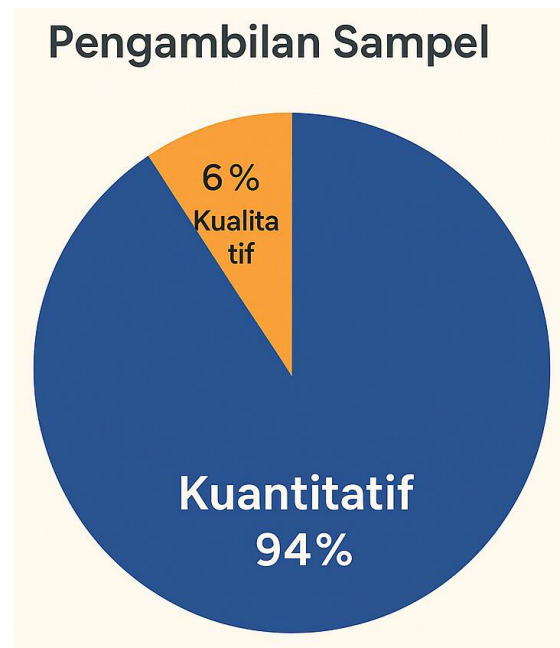
Studi ini mengungkap bahwa proses adopsi teknologi di sekolah-sekolah 3T tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan infrastruktur, tetapi juga oleh dinamika psikologis dan sosial di kalangan guru. Ditemukan beragam respons emosional, mulai dari antusiasme hingga kecemasan, yang berkorelasi dengan pengalaman teknologi sebelumnya dan persepsi terhadap tuntutan profesional. Faktor lingkungan sekolah dan keterbukaan terhadap perubahan turut menentukan kesiapan individu dalam menghadapi transformasi pembelajaran berbasis AI. Tabel 1 menyajikan rincian populasi dan sampel

dari dua tahap pengumpulan data: kuantitatif dan kualitatif. Sebanyak 150 responden berpartisipasi pada tahap kuantitatif, terdiri dari 141 guru dan 9 siswa, yang dipilih secara purposif dari sekolah dasar dan menengah pertama di wilayah 3T. Tahap kualitatif melibatkan sepuluh informan kunci, termasuk kepala sekolah dan pejabat pendidikan, yang memiliki peran langsung dalam implementasi teknologi. Analisis dilakukan menggunakan metode statistik deskriptif dan inferensial, serta pendekatan tematik untuk data kualitatif, guna memberikan gambaran menyeluruh mengenai kesiapan dan penerimaan teknologi AI di daerah dengan keterbatasan digital.

Tabel 1. Komposisi Populasi dan Sampel Penelitian

Jenis Responden / Informan	Jumlah (orang)	Persentase	Keterangan Pemilihan
Guru (kuantitatif)	141	94 %	Guru di SD & SMP wilayah 3T; dipilih berdasarkan lokasi terpencil, akses digital terbatas, dan kesiapan mencoba AI
Siswa (kuantitatif)	9	6 %	Siswa di sekolah yang sama; memenuhi kriteria keterhubungan dengan teknologi sekolah
Total Kuantitatif	150	100 %	Survei untuk mengukur persepsi, kesiapan, dan hambatan adopsi AI
Kepala Sekolah	4	-	Informan kunci tahap kualitatif untuk perspektif kebijakan sekolah
Guru Senior	3	-	Memberi wawasan operasional dan pengalaman lapangan
Perwakilan Dinas Pendidikan	3	-	Menjelaskan dukungan dan regulasi tingkat daerah
Total Kualitatif	10	-	Wawancara mendalam guna memperkaya konteks hasil survei

