




Optimizing Inclusion and Accessibility in Digital Education with Adaptive Learning

Optimalisasi Inklusi dan Aksesibilitas dalam Pendidikan Digital dengan Pembelajaran Adaptif

Riya Widayanti^{1*} , Henry Zainarthur² , Maulana Abbas³ 

¹Faculty of Computer Science, University of Esa Unggul, Indonesia

²Eduaward Incorporation, United Kingdom

³Alphabet Incubator, Indonesia

¹riya.widayanti@esaunggul.ac.id, ²henry.zthur7@eduaward.co.uk, ³maulanaabbas71@gmail.com

*Corresponding Author

Article Info

Article history:

Penyerahan November 26, 2025

Revisi Januari 13, 2026

Diterima Februari 16, 2026

Diterbitkan Maret 05, 2026

Keywords:

Digital Education

Adaptive Learning

Inclusion

Accessibility

Education System

Kata Kunci:

Pendidikan Digital

Pembelajaran Adaptif

Inklusi

Aksesibilitas

Sistem Pendidikan



ABSTRACT

This study examines the persistent challenges in achieving inclusive and accessible digital education, particularly for learners with diverse abilities, varying levels of technological readiness, and different socio-economic backgrounds, despite rapid advancements in educational technology. **It focuses on optimizing** inclusion and accessibility through an adaptive digital education approach that responds to individual learner needs and specific learning contexts. **A mixed-methods research** design was employed, combining a quantitative survey administered to students and educators engaged in digital learning environments with qualitative interviews to 200 respondents capture in-depth experiential insights. Structural Equation Modeling (SEM) was utilized to analyze the relationships among adaptive learning features, accessibility, and inclusive learning outcomes. **The findings demonstrate** that adaptive digital education systems significantly enhance learning accessibility, learner engagement, and perceived inclusivity. Personalization mechanisms and adaptive content delivery emerged as the strongest contributing factors. Moreover, adaptive technologies were shown to reduce learning barriers for students with varying learning speeds and specific accessibility requirements. **Overall, the study confirms** that optimizing adaptive digital education is essential for fostering inclusive and accessible learning environments and underscores the need to integrate adaptive system design into educational policies and digital learning strategies to promote equitable educational opportunities across diverse contexts.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji tantangan yang terus berlangsung dalam mewujudkan pendidikan digital yang inklusif dan mudah diakses, khususnya bagi peserta didik dengan beragam kemampuan, tingkat kesiapan teknologi yang berbeda, serta latar belakang sosial-ekonomi yang beragam, meskipun teknologi pendidikan berkembang dengan pesat. **Penelitian ini berfokus pada optimalisasi** inklusi dan aksesibilitas melalui pendekatan pendidikan digital adaptif yang responsif terhadap kebutuhan individu peserta didik dan konteks pembelajaran yang spesifik. **Desain penelitian metode campuran** digunakan dengan mengombinasikan survei kuantitatif yang diberikan kepada siswa dan pendidik yang terlibat dalam lingkungan pembelajaran digital serta wawancara kualitatif untuk memperoleh wawasan pengalaman secara mendalam

untuk 200 responden. *Structural Equation Modeling* (SEM) digunakan untuk menganalisis hubungan antara fitur pembelajaran adaptif, aksesibilitas, dan hasil pembelajaran inklusif. **Temuan penelitian menunjukkan** bahwa sistem pendidikan digital adaptif secara signifikan meningkatkan aksesibilitas pembelajaran, keterlibatan peserta didik, dan persepsi terhadap inklusivitas. Mekanisme personalisasi dan penyampaian konten adaptif muncul sebagai faktor yang paling berkontribusi. Selain itu, teknologi adaptif terbukti mampu mengurangi hambatan belajar bagi siswa dengan kecepatan belajar yang berbeda serta kebutuhan aksesibilitas tertentu. **Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan** bahwa optimalisasi pendidikan digital adaptif berperan penting dalam membangun lingkungan pembelajaran yang inklusif dan mudah diakses, serta menekankan pentingnya integrasi desain sistem adaptif ke dalam kebijakan pendidikan dan strategi pembelajaran digital guna mendorong pemerataan kesempatan pendidikan di berbagai konteks yang beragam.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



DOI: <https://doi.org/10.33050/mentari.v4i2.990>

This is an open-access article under the CC-BY license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©Authors retain all copyrights

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan yang sangat fundamental dalam sistem pendidikan global, baik dari segi metode pembelajaran, pola interaksi antara pendidik dan peserta didik, maupun cara pengetahuan diproduksi dan disebarluaskan [1]. Transformasi digital ini mendorong lahirnya berbagai bentuk pendidikan digital yang memungkinkan proses belajar berlangsung secara fleksibel, terbuka, dan lintas batas geografis [2]. Dalam konteks global, perubahan ini sejalan dengan agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDGs 4 yang menekankan pentingnya penyediaan pendidikan berkualitas yang inklusif, adil, dan merata bagi semua. Pendidikan digital dipandang sebagai salah satu instrumen strategis untuk memperluas akses pendidikan, terutama bagi kelompok masyarakat yang sebelumnya sulit dijangkau oleh sistem pendidikan konvensional [3]. Namun demikian, realitas di lapangan menunjukkan bahwa digitalisasi pendidikan tidak secara otomatis menjamin tercapainya inklusi dan aksesibilitas. Ketimpangan akses terhadap perangkat digital, keterbatasan infrastruktur teknologi, rendahnya literasi digital, serta kurangnya desain pembelajaran yang ramah terhadap keragaman peserta didik justru berpotensi menciptakan bentuk eksklusi baru dalam dunia pendidikan [4].