Berdasarkan Tabel 1, pendekatan purposif yang digunakan dalam pemilihan responden memberikan ruang untuk menangkap pengalaman dan pandangan dari aktor-aktor pendidikan yang secara langsung berinteraksi dengan tantangan pembelajaran di wilayah 3T. Keterwakilan guru sebagai mayoritas responden menjadi penting karena mereka berada di garis depan dalam menerapkan teknologi pembelajaran di tengah keterbatasan yang ada. Kehadiran siswa dalam proporsi yang lebih kecil tetap relevan, karena mereka adalah pengguna akhir dari sistem yang dikaji. Selain itu, informan kunci seperti kepala sekolah dan perwakilan dinas pendidikan turut memberi perspektif yang lebih strategis, terutama dalam memahami dinamika kebijakan dan kesiapan institusional. Gabungan dari dua pendekatan data ini, angka dan narasi, tidak hanya memperkuat validitas temuan, tetapi juga membantu membentuk pemahaman yang lebih utuh tentang bagaimana AI-Driven Tutoring System dapat diterapkan secara adaptif dan kontekstual di lingkungan pendidikan yang masih menghadapi keterbatasan infrastruktur dan sumber daya. Model pada Gambar 3 menggambarkan tahapan dan strategi implementasi sistem pembelajaran berbasis AI yang dirancang khusus untuk menjawab tantangan di wilayah 3T. Visualisasi ini membantu menjelaskan bagaimana pendekatan bertahap, dukungan kebijakan, dan penyesuaian teknologi dapat saling terintegrasi untuk menciptakan solusi pendidikan yang lebih inklusif dan realistis dalam konteks keterbatasan lokal.



Gambar 3. Strategi Bertahap Implementasi Sistem Pembelajaran Berbasis AI di Wilayah 3T

Untuk memperoleh gambaran yang utuh mengenai implementasi sistem pembelajaran berbasis AI di wilayah 3T, penelitian ini dirancang dengan pendekatan pengumpulan data secara bertahap dan komprehensif. Setiap tahap memiliki fokus yang berbeda namun saling melengkapi—dimulai dari pemetaan kondisi dan persepsi melalui survei, dilanjutkan dengan pendalaman narasi melalui wawancara, hingga integrasi data kuantitatif dan kualitatif guna menghasilkan sintesis yang bermakna. Strategi ini tidak hanya memungkinkan peneliti untuk menjangkau aspek teknis, tetapi juga menangkap dimensi sosial dan kultural yang melekat pada proses adopsi teknologi di konteks pendidikan yang terpinggirkan. Rincian tahapan dan proses analisis yang dilakukan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Pengumpulan dan Analisis Data dalam Penelitian AI-Driven Tutoring System di Wilayah 3T

Tahap	Metode	Tujuan	Instrumen/Prosedur	Analisis Data	Contoh Temuan Kunci
1. Survei Awal	Kuantitatif	Mengukur persepsi, kesiapan, dan kendala penggunaan teknologi pembelajaran	Kuesioner kepada responden terpilih (guru dan siswa), mencakup pengalaman digital, akses perangkat, dan dukungan institusional	Statistik deskriptif dan inferensial untuk menemukan pola umum dan hubungan antar variabel	Mayoritas guru menyatakan kurangnya pelatihan dan konektivitas internet sebagai hambatan utama
2. Wawancara Mendalam	Kualitatif	Menggali pemahaman mendalam dari aktor pendidikan terkait penerapan AI	Wawancara semi-terstruktur dengan informan kunci seperti kepala sekolah dan guru	Analisis tematik melalui pengkodean dan klasifikasi isu untuk mengangkat makna dari narasi lapangan	“AI bisa sangat membantu kami, tapi kendalanya masih pada jaringan dan pelatihan guru yang belum merata.” (Yuliana Lopo, 2025)

3. Sintesis Temuan	Pendekatan Mixed Methods (campuran)	Menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman menyeluruh	Integrasi hasil survei dan wawancara	Triangulasi data untuk memperkuat validitas dan kedalaman analisis terhadap implementasi AI di wilayah 3T	Kombinasi data menunjukkan antusiasme tinggi terhadap AI, namun dihadapkan pada keterbatasan struktural
--------------------	-------------------------------------	---	--------------------------------------	---	---

Tabel 2 menegaskan bahwa pendekatan bertahap dalam pengumpulan dan analisis data memungkinkan eksplorasi yang lebih dalam terhadap dinamika lapangan. Dengan diawali oleh survei kuantitatif, temuan awal mengenai hambatan teknis seperti keterbatasan pelatihan dan akses internet menjadi pintu masuk untuk penggalian kualitatif yang lebih kontekstual. Wawancara mendalam memperkaya pemahaman melalui suara-suara langsung dari pelaku pendidikan di daerah 3T, sementara proses sintesis mixed methods memperkuat validitas temuan melalui triangulasi data. Pendekatan ini menghasilkan pemahaman yang tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga reflektif terhadap realitas pendidikan di wilayah-wilayah yang sering kali tertinggal dalam transformasi digital.

Dalam penelitian yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, pemilihan perangkat lunak yang tepat menjadi faktor krusial untuk memastikan setiap jenis data dapat diolah dan dianalisis secara optimal. Beragam tools digunakan tidak hanya untuk mengolah data numerik dan naratif, tetapi juga untuk memvisualisasikan temuan secara menarik dan informatif. Setiap perangkat lunak dipilih berdasarkan kesesuaiannya dengan kebutuhan analisis di setiap tahapan penelitian, mulai dari pengolahan statistik hingga pembuatan infografik untuk penyampaian hasil yang lebih komunikatif. Rincian penggunaan software dan tools yang mendukung proses ini dijelaskan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Software dan Tools yang Digunakan dalam Penelitian

Nama Software/Tool	Fungsi Utama	Jenis Data yang Diolah	Keterangan Tambahan
SPSS	Mengolah dan menganalisis data kuantitatif, termasuk uji hubungan antarvariabel	Data kuantitatif (kuesioner)	Digunakan untuk analisis statistik deskriptif dan inferensial
NVivo	Mengelola dan menganalisis data kualitatif melalui pengkodean dan tematisasi	Data kualitatif (transkrip wawancara)	Membantu identifikasi tema naratif secara sistematis
Tableau	Membuat visualisasi interaktif seperti grafik, dashboard, dan peta sebaran	Gabungan data kuantitatif & kualitatif	Mempermudah interpretasi hasil dalam bentuk visual yang dinamis
Canva	Mendesain infografik dan visualisasi temuan secara ringkas dan komunikatif	Ringkasan hasil dan kerangka solusi	Digunakan untuk presentasi visual hasil temuan dan rekomendasi

Sebagaimana tercermin dalam Tabel 3, keberagaman software yang digunakan memungkinkan penelitian ini menjangkau berbagai dimensi data secara komprehensif. SPSS digunakan untuk memastikan hasil kuantitatif memiliki dasar statistik yang kuat, sementara NVivo memfasilitasi eksplorasi makna dari wawancara lapangan. Tableau kemudian mempermudah penyajian data dalam format visual interaktif, dan Canva mendukung komunikasi hasil secara ringkas dan menarik.

Kombinasi alat ini tidak hanya memperkuat kualitas analisis, tetapi juga mendorong keterbacaan temuan bagi pemangku kepentingan yang lebih luas.

Untuk memahami secara lebih menyeluruh bagaimana sistem pembelajaran berbasis AI dapat diadopsi secara efektif di wilayah 3T, diperlukan sebuah kerangka konseptual yang mampu menangkap berbagai faktor kunci yang memengaruhi proses tersebut. Kerangka ini tidak hanya berangkat dari teori, tetapi dibangun secara langsung dari hasil temuan di lapangan yang menggambarkan realitas dan tantangan khas yang dihadapi aktor pendidikan di daerah tertinggal. Dengan memadukan data kuantitatif dan kualitatif, kerangka ini disusun secara dinamis dan kontekstual agar tetap relevan dalam berbagai variasi kondisi lokal. Tabel 4 merangkum elemen-elemen utama yang menjadi dasar dalam perumusan kerangka konseptual tersebut.

Tabel 4. Kerangka Konseptual Adopsi Sistem Pembelajaran Berbasis AI di Wilayah 3T

Komponen Utama	Deskripsi	Sumber Temuan
Persepsi terhadap Manfaat	Tingkat keyakinan pengguna (guru/siswa) terhadap kemanfaatan AI dalam mendukung proses belajar-mengajar.	Hasil kuesioner dan wawancara
Infrastruktur Teknologi	Ketersediaan jaringan internet, perangkat, dan listrik yang memadai sebagai prasyarat penerapan teknologi AI.	Temuan lapangan (contoh: kendala listrik di NTT)
Dukungan Institusional	Kebijakan sekolah, pelatihan guru, serta peran kepala sekolah dalam memfasilitasi penerapan AI.	Wawancara dengan kepala sekolah dan guru
Partisipasi Komunitas	Keterlibatan orang tua, masyarakat lokal, dan tokoh adat dalam mendukung penggunaan teknologi dalam pendidikan.	Observasi kualitatif dan wawancara
Kesiapan Pengguna	Tingkat literasi digital, pengalaman sebelumnya dalam menggunakan teknologi, serta kemauan beradaptasi.	Survei kuantitatif
Strategi Adaptasi Lokal	Modifikasi implementasi sistem AI agar sesuai dengan kondisi setempat, seperti penggunaan hybrid learning secara bergilir akibat kendala listrik.	Narasi informan di daerah 3T (contoh guru di NTT)
Fleksibilitas Model	Kerangka dirancang dinamis agar dapat disesuaikan dengan variasi lokal (struktur sekolah, budaya belajar, dan tingkat akses teknologi).	Analisis integratif kuantitatif dan kualitatif