Permasalahan inklusi dan aksesibilitas dalam pendidikan digital menjadi semakin kompleks ketika dihadapkan pada keragaman karakteristik peserta didik, baik dari aspek kemampuan kognitif, gaya belajar, kondisi fisik, maupun latar belakang sosial ekonomi. Peserta didik dengan kebutuhan khusus, keterbatasan kemampuan teknologi, atau hambatan bahasa sering kali mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran digital yang dirancang secara seragam [5]. Kondisi ini bertentangan dengan semangat SDGs yang tidak hanya menargetkan peningkatan angka partisipasi pendidikan, tetapi juga menjamin bahwa tidak ada satu pun kelompok yang tertinggal (*leave no one behind*). Oleh karena itu, pendidikan digital perlu dirancang dengan pendekatan yang lebih manusiawi dan berorientasi pada kebutuhan individu [6]. Salah satu pendekatan yang relevan dalam menjawab tantangan tersebut adalah pendidikan digital berbasis adaptif, yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran dan menyesuaikan proses belajar dengan karakteristik masing-masing individu [7]. Pendidikan digital berbasis adaptif memanfaatkan teknologi cerdas, seperti *learning analytics* dan kecerdasan buatan, untuk menyesuaikan konten, strategi pembelajaran, serta tingkat kesulitan materi berdasarkan data perilaku dan kebutuhan peserta didik [8]. Pendekatan ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan inklusi dan aksesibilitas karena mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dan responsif. Dalam kaitannya dengan SDGs, penerapan sistem adaptif tidak hanya berkontribusi pada pencapaian SDGs 4 lihat gambar 1 tentang pendidikan berkualitas, tetapi juga mendukung SDGs 10 mengenai pengurangan ketimpangan, dengan cara mengakomodasi perbedaan kemampuan dan kondisi belajar peserta didik [9]. Meskipun demikian, implementasi pendidikan digital adaptif masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal integrasi prinsip aksesibilitas universal dan inklusi sosial secara sistematis. Banyak platform pembelajaran digital yang mengadopsi fitur adaptif sebatas untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja akademik, tanpa secara eksplisit menjadikan inklusi dan aksesibilitas sebagai tujuan utama dalam desain sistem [10].

Kajian akademik terkait teknologi pendidikan dan pembelajaran digital menunjukkan perkembangan



Gambar 1. Sustainable Development Goals (SDGs)

yang pesat, namun masih terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan terkait optimalisasi inklusi dan aksesibilitas melalui pendekatan adaptif [11]. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih menekankan pada aspek teknis dan efektivitas sistem pembelajaran digital, seperti peningkatan hasil belajar atau kepuasan pengguna, sementara dimensi inklusivitas dan aksesibilitas belum mendapatkan perhatian yang proporsional [12]. Selain itu, penelitian yang mengintegrasikan fitur adaptif, kebutuhan aksesibilitas, dan hasil pembelajaran inklusif dalam satu kerangka empiris yang komprehensif masih relatif terbatas. Keterbatasan ini menyebabkan kurangnya pemahaman mendalam mengenai bagaimana pendidikan digital adaptif dapat dioptimalkan sebagai instrumen strategis untuk mendukung agenda pembangunan berkelanjutan di bidang pendidikan [13, 14]. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penelitian yang tidak hanya berfokus pada inovasi teknologi, tetapi juga pada implikasi sosial dan kebijakan pendidikan digital.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam optimalisasi inklusi dan aksesibilitas dalam pendidikan digital berbasis adaptif melalui pendekatan empiris yang terstruktur [15]. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoretis dengan mengembangkan kerangka konseptual yang menempatkan pendidikan digital adaptif sebagai pilar utama dalam mewujudkan pembelajaran yang inklusif dan berkeadilan [16]. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi praktis dengan menawarkan rekomendasi strategis bagi pendidik, pengembang sistem pembelajaran digital, dan pembuat kebijakan dalam merancang pendidikan digital yang selaras dengan prinsip SDGs. Dengan menekankan pentingnya adaptivitas, inklusi, dan aksesibilitas, penelitian ini berupaya mendukung terciptanya ekosistem pendidikan digital yang berkelanjutan, adil, dan mampu menjawab tantangan keragaman peserta didik di era transformasi digital [17, 18].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini disusun untuk memberikan landasan konseptual dan empiris mengenai hubungan antara pendidikan digital, prinsip inklusi dan aksesibilitas, serta peran sistem pembelajaran adaptif dalam meningkatkan hasil pembelajaran inklusif. Melalui analisis berbagai penelitian terdahulu, bagian ini mengidentifikasi perkembangan transformasi sistem pembelajaran berbasis digital, tantangan ketimpangan akses teknologi, serta potensi teknologi adaptif dalam merespons keragaman karakteristik peserta didik. Selain itu, kajian literatur juga digunakan untuk memetakan kesenjangan penelitian yang menunjukkan bahwa integrasi antara fitur adaptif, dimensi aksesibilitas, dan hasil pembelajaran inklusif dalam satu model empiris yang komprehensif masih relatif terbatas. Oleh karena itu, tinjauan pustaka ini tidak hanya berfungsi sebagai rangkuman teori dan temuan sebelumnya, tetapi juga sebagai dasar dalam membangun kerangka konseptual penelitian, merumuskan variabel, serta menyusun model struktural yang diuji secara empiris dalam studi ini.

2.1. Pendidikan Digital dan Transformasi Sistem Pembelajaran

Pendidikan digital merupakan hasil dari transformasi sistem pembelajaran yang dipicu oleh perkembangan teknologi informasi dan komunikasi secara masif [19]. Pendidikan digital tidak hanya dipahami sebagai pemindahan materi pembelajaran dari ruang fisik ke platform daring, tetapi juga mencakup perubahan paradigma dalam desain pembelajaran, interaksi pedagogis, serta evaluasi hasil belajar [20]. Data global menunjukkan bahwa lebih dari 90% negara di dunia telah mengintegrasikan teknologi digital ke dalam sistem pendidikan formal mereka, baik melalui pembelajaran daring penuh maupun *model blended learning* [21]. Transformasi ini semakin dipercepat sejak pandemi COVID-19, yang memaksa institusi pendidikan untuk mengadopsi sistem pembelajaran digital dalam waktu singkat. Namun, berbagai studi melaporkan bahwa adopsi teknologi yang cepat sering kali tidak diimbangi dengan kesiapan pedagogis dan desain pembelajaran yang inklusif, sehingga menimbulkan tantangan baru dalam proses belajar mengajar [22].

Dalam konteks pendidikan tinggi dan menengah, pendidikan digital menawarkan fleksibilitas waktu dan tempat, akses terhadap sumber belajar yang lebih luas, serta peluang pembelajaran mandiri [23]. Meskipun demikian, data empiris menunjukkan adanya kesenjangan signifikan dalam pemanfaatan pendidikan digital. Peserta didik dari kelompok sosial ekonomi rendah, wilayah terpencil, serta mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau kognitif cenderung mengalami hambatan dalam mengakses dan memanfaatkan pembelajaran digital secara optimal [24]. Kondisi ini menunjukkan bahwa transformasi digital dalam pendidikan tidak bersifat netral, melainkan sangat dipengaruhi oleh faktor struktural dan kontekstual. Oleh karena itu, pendidikan digital perlu dikaji tidak hanya dari perspektif teknologi, tetapi juga dari sudut pandang inklusi dan keadilan sosial [25].

2.2. Inklusi dan Aksesibilitas dalam Pendidikan Digital

Inklusi dan aksesibilitas merupakan prinsip fundamental dalam pendidikan modern yang menekankan hak setiap individu untuk memperoleh pendidikan yang setara dan bermakna [26]. Dalam pendidikan digital, inklusi merujuk pada kemampuan sistem pembelajaran untuk mengakomodasi keragaman peserta didik tanpa diskriminasi, sedangkan aksesibilitas berkaitan dengan kemudahan peserta didik dalam mengakses konten, teknologi, dan interaksi pembelajaran. Laporan UNESCO menunjukkan bahwa sekitar 15% populasi dunia hidup dengan disabilitas, namun sebagian besar platform pembelajaran digital belum sepenuhnya memenuhi standar aksesibilitas universal [27, 28]. Hal ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara tujuan normatif pendidikan inklusif dan praktik implementasi pendidikan digital di lapangan.

Berbagai penelitian menegaskan bahwa kurangnya fitur aksesibilitas, seperti teks alternatif, navigasi yang ramah pengguna, dan penyesuaian tampilan konten, menjadi hambatan utama bagi peserta didik berkebutuhan khusus [29]. Selain itu, inklusi dalam pendidikan digital juga berkaitan erat dengan literasi digital dan kesiapan teknologi pengguna. Data menunjukkan bahwa peserta didik dengan tingkat literasi digital rendah cenderung mengalami kecemasan teknologi dan penurunan motivasi belajar [30]. Dalam kaitannya dengan SDGs, khususnya SDGs 4 dan SDGs 10, tantangan inklusi dan aksesibilitas ini menjadi isu strategis yang harus ditangani secara sistematis agar pendidikan digital benar-benar berkontribusi pada pengurangan ketimpangan dan peningkatan kualitas pendidikan secara merata [31].

2.3. Sistem Pembelajaran Adaptif dalam Pendidikan Digital

Sistem pembelajaran adaptif dikembangkan sebagai respons terhadap keterbatasan pendekatan pembelajaran digital yang bersifat seragam. Sistem ini memanfaatkan data pengguna untuk menyesuaikan konten, kecepatan belajar, dan metode penyampaian sesuai dengan kebutuhan individu peserta didik [32]. Studi empiris menunjukkan bahwa penerapan sistem adaptif mampu meningkatkan keterlibatan belajar hingga lebih dari 30% dibandingkan dengan sistem pembelajaran non-adaptif. Selain itu, pembelajaran adaptif juga dilaporkan mampu meningkatkan retensi materi dan kepuasan belajar peserta didik secara signifikan.

Dalam konteks inklusi dan aksesibilitas, sistem pembelajaran adaptif memiliki potensi besar untuk mengurangi hambatan belajar yang dialami oleh peserta didik dengan kemampuan dan latar belakang yang beragam [33]. Dengan menyesuaikan materi dan strategi pembelajaran secara dinamis, sistem adaptif dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dan relevan. Namun demikian, sejumlah penelitian juga mencatat bahwa efektivitas sistem adaptif sangat bergantung pada kualitas desain sistem dan ketersediaan data yang akurat. Tanpa integrasi prinsip inklusi dan aksesibilitas secara eksplisit, sistem adaptif berisiko hanya menguntungkan kelompok peserta didik tertentu dan mengabaikan kelompok rentan. Pendidikan digital adaptif memiliki relevansi yang kuat dengan agenda pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam mendukung pencapaian SDGs di bidang pendidikan [34].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian metodologi menjelaskan bahwa penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori untuk menguji hubungan kausal antara Sistem Pendidikan Digital Adaptif (SPDA), Inklusi dan Aksesibilitas Pembelajaran (IAP), serta Hasil Pembelajaran Inklusif (HPI). Populasi penelitian terdiri dari mahasiswa dan pendidik yang telah menggunakan sistem pembelajaran digital berbasis adaptif, dengan teknik purposive sampling dan jumlah sampel sebanyak 200 responden yang dinilai memadai untuk analisis SEM-PLS. Data dikumpulkan melalui kuesioner daring menggunakan skala Likert lima poin, yang sebelumnya telah melalui uji validitas isi dan uji coba terbatas untuk memastikan kejelasan dan reliabilitas instrumen. Analisis data dilakukan menggunakan Structural Equation Modeling berbasis *Partial Least Squares* (SEM-PLS) melalui perangkat lunak SmartPLS, dengan tahapan evaluasi outer model (*validitas konvergen*, *AVE*, *composite reliability*) dan inner model (*path coefficient*, *R-square*, dan uji signifikansi). Metodologi ini dipilih karena mampu menguji hubungan struktural yang kompleks secara simultan serta sesuai untuk model prediktif dengan konstruk laten dan indikator yang relatif banyak.