Tabel 4 menunjukkan bahwa keberhasilan adopsi sistem AI dalam pendidikan tidak hanya ditentukan oleh kesiapan teknologi, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh persepsi pengguna, dukungan institusional, dan keterlibatan komunitas. Selain itu, kemampuan untuk menyesuaikan strategi implementasi dengan konteks lokal menjadi aspek penting yang sering kali diabaikan dalam pendekatan teknologi yang bersifat top-down. Oleh karena itu, kerangka ini tidak hanya berfungsi sebagai panduan analitis, tetapi juga sebagai pijakan praktis bagi pengambil kebijakan dan pengembang sistem untuk merancang intervensi yang lebih inklusif, relevan, dan responsif terhadap kebutuhan nyata di wilayah 3T.

Berdasarkan sintesis temuan lapangan dan analisis integratif dari data kuantitatif serta kualitatif, penelitian ini merumuskan sebuah model implementasi sistem pembelajaran berbasis AI yang dirancang khusus untuk menjawab tantangan khas di wilayah 3T. Model ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mempertimbangkan aspek sosial, kultural, dan kebijakan pendidikan yang melekat pada konteks lokal. Prinsip utamanya adalah pendekatan bertahap, partisipatif, dan adaptif, sehingga mampu mendorong

adopsi teknologi tanpa membebani sekolah dengan perubahan drastis. Rincian dari elemen-elemen utama dalam model tersebut tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Model Implementasi AI-Driven Tutoring System di Wilayah 3T

Komponen Model	Deskripsi	Konteks/Tujuan
Pendekatan Bertahap	Dimulai dari pelatihan guru berbasis praktik sederhana, lalu pengenalan sistem AI secara terbatas di kelas.	Mengurangi resistensi dan meningkatkan kesiapan awal guru dan siswa.
Modul Pelatihan Praktis	Disediakan dalam bentuk video pendek dan panduan interaktif yang bisa diakses mandiri oleh guru dan siswa.	Mempermudah proses belajar teknologi secara fleksibel dan berkelanjutan.
Mode Semi-Offline	Sistem disesuaikan agar dapat berjalan dengan materi tersimpan lokal dan sinkronisasi dilakukan saat jaringan tersedia.	Mengatasi keterbatasan konektivitas internet di daerah 3T.
Lingkungan Belajar Familiar	Penggunaan AI dilakukan di dalam konteks pembelajaran yang sudah dikenal, tanpa mengubah struktur secara drastis.	Meningkatkan kenyamanan dan keterlibatan pengguna di tahap awal implementasi.
Skema Percontohan Sekolah	Mendorong sekolah mengadopsi sistem ini melalui pilot project kecil dengan dukungan teknis minimal.	Memberikan ruang eksperimen tanpa beban administratif besar.
Keterlibatan Pemangku Kepentingan Lokal	Melibatkan kepala sekolah, guru, dan tokoh komunitas dalam proses adaptasi dan evaluasi.	Meningkatkan legitimasi dan dukungan sosial terhadap inovasi teknologi.
Penyesuaian Kontekstual	Rekomendasi disusun berdasarkan realitas lokal, seperti testimoni kepala sekolah di Papua yang menilai pendekatan bertahap lebih realistis.	Menjamin keberlanjutan dan relevansi model terhadap kondisi geografis dan sosial.

Tabel 5 menggambarkan bahwa keberhasilan adopsi AI dalam pendidikan di wilayah 3T sangat bergantung pada strategi yang kontekstual dan berorientasi pada pengguna. Pelatihan yang mudah diakses, penggunaan sistem semi-offline, serta pengenalan teknologi dalam lingkungan belajar yang sudah familiar menjadi faktor kunci yang mendukung penerimaan awal. Dengan melibatkan pemangku kepentingan lokal dan menyusun skema percontohan yang ringan secara administratif, model ini memberikan ruang bagi sekolah untuk beradaptasi secara alami. Lebih dari sekadar solusi teknologi, model ini dirancang sebagai jembatan antara inovasi dan realitas pendidikan di daerah tertinggal.