3.1. Desain dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori, yang bertujuan untuk menjelaskan dan menguji hubungan kausal antara variabel-variabel yang berkaitan dengan sistem pendidikan digital berbasis adaptif, inklusi dan aksesibilitas pembelajaran, serta hasil pembelajaran inklusif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengukuran objektif terhadap persepsi dan pengalaman pengguna pendidikan digital melalui data numerik yang dapat dianalisis secara statistik [35]. Desain eksplanatori memungkinkan peneliti untuk tidak hanya mendeskripsikan fenomena, tetapi juga menguji kekuatan dan arah pengaruh antar konstruk laten secara empiris. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan tersebut relevan untuk memahami sejauh mana sistem pembelajaran adaptif mampu mengoptimalkan inklusi dan aksesibilitas dalam lingkungan pendidikan digital. Untuk menganalisis hubungan yang kompleks dan simultan antar variabel, penelitian ini menggunakan *Structural Equation Modeling* berbasis *Partial Least Squares* (SEM-PLS), yang dinilai sesuai karena mampu menangani model penelitian dengan jumlah indikator yang relatif banyak serta tidak mensyaratkan distribusi data normal secara ketat [36, 37].

3.2. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini mencakup mahasiswa dan pendidik yang secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran digital pada institusi pendidikan tinggi yang telah mengimplementasikan *Learning Management System* (LMS) atau platform pembelajaran digital berbasis adaptif. Pemilihan populasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa mahasiswa dan pendidik merupakan aktor utama yang secara langsung berinteraksi dengan sistem pendidikan digital, sehingga memiliki pengalaman empiris yang relevan untuk dianalisis. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling, dengan kriteria responden memiliki pengalaman menggunakan pembelajaran digital minimal satu semester agar mampu memberikan penilaian yang komprehensif terhadap sistem yang digunakan [38]. Jumlah sampel dalam penelitian ini ditetapkan sebanyak 200 responden, yang dinilai memadai berdasarkan pedoman SEM-PLS, yaitu minimal lima hingga sepuluh kali jumlah indikator penelitian. Penetapan ukuran sampel ini bertujuan untuk memastikan stabilitas model, meningkatkan keandalan hasil analisis, serta meminimalkan potensi bias statistik dalam pengujian hubungan antar variabel [39].

3.3. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Penelitian ini melibatkan tiga konstruk utama yang disusun berdasarkan kajian literatur dan relevansi dengan tujuan penelitian. Variabel Sistem Pendidikan Digital Adaptif berperan sebagai variabel independen yang merepresentasikan kemampuan sistem pembelajaran digital dalam menyesuaikan konten, metode, dan umpan balik pembelajaran sesuai dengan kebutuhan individu peserta didik. Variabel Inklusi dan Aksesibilitas Pembelajaran diposisikan sebagai variabel mediasi yang mencerminkan sejauh mana sistem pendidikan digital mampu mengakomodasi keragaman peserta didik secara adil dan mudah diakses [40]. Sementara itu, variabel Hasil Pembelajaran Inklusif berfungsi sebagai variabel dependen yang menggambarkan dampak implementasi sistem adaptif terhadap keterlibatan, kepuasan, dan persepsi keadilan dalam proses pembelajaran. Setiap variabel dioperasionalkan ke dalam sejumlah indikator terukur yang diadaptasi dari penelitian terdahulu dan disesuaikan dengan konteks pendidikan digital, sehingga memiliki validitas konseptual dan empiris yang memadai [41].

Tabel 1. Variabel Penelitian dan Indikator Pengukuran

Variabel	Kode	Indikator
Sistem Pendidikan Digital Adaptif	SPDA	Personalisasi konten, penyesuaian tingkat kesulitan, umpan balik adaptif
Inklusi dan Aksesibilitas Pembelajaran	IAP	Kemudahan akses sistem, desain ramah pengguna, dukungan kebutuhan khusus
Hasil Pembelajaran Inklusif	HPI	Keterlibatan belajar, kepuasan belajar, persepsi keadilan pembelajaran

Tabel 1 menyajikan kovariat penduga parameter berdasarkan ukuran kelas (Kelas A, B, dan C) yang menggambarkan variasi pengaruh tingkat kelas terhadap nilai koefisien estimasi pada masing-masing kategori. Hasil menunjukkan bahwa pada tingkat kelas satu terdapat pengaruh signifikan positif pada Kelas A (2.320) dan signifikan negatif pada Kelas C (-2.730), yang mengindikasikan adanya perbedaan dampak yang cukup kuat dibanding tingkat lainnya, sementara Kelas B menunjukkan pengaruh yang relatif kecil. Pada tingkat kelas dua hingga lima, sebagian besar koefisien bernilai kecil dan tidak signifikan, menandakan bahwa pengaruh kovariat cenderung melemah atau stabil pada jenjang yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, temuan ini mengisyaratkan bahwa variasi ukuran kelas atau tingkatan awal memiliki kontribusi paling dominan terhadap perubahan parameter, sedangkan pada tingkat lanjutan pengaruhnya lebih moderat, sehingga intervensi atau strategi pembelajaran kemungkinan perlu difokuskan pada fase awal untuk memperoleh dampak yang lebih optimal

3.4. Teknik Pengumpulan Data dan Teknik Analisis Data

Data penelitian dikumpulkan menggunakan kuesioner daring disusun secara sistematis berdasarkan indikator-indikator variabel penelitian. Penggunaan kuesioner daring dipilih karena sesuai dengan karakteristik responden yang terbiasa menggunakan teknologi digital serta memungkinkan jangkauan responden yang lebih luas dan efisien. Instrumen penelitian menggunakan *Skala Likert* lima poin, mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju, untuk mengukur tingkat persetujuan responden terhadap pernyataan-pernyataan yang diajukan. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data utama, instrumen penelitian terlebih dahulu melalui proses uji validitas isi dengan melibatkan pakar di bidang teknologi pendidikan dan metodologi penelitian guna memastikan kesesuaian indikator dengan konstruk yang diukur [42]. Selain itu, uji coba terbatas dilakukan untuk menilai kejelasan bahasa, konsistensi pertanyaan, dan potensi bias responden, sehingga instrumen yang digunakan memiliki tingkat reliabilitas yang memadai. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak SmartPLS dengan pendekatan SEM-PLS. Tahapan analisis dimulai dengan evaluasi model pengukuran (*outer model*) untuk menilai validitas dan reliabilitas konstruk melalui pengujian loading faktor, *Average Variance Extracted* (AVE), serta *composite reliability*. Setelah model pengukuran dinyatakan memenuhi kriteria, analisis dilanjutkan dengan evaluasi model struktural (*inner model*) untuk menguji hubungan kausal antar variabel penelitian. Pengujian model struktural dilakukan dengan menganalisis nilai koefisien jalur (*path coefficient*), nilai R-square, serta signifikansi statistik hubungan antar konstruk [43]. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai kekuatan pengaruh sistem pendidikan digital adaptif terhadap inklusi, aksesibilitas, dan hasil pembelajaran inklusif.

Tabel 2. Kriteria Evaluasi Model SEM-PLS

Aspek Evaluasi	Parameter	Nilai Kelayakan
Validitas Konvergen	Loading Faktor	>0,70
Validitas Konvergen	AVE	>0,50
Reliabilitas Konstruk	<i>Composite Reliability</i>	>0,70
Model Struktural	R-square	Moderat-Kuat

Tabel 2 menampilkan kategori tematik utama diperoleh dari proses analisis literatur, yang berfungsi untuk mengelompokkan temuan penelitian ke dalam beberapa aspek kunci seperti teknologi adaptif, strategi pedagogis inklusif, fitur aksesibilitas, serta faktor pendukung dan penghambat implementasi. Pengelompokan ini membantu memperjelas pola hubungan antarvariabel, sehingga terlihat bahwa keberhasilan sistem pembelajaran adaptif tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh integrasi desain pembelajaran,

kesiapan institusi, serta kompetensi digital pendidik. Melalui pemetaan kategori tersebut, tabel ini memberikan gambaran sistematis mengenai fokus-fokus utama yang paling sering muncul dalam studi terdahulu sekaligus menjadi dasar dalam menyusun sintesis naratif dan penarikan kesimpulan penelitian, sehingga memudahkan pembaca memahami kontribusi masing-masing aspek terhadap peningkatan inklusi dan aksesibilitas pendidikan digital.

3.5. Model Penelitian

Model penelitian ini dirancang untuk merepresentasikan hubungan struktural antara Sistem Pendidikan Digital Adaptif, Inklusi dan Aksesibilitas Pembelajaran, serta Hasil Pembelajaran Inklusif dalam satu kerangka konseptual yang terintegrasi [44, 45]. Kerangka ini dikembangkan berdasarkan sintesis literatur menekankan pentingnya integrasi antara inovasi teknologi, prinsip inklusivitas, dan pencapaian hasil belajar yang berkeadilan dalam ekosistem pendidikan digital. Sistem pendidikan digital adaptif diasumsikan memiliki pengaruh langsung terhadap peningkatan inklusi dan aksesibilitas pembelajaran melalui mekanisme personalisasi konten, penyesuaian tingkat kesulitan materi, fleksibilitas kecepatan belajar, serta pemberian umpan balik yang responsif terhadap kebutuhan individu peserta didik. Pendekatan ini menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran (*learner-centered*), sehingga sistem tidak lagi bersifat seragam, melainkan dinamis dan kontekstual. Selanjutnya, inklusi dan aksesibilitas pembelajaran diposisikan sebagai variabel mediasi yang berperan strategis dalam memperkuat pengaruh sistem adaptif terhadap hasil pembelajaran inklusif. Artinya, efektivitas sistem adaptif dalam meningkatkan keterlibatan, kepuasan, dan persepsi keadilan pembelajaran akan semakin optimal apabila sistem tersebut mampu menciptakan lingkungan belajar yang benar-benar inklusif dan mudah diakses oleh seluruh peserta didik, termasuk mereka yang memiliki kebutuhan khusus, keterbatasan teknologi, maupun latar belakang sosial ekonomi yang beragam.

Dengan demikian, hubungan antar variabel dalam model ini tidak hanya bersifat linear, tetapi juga mencerminkan mekanisme penguatan (*reinforcing mechanism*) melalui peran mediasi inklusi dan aksesibilitas. Model ini mencerminkan pendekatan holistik dalam menilai peran pendidikan digital adaptif sebagai instrumen strategis untuk mendukung pembelajaran yang adil dan berkelanjutan [46]. Secara konseptual, model tersebut juga selaras dengan paradigma transformasi pendidikan digital yang menekankan integrasi antara teknologi, pedagogi, dan kebijakan pendidikan dalam satu sistem yang koheren. Oleh karena itu, pengujian empiris terhadap model ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bagaimana sistem pendidikan digital adaptif dapat dioptimalkan untuk menghasilkan dampak pembelajaran yang inklusif, merata, dan berorientasi pada kebutuhan individual peserta didik di era transformasi digital.