Diskusi

Temuan utama dari penelitian ini menunjukkan bahwa antusiasme terhadap sistem pembelajaran berbasis AI cukup tinggi di wilayah 3T, namun realisasinya masih dihadapkan pada hambatan struktural yang kompleks. Keterbatasan infrastruktur digital, minimnya pelatihan teknologi, serta akses yang tidak merata terhadap perangkat pembelajaran menjadi penghalang utama dalam adopsi teknologi ini secara luas. Hasil ini menjawab secara langsung pertanyaan penelitian terkait kesiapan dan persepsi aktor pendidikan, sekaligus menegaskan pentingnya pendekatan bertahap yang mengedepankan pelatihan praktis dan pemanfaatan sistem semi-offline agar tetap relevan dengan kondisi geografis dan sosial yang penuh keterbatasan.

Dalam konteks literatur global, hasil ini sejalan dengan temuan dari UNESCO (2022) yang menekankan bahwa keberhasilan integrasi teknologi di wilayah marginal sangat bergantung pada kesiapan ekosistem lokal dan kemampuan adaptasi berbasis komunitas. Selain itu, dibandingkan dengan model-model

implementasi teknologi di wilayah urban atau negara maju, model yang dikembangkan dalam studi ini memerlukan penyesuaian struktural agar lebih realistis diterapkan di daerah 3T yang lebih terpencil, terutama yang belum tersentuh oleh infrastruktur dasar seperti listrik stabil dan koneksi internet. Oleh karena itu, perancangan sistem yang modular, ringan secara teknis, dan fleksibel terhadap lingkungan menjadi kebutuhan mutlak dalam mendorong keberlanjutan penggunaan AI dalam konteks tersebut.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi penting dalam memperkaya literatur yang selama ini banyak berfokus pada konteks urban dan wilayah dengan infrastruktur memadai. Temuan ini menguatkan pandangan (Astuti et al., 2025) tentang pentingnya adaptasi teknologi terhadap konteks lokal, serta mendukung argumen (Gandolfi et al., 2021) mengenai peran strategis komunitas dalam meningkatkan adopsi teknologi pendidikan. Sebaliknya, hasil studi ini juga membantah asumsi yang dikemukakan oleh (Palmié et al., 2022), yang menyatakan bahwa AI hanya efektif jika diterapkan dalam ekosistem digital yang matang. Justru, penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi desain berbasis kebutuhan lokal dapat menjadi alternatif solusi yang aplikatif dan inklusif.

Dalam kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM), hasil studi ini mengindikasikan bahwa persepsi kegunaan (*perceived usefulness*) cukup tinggi, tetapi persepsi kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*) masih terhambat oleh keterbatasan keterampilan digital guru serta kompleksitas sistem yang belum sepenuhnya disesuaikan dengan realitas lapangan. Sementara itu, dari perspektif *Digital Divide*, terlihat jelas adanya kesenjangan bukan hanya dalam hal akses teknologi, tetapi juga dalam aspek literasi digital dan dukungan kebijakan. Dengan demikian, implementasi AI-Driven Tutoring System di wilayah 3T tidak hanya membutuhkan intervensi teknologi, tetapi juga pendekatan yang memperhatikan ketimpangan struktural dan sosial yang menjadi konteks dari kesenjangan digital tersebut.

Meskipun demikian, studi ini memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan. Belum terduga secara mendalam bagaimana perbedaan sosial-budaya antarwilayah memengaruhi strategi adaptasi pengguna terhadap teknologi AI, khususnya di antara guru dan siswa. Selain itu, keterbatasan waktu dalam proses penelitian menyebabkan belum terlihat dampak jangka panjang dari penggunaan AI terhadap capaian belajar siswa maupun terhadap dinamika relasi antara pendidik dan teknologi di ruang kelas. Pertanyaan-pertanyaan seperti ini masih menyisakan ruang eksplorasi yang lebih luas dan mendalam.

Hasil yang diperoleh membuka kemungkinan untuk diperluas ke level kebijakan yang lebih makro. Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah daerah, penyedia layanan teknologi, dan komunitas pendidikan lokal berpotensi menciptakan model implementasi AI yang lebih berkelanjutan dan kontekstual. Selain itu, pendekatan yang menggabungkan AI dengan praktik pembelajaran berbasis komunitas dinilai mampu menjembatani kesenjangan pendidikan secara lebih humanistik, terutama di wilayah-wilayah yang secara geografis terpinggirkan.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa *AI-Driven Tutoring System* memiliki potensi strategis dalam menjawab tantangan pendidikan di wilayah 3T, terutama terkait keterbatasan tenaga pendidik dan keterjangkauan pembelajaran. Namun, keberhasilannya sangat bergantung pada kesesuaian desain

dengan kondisi lokal, keberlanjutan pelatihan, serta responsivitas institusi terhadap dinamika kebutuhan di lapangan. Melalui pendekatan *mixed methods*, penelitian ini berhasil menyusun gambaran yang lebih utuh mengenai potensi dan kendala implementasi AI dalam konteks pendidikan yang belum banyak terjangkau oleh teknologi.

Dengan menggabungkan data statistik dan narasi dari praktik nyata, studi ini juga memperkuat landasan untuk pengembangan strategi adopsi teknologi yang tidak hanya mengedepankan efisiensi, tetapi juga menjunjung keadilan akses dan keberpihakan sosial. Dalam konteks pendidikan di wilayah 3T, kehadiran AI bukan sekadar alat bantu, melainkan bagian dari transformasi sistem pembelajaran menuju bentuk yang lebih adaptif, relevan, dan berkelanjutan.

Saran Penelitian Masa Depan:

1. Studi lanjutan sebaiknya mengeksplorasi variasi adopsi teknologi AI di antara berbagai latar budaya lokal di wilayah 3T.
2. Perlu dilakukan penelitian longitudinal untuk mengamati dampak jangka panjang dari AI terhadap hasil akademik dan perubahan pedagogi.
3. Kajian interdisipliner yang menggabungkan bidang teknologi, pendidikan, dan antropologi lokal akan memperkaya pemahaman terhadap dinamika adopsi AI.
4. Disarankan adanya uji coba sistem AI-Driven Tutoring secara langsung melalui program percontohan yang dikoordinasikan oleh pemerintah daerah atau lembaga nonformal.
5. Pengembangan perangkat AI dengan fitur adaptif berbasis bahasa daerah juga menjadi peluang untuk meningkatkan relevansi dan keterlibatan pengguna lokal.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengungkap bahwa pemanfaatan AI-Driven Tutoring System memiliki potensi signifikan dalam mendukung proses pembelajaran di wilayah 3T, terutama dalam menjawab tantangan kekurangan tenaga pengajar dan keterbatasan akses terhadap materi ajar yang berkualitas. Melalui pendekatan *mixed methods*, diperoleh gambaran bahwa meskipun antusiasme terhadap teknologi cukup tinggi di kalangan pendidik dan peserta didik, proses adopsi sistem ini masih menghadapi sejumlah hambatan, terutama yang berkaitan dengan keterbatasan infrastruktur digital, kesenjangan kapasitas guru dalam memanfaatkan teknologi, dan belum terbangunnya kerangka kebijakan yang secara konsisten mendukung transformasi digital di sekolah-sekolah terpencil.

Model implementasi bertahap yang ditawarkan dalam penelitian ini, termasuk opsi sistem semi-offline dan pendekatan pelatihan berbasis praktik, menunjukkan fleksibilitasnya untuk disesuaikan dengan realitas pendidikan yang sangat beragam di wilayah 3T. Pendekatan tersebut sekaligus menunjukkan bahwa keberhasilan adopsi AI dalam pendidikan bukan hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada kesesuaian strategi pelibatan pengguna serta penguatan peran institusi lokal sebagai agen perubahan.

Secara teoritis, penelitian ini memperluas pemahaman terhadap dinamika adopsi teknologi pendidikan berbasis AI dengan mengacu pada Technology Acceptance Model dan prinsip keadilan akses. Kontribusi ini penting untuk menjembatani diskursus global tentang transformasi pendidikan digital dengan kenyataan yang dihadapi di wilayah-wilayah dengan keterbatasan sistemik. Dari sisi praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan pijakan untuk menyusun kebijakan intervensi yang lebih kontekstual, misalnya dengan mendorong integrasi program pelatihan AI ke dalam kurikulum pengembangan profesional guru, serta memperkuat dukungan logistik dan teknis di wilayah-wilayah tertinggal secara terencana dan bertahap.