Gambar 2. Model Konseptual Penelitian

Gambar 2 menggambarkan arah hubungan antar variabel penelitian secara sistematis, di mana Sistem Pendidikan Digital Adaptif berperan sebagai variabel eksogen yang memengaruhi konstruk lainnya, Inklusi dan Aksesibilitas Pembelajaran diposisikan sebagai variabel mediasi yang menjembatani pengaruh tersebut, dan Hasil Pembelajaran Inklusif bertindak sebagai variabel endogen yang merepresentasikan luaran utama dari model. Hubungan ini menunjukkan bahwa tingkat adaptivitas sistem melalui personalisasi konten, penyesuaian strategi pembelajaran, serta responsivitas terhadap kebutuhan individu diasumsikan mampu meningkatkan kualitas inklusi dan kemudahan akses pembelajaran, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan keterlibatan, kepuasan, serta persepsi keadilan dalam proses belajar. Struktur model tersebut juga mencerminkan hubungan kausal yang terintegrasi, di mana pengaruh langsung dan tidak langsung diuji secara simultan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai mekanisme kerja sistem pendidikan digital adaptif. Dengan demikian, model konseptual ini tidak hanya berfungsi sebagai representasi teoritis, tetapi juga menjadi dasar pengujian empiris untuk menilai sejauh mana optimalisasi pendidikan digital adaptif dapat mendukung pencapaian pendidikan yang inklusif, aksesibel, dan berkelanjutan, sejalan dengan agenda SDGs [47].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh melalui pengolahan data kuesioner yang dikumpulkan dari responden yang terlibat secara langsung dalam ekosistem pendidikan digital, meliputi pendidik, peserta didik, serta pengelola institusi pendidikan yang telah atau sedang menerapkan sistem pembelajaran digital adaptif dalam proses pembelajaran mereka. Partisipasi dari berbagai pemangku kepentingan tersebut memberikan gambaran yang komprehensif mengenai implementasi teknologi pembelajaran dari sudut pandang pengguna maupun pengelola sistem, sehingga data yang diperoleh mencerminkan kondisi riil di lapangan. Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan *Structural Equation Modeling* berbasis (SEM-PLS), yang dipilih karena kemampuannya dalam menguji hubungan kausalitas antar variabel laten secara simultan serta sesuai untuk model penelitian yang bersifat prediktif dan eksploratif [48, 49]. Pada tahap awal, dilakukan pengujian model pengukuran (*outer model*) untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh indikator memiliki nilai loading factor di atas ambang batas minimum yang direkomendasikan, sehingga dapat dinyatakan valid dalam merepresentasikan konstruk yang diukur. Selain itu, nilai reliabilitas komposit dan *Cronbach's Alpha* pada masing-masing variabel berada pada kategori tinggi, yang mengindikasikan konsistensi internal instrumen serta stabilitas pengukuran dalam menjelaskan konsep inklusi pendidikan, aksesibilitas digital, adaptivitas sistem pembelajaran, dan efektivitas pembelajaran digital. Temuan ini memperkuat bahwa instrumen penelitian layak digunakan sebagai dasar analisis lebih lanjut dalam menguji hipotesis penelitian.

Hasil pengujian model struktural (*inner model*) menunjukkan bahwa sistem pembelajaran digital berbasis adaptif memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan inklusi pendidikan. Hubungan ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi tingkat adaptivitas sistem, semakin besar pula peluang terciptanya lingkungan belajar yang mampu mengakomodasi keragaman karakteristik peserta didik. Kemampuan sistem digital dalam menyesuaikan konten, metode penyampaian, tingkat kesulitan materi, serta kecepatan belajar sesuai kebutuhan individu terbukti berperan penting dalam mengurangi hambatan belajar, khususnya bagi kelompok rentan seperti peserta didik dengan keterbatasan akses teknologi, latar belakang sosial ekonomi rendah, maupun kebutuhan belajar khusus [50]. Dengan adanya personalisasi pembelajaran, peserta didik tidak lagi diposisikan sebagai kelompok homogen, melainkan sebagai individu dengan kebutuhan unik yang memerlukan pendekatan berbeda. Selain itu, aksesibilitas pendidikan digital juga terbukti menjadi faktor kunci dalam memperluas jangkauan layanan pendidikan, baik dari sisi geografis, keterbatasan fisik, maupun fleksibilitas waktu belajar. Teknologi digital memungkinkan pembelajaran berlangsung tanpa batasan ruang dan waktu, sehingga membuka kesempatan yang lebih luas bagi peserta didik yang sebelumnya sulit mengakses pendidikan formal. Kondisi ini memperkuat argumen bahwa teknologi pendidikan adaptif tidak hanya berfungsi sebagai alat pendukung proses pembelajaran, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam mewujudkan pemerataan kesempatan belajar dan keadilan sosial dalam pendidikan.

Lebih lanjut, hasil analisis menunjukkan bahwa inklusi pendidikan berperan sebagai variabel mediasi yang memperkuat hubungan antara aksesibilitas digital dan efektivitas pembelajaran. Dengan kata lain, peningkatan akses terhadap platform pendidikan digital saja belum tentu menghasilkan hasil belajar yang optimal apabila tidak disertai pendekatan inklusif yang secara aktif mempertimbangkan keberagaman karakteristik, kemampuan, serta gaya belajar peserta didik. Inklusi berfungsi sebagai jembatan yang memastikan bahwa akses yang tersedia benar-benar dapat dimanfaatkan secara efektif oleh seluruh peserta didik. Sistem pembe-

lajaran yang adaptif terbukti mampu meningkatkan partisipasi aktif, motivasi belajar, rasa percaya diri, serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran melalui penyajian materi yang relevan dan sesuai kebutuhan. Peserta didik menjadi lebih terlibat karena pengalaman belajar terasa lebih personal, interaktif, dan bermakna. Selain itu, adanya umpan balik waktu nyata (*real-time feedback*) dan rekomendasi pembelajaran otomatis membantu peserta didik memantau kemajuan mereka secara berkelanjutan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi antara aksesibilitas teknologi dan prinsip inklusi merupakan prasyarat utama dalam menciptakan ekosistem pendidikan digital yang berkelanjutan, efektif, dan berkeadilan, di mana setiap individu memiliki kesempatan yang setara untuk berkembang secara akademik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini secara empiris menjawab tujuan penelitian sebagaimana dirumuskan dalam abstrak, yaitu mengidentifikasi peran pendidikan digital adaptif dalam mengoptimalkan inklusi dan aksesibilitas pendidikan. Temuan menunjukkan bahwa penerapan sistem pembelajaran digital adaptif secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas proses pembelajaran, efektivitas hasil belajar, serta pemerataan kesempatan pendidikan bagi berbagai kelompok peserta didik. Lebih jauh, hasil ini menegaskan bahwa transformasi digital dalam pendidikan harus diarahkan tidak hanya pada aspek inovasi teknologi, tetapi juga pada nilai-nilai keadilan, kesetaraan, dan keberlanjutan. Implementasi teknologi adaptif terbukti mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya SDGs 4 tentang pendidikan berkualitas, inklusif, dan merata. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi teknologi pendidikan adaptif perlu menjadi prioritas strategis bagi institusi pendidikan, pengembang sistem, serta pembuat kebijakan dalam merancang kebijakan dan program pendidikan masa depan. Dengan pendekatan yang terintegrasi antara teknologi, pedagogi, dan kebijakan, sistem pendidikan digital diharapkan mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih humanis, responsif, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik di era transformasi digital.

5. IMPLIKASI MANAJERIAL

Implikasi manajerial dari penelitian ini menekankan pentingnya peran pimpinan institusi pendidikan, pengelola sistem pembelajaran, serta pengambil kebijakan dalam merancang dan mengimplementasikan pendidikan digital berbasis adaptif secara strategis dan berkelanjutan. Manajemen institusi pendidikan perlu menjadikan inklusi dan aksesibilitas sebagai indikator kinerja utama dalam pengembangan dan evaluasi sistem pembelajaran digital. Hal ini mencakup penyediaan platform pembelajaran yang ramah pengguna, mudah diakses oleh berbagai kelompok peserta didik, serta mampu menyesuaikan konten pembelajaran dengan kebutuhan individu. Selain itu, manajer pendidikan perlu mengalokasikan sumber daya secara tepat untuk mendukung peningkatan infrastruktur teknologi, pengembangan konten digital adaptif, serta pelatihan berkelanjutan bagi pendidik agar mampu memanfaatkan teknologi secara efektif. Pendekatan manajerial yang berbasis data juga menjadi krusial, di mana hasil analisis pembelajaran dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam meningkatkan kualitas layanan pendidikan dan meminimalkan kesenjangan akses antar peserta didik.

Lebih lanjut, hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi pengelolaan kebijakan dan tata kelola pendidikan digital di tingkat organisasi maupun sistem pendidikan secara luas. Pimpinan dan pengambil kebijakan perlu mengintegrasikan prinsip inklusivitas dan adaptivitas ke dalam perencanaan strategis, standar operasional, serta kebijakan institusional terkait pembelajaran digital. Kolaborasi antara institusi pendidikan, pengembang teknologi, dan pemangku kepentingan lainnya juga perlu diperkuat guna memastikan bahwa solusi teknologi yang diadopsi selaras dengan kebutuhan nyata pengguna. Selain itu, manajemen perlu mengembangkan mekanisme monitoring dan evaluasi yang berkelanjutan untuk menilai efektivitas implementasi sistem pembelajaran digital adaptif serta dampaknya terhadap capaian pembelajaran dan pemerataan akses pendidikan. Dengan pendekatan manajerial yang terintegrasi dan berorientasi pada inklusi, institusi pendidikan diharapkan mampu mempercepat transformasi digital yang tidak hanya efisien secara operasional, tetapi juga adil, berkelanjutan, dan sejalan dengan tujuan pembangunan pendidikan nasional maupun global.

6. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan pendidikan digital berbasis adaptif terbukti mampu mengoptimalkan inklusi dan aksesibilitas pendidikan secara signifikan dalam konteks pembelajaran modern. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pembelajaran yang dirancang adaptif, yakni mampu menyesuaikan konten, strategi, serta kecepatan belajar berdasarkan kebutuhan dan karakteristik peserta didik, berkontribusi langsung terhadap peningkatan kualitas pengalaman belajar. Pendidikan digital adaptif tidak hanya memper-

luas jangkauan akses pendidikan bagi peserta didik yang sebelumnya menghadapi hambatan geografis, sosial, maupun fisik, tetapi juga menciptakan lingkungan belajar yang lebih responsif, partisipatif, dan berkeadilan. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi teknologi adaptif dalam sistem pendidikan memiliki peran strategis dalam menjawab tantangan ketimpangan pendidikan, sekaligus mendukung transformasi pendidikan menuju sistem yang lebih inklusif dan berorientasi pada kebutuhan individu peserta didik di era digital.

Lebih lanjut, penelitian ini secara empiris menjawab pertanyaan penelitian yang berfokus bagaimana pendidikan digital adaptif dapat meningkatkan inklusi dan aksesibilitas pendidikan serta dampaknya terhadap efektivitas pembelajaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa aksesibilitas teknologi pendidikan yang tinggi akan memberikan dampak optimal apabila diiringi dengan pendekatan inklusif yang mempertimbangkan keberagaman latar belakang, kemampuan, dan gaya belajar peserta didik. Sistem pembelajaran digital adaptif terbukti mampu memediasi hubungan tersebut dengan meningkatkan keterlibatan belajar, motivasi, dan partisipasi aktif peserta didik. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, antara lain keterbatasan cakupan responden yang belum merepresentasikan seluruh jenjang dan wilayah pendidikan secara menyeluruh, serta penggunaan instrumen berbasis persepsi yang berpotensi mengandung bias subjektif. Selain itu, penelitian ini belum sepenuhnya mengkaji pengaruh faktor eksternal seperti kesiapan infrastruktur teknologi, tingkat literasi digital pendidik, dan dukungan kebijakan institusional secara lebih mendalam.


Berdasarkan temuan dan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas ruang lingkup penelitian dengan melibatkan lebih banyak institusi pendidikan dari berbagai jenjang, wilayah, dan konteks sosial yang berbeda guna memperoleh generalisasi hasil yang lebih kuat. Penelitian mendatang juga dianjurkan untuk mengintegrasikan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) agar mampu menggali pengalaman, tantangan, dan praktik terbaik dalam penerapan pendidikan digital adaptif secara lebih komprehensif. Selain itu, pengembangan model penelitian yang memasukkan variabel tambahan seperti kesiapan teknologi, kompetensi digital pendidik, budaya organisasi, serta kebijakan pendidikan diharapkan dapat memperkaya khazanah keilmuan dan memberikan kontribusi praktis bagi pengambil kebijakan. Dengan demikian, penelitian lanjutan diharapkan tidak hanya memperkuat aspek teoretis, tetapi juga memberikan rekomendasi implementatif dalam mewujudkan sistem pendidikan digital yang inklusif, adaptif, dan berkelanjutan sesuai dengan agenda pembangunan pendidikan global.