Namun, terdapat sejumlah keterbatasan yang patut dicermati. Cakupan wilayah yang relatif sempit dan keterbatasan waktu pengamatan mengakibatkan belum tergambarinya dinamika sosial maupun perubahan struktural yang mungkin muncul dalam jangka panjang. Selain itu, studi ini belum mengeksplorasi aspek interaksi antaraktor dalam sistem pendidikan, seperti relasi antara guru, siswa, orang tua, dan pihak eksternal dalam membentuk ekosistem digital yang berdaya tahan. Untuk itu, riset lanjutan disarankan mengadopsi pendekatan yang lebih transdisipliner dan multisisus, serta memfokuskan diri pada pengembangan model partisipatif yang melibatkan pemangku kepentingan lokal sejak tahap perancangan hingga implementasi. Studi mendatang juga perlu mempertimbangkan integrasi kecerdasan buatan dengan nilai-nilai lokal dan kearifan budaya setempat agar teknologi benar-benar menjadi alat pemerdekaan belajar, bukan sekadar instrumen teknis yang asing dari konteks sosial siswa.

REFERENSI

- Astuti, S. J. W., Suindyah Dwiningwarni, S., & Atmojo, S. (2025). Modeling environmental interactions and collaborative interventions for childhood stunting: A case from Indonesia. *Dialogues in Health*, 6(January), 100206. <https://doi.org/10.1016/j.dialog.2025.100206>
- Bakhtiari, V., Piadeh, F., Behzadian, K., & Kapelan, Z. (2023). A critical review for the application of cutting-edge digital visualisation technologies for effective urban flood risk management. *Sustainable Cities and Society*, 99, 104958. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104958>
- Barra, C., Grimaldi, M., Muazzam, A., Troisi, O., & Visvizi, A. (2024). Digital divide, gender gap, and entrepreneurial orientation: How to foster technology adoption among Pakistani higher education students? *Socio-Economic Planning Sciences*, 93, 101904. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101904>
- Berman, A., de Fine Licht, K., & Carlsson, V. (2024). Trustworthy AI in the public sector: An empirical analysis of a Swedish labor market decision-support system. *Technology in Society*, 76(January), 102471. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102471>
- Bressane, A., Zwirn, D., Essiptchouk, A., Saraiva, A. C. V., Carvalho, F. L. de C., Formiga, J. K. S., Medeiros, L. C. de C., & Negri, R. G. (2024). Understanding the role of study strategies and learning disabilities on student academic performance to enhance educational approaches: A proposal using artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100196. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100196>
- Brown, H., Gao, N., & Song, W. (2024). Regional trends in mental health inequalities in young people