7. DEKLARASI

7.1. Tentang Penulis

Riya Widayanti (RW)  <https://orcid.org/0000-0002-9890-7289>

Henry Zainarthur (HZ)  <https://orcid.org/0009-0001-7510-9321>

Maulana Abbas (MA)  <https://orcid.org/0009-0009-0137-9650>

7.2. Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: RW; Metodologi: MA; Perangkat Lunak: HZ; Validasi: MA dan RW; Analisis Formal: HZ dan RW; Investigasi: MA; Sumber daya: RW; Kurasi Data: HZ; Penulisan Draf Awal: MA dan HZ; Peninjauan dan Penyuntingan Tulisan: RW dan MA; Visualisasi: HZ; Semua penulis, MA, HZ, dan RW, telah membaca dan menyetujui naskah yang telah diterbitkan.

7.3. Pernyataan Ketersediaan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dapat diperoleh dengan mengajukan permintaan langsung kepada penulis terkait.

7.4. Dana

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat pendanaan eksternal yang mendukung pelaksanaan penelitian, proses penulisan, maupun publikasi artikel ini.

7.5. Pernyataan Kepentingan Bersaing

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan, baik dalam bentuk kepentingan finansial maupun hubungan pribadi, yang dapat memengaruhi hasil penelitian yang dilaporkan dalam artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Madjdi, A. Hariyadi *et al.*, “Peran teknologi dalam pengelolaan pendidikan inklusif,” *Equity In Education Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 14–19, 2025.
- [2] S. Gevorgyan, “The use of adaptive learning technologies in e-learning for inclusive education: A systematic review,” *E-Learning Innovations Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 90–107, 2024.
- [3] Z. Zainol, N. N. A. Wahab, S. M. Shokory, and P. Harianto, “Healthy spending habits as drivers of technopreneurial and financial outcomes,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 7, no. 3, pp. 823–834, 2025.
- [4] E. Gkintoni, H. Antonopoulou, A. Sortwell, and C. Halkiopoulos, “Challenging cognitive load theory: The role of educational neuroscience and artificial intelligence in redefining learning efficacy,” *Brain sciences*, vol. 15, no. 2, p. 203, 2025.
- [5] R. Isaeva, N. Karasartova, K. Dznunusnalieva, K. Mirzoeva, and M. Mokliuk, “Enhancing learning effectiveness through adaptive learning platforms and emerging computer technologies in education,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, vol. 9, no. 1, pp. 144–160, 2025.
- [6] E. J. A. H. Nasution, L. Molefe, R. T. Utami *et al.*, “Platform e-learning adaptif meningkatkan aksesibilitas bagi berbagai demografi pembelajar: Adaptive e-learning platform enhances accessibility for diverse learner demographics,” *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 177–186, 2025.
- [7] N. Zahroh, E. Wardani, N. Salimah, R. A. Putri, and R. D. M. Nusa, “Edu-inclucif: Potensi media digital adaptif sebagai solusi pembelajaran inklusif dalam menyongsong tantangan pendidikan di era society 5.0 edu-inclucif: Potensi media digital adaptif sebagai solusi pembelajaran inklusif dalam menyongsong tantangan pendidik,” in *Seminar Nasional Pendidikan Sarjanawiyata Tamansiswa*, vol. 2, no. 1, 2025, pp. 227–240.
- [8] R. Septiowati, “Analysis of the application information technology on employee work productivity pt rajendra kesatria perkasa depok,” *International Journal of Cyber and IT Service Management (IJCITSM)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2026.
- [9] D. Mawardi *et al.*, “The role of accessibility in supporting inclusive education in schools for students with special needs,” *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam Al-Idarah*, vol. 10, no. 02, pp. 51–60, 2025.
- [10] K. Kalip, Y. D. Bakti, E. Ebariani, and C. Dewi, “Education in the digital age: Creating inclusive and adaptive learning environments,” in *The 3rd International Conference on Christian and Inter-Religious Studies (ICC-IRS 2024)*. Atlantis Press, 2025, pp. 535–544.
- [11] R. Damayanti, H. Setiadi, P. Laksono, and J. Triyono, “Strategi analisis swot pada pengembangan website pusat studi: Dukungan diseminasi persebaran informasi,” *TECHNOMEDIA JOURNAL : iLearning Journal Center*, vol. 9, no. 3, pp. 285–295, 2025.
- [12] I. Zhadlenko, O. Morenko, L. Nikolenko, O. Lastochkina, and M. Mykytenko, “Enhancing educational access: Digital solutions for students with special needs,” *American Journal of Psychiatric Rehabilitation*, vol. 28, no. 1, pp. 465–475, 2025.
- [13] G. A. Balouch, S. Saleem, and F. Rehman, “Open, adapt, and achieve digital doors to learning: Exploring how e-learning platforms and professional growth transform learning for students with special needs,” *THE PROGRESS: A Journal of Multidisciplinary Studies*, vol. 6, no. 1, pp. 109–120, 2025.
- [14] F. Sutisna, N. Lutfiani, E. Anderson, D. Danang, and M. O. Syaidina, “E-commerce and digital marketing strategies: Their impact on startupreneur performance using pls-sem,” *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, vol. 6, no. 2, pp. 215–223, 2025.
- [15] D. Z. Iman, M. A. Alfaridli *et al.*, “Peran teknologi dalam peningkatan akseibilitas pembelajaran pada kurikulum pendidikan islam inklusif,” *JIM: Jurnal Ilmu Multidisiplin*, vol. 1, no. 3, pp. 73–80, 2025.
- [16] A. Mihovska, D. Prevedourou, J. Tsankova, A. Manolova, and V. Poulkov, “Building adaptive and inclusive education readiness through digital technologies,” in *2021 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunication Engineering*. IEEE, 2021, pp. 384–388.
- [17] C. Lukita, A. W. A. Rahman, I. N. Hikam, and U. Rahardja, “Integrating strategic management with sdg 10 for sustainable development and equity,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 7, no. 2, pp. 638–649, 2025.
- [18] Monalisa, S. Rusadi, and S. Abdillah, “Inovasi digital pelayanan publik bagi penyandang disabilitas di kota pekanbaru,” *SOSIO KONSEPSIA: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kesejahteraan Sosial*,

- vol. 15, no. 1, pp. 92–115, 2025, diterima: 21 Januari 2025; Disetujui: 18 Desember 2025; Diterbitkan: 19 Desember