- aged 16–25 in the UK and the role of cuts to local government expenditure: Repeated cross-sectional analysis using the British household panel Survey/UK household longitudinal survey. *Social Science and Medicine*, 353, 117068. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.117068>
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., Bilyatdinova, A., Chassignol, M., Khoroshavin, A., & Klimova, A. (2018). ScienceDirect ScienceDirect Artificial Intelligence trends in Conference education : a narrative overview Artificial Intelligence trends in education : a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>
- Diwan, C., Srinivasa, S., Suri, G., Agarwal, S., & Ram, P. (2023). AI-based learning content generation and learning pathway augmentation to increase learner engagement. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100110. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100110>
- Festus, O. O., Emmanuel, O. B., Festus, O. O., & Emmanuel, O. B. (2025). AI-Driven Strategies for Enhancing MSME Sales and Business Sustainability in the Digital E. *Language, Technology, and Social Media*, 3(1), 30–45. <https://doi.org/10.70211/ltsm.v3i1.115>
- Gandolfi, E., Ferdig, R. E., & Kratoski, A. (2021). A new educational normal an intersectionality-led exploration of education, learning technologies, and diversity during COVID-19. *Technology in Society*, 66(January), 101637. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101637>
- Ika Sari, G., Winasis, S., Pratiwi, I., Wildan Nuryanto, U., & Basrowi. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences and Humanities Open*, 10(May), 101100. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101100>
- Islam, U., Raden, N., Lampung, I., Lampung, K. B., Razaq, M. A., Saraswati, R., Sa, N., & Yusliwidaka, A. (2025). *Constitutional Guarantees and Justice in Indonesia ' s Poverty Alleviation Programs (2014 – 2024)*. <https://doi.org/10.24042/as-siyasi.v5i1.26369>
- Kanchon, M. K. H., Sadman, M., Nabila, K. F., Tarannum, R., & Khan, R. (2024). Enhancing personalized learning: AI-driven identification of learning styles and content modification strategies. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 5(February), 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2024.06.002>
- Khandokar Tazina Islam, M. J. A. * D. (2024). Inclusive Higher Educational Opportunity and Environments to Achieve SDG4 in Bangladesh: Lessons from Japan. *International Journal of Educational Research Open*, 6, 100317. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100317>
- Khaq, Z. D., Subroto, V. K., & Susanto, E. (2024). *AI-Driven Strategies for Enhancing MSME Sales and Business Sustainability in the Digital Era*. 3(2), 180–194. <https://doi.org/10.51903/jmi.v3i2.28>
- Kong, S. C., Cheung, M. Y. W., & Tsang, O. (2024). Developing an artificial intelligence literacy framework: Evaluation of a literacy course for senior secondary students using a project-based learning approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100214. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100214>
- Kong, S. C., Yang, Y., & Hou, C. (2024). Examining teachers' behavioural intention of using generative artificial intelligence tools for teaching and learning based on the extended technology acceptance model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100328. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100328>
- Mardiono, I., Marwan, & Abror. (2020). *Strategy to Improve the Quality of Education in Semen Padang*.

3(5), 759–769. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200305.105>

- Olanrewaju, G. S., Adebayo, S. B., Omotosho, A. Y., & Olajide, C. F. (2021). Left behind? The effects of digital gaps on e-learning in rural secondary schools and remote communities across Nigeria during the COVID19 pandemic. *International Journal of Educational Research Open*, 2, 100092. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100092>
- Palmié, M., Miehé, L., Oghazi, P., Parida, V., & Wincent, J. (2022). The evolution of the digital service ecosystem and digital business model innovation in retail: The emergence of meta-ecosystems and the value of physical interactions. *Technological Forecasting and Social Change*, 177, 121496. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121496>
- Popa, I., Ștefan, S. C., Olariu, A. A., & Popa, Ștefan C. (2024). Integrating digitalization opportunities into innovative public organizations' management process. *Journal of Innovation and Knowledge*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100564>
- Saad, S., Ramli, Z., Sarmila, M. S., Nor, M., & Ali, S. (2025). Exploring the Adoption of AI-Driven Adaptive Learning in Higher Education : A Multidimensional TAM Perspective. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 15(5), 1011–1025. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v15-i5/25487>
- Sari, H. E., Tumanggor, B., & Efron, D. (2024). Improving Educational Outcomes Through Adaptive Learning Systems using AI. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 3(1), 21–31. <https://doi.org/10.33050/italic.v3i1.647>
- Sulastri, R., Janssen, M., van de Poel, I., & Ding, A. (2024). Transforming towards inclusion-by-design: Information system design principles shaping data-driven financial inclusiveness. *Government Information Quarterly*, 41(4), 101979. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101979>
- Susilo, B. W., & Susanto, E. (2024). Employing Artificial Intelligence in Management Information Systems to Improve Business Efficiency. *Journal of Management and Informatics*, 3(2), 212–229. <https://doi.org/10.51903/jmi.v3i2.30>
- Tartaruga, I., Sperotto, F., & Carvalho, L. (2024). Addressing inclusion, innovation, and sustainability challenges through the lens of economic geography: Introducing the hierarchical regional innovation system. *Geography and Sustainability*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.10.002>
- Thi Uyen Nguyen, T., Van Nguyen, P., Thi Ngoc Huynh, H., Truong, G. Q., & Do, L. (2024). Unlocking e-government adoption: Exploring the role of perceived usefulness, ease of use, trust, and social media engagement in Vietnam. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(2), 100291. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100291>
- Van de Werfhorst, H. G., Kessenich, E., & Geven, S. (2022). The digital divide in online education: Inequality in digital readiness of students and schools. *Computers and Education Open*, 3, 100100. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100100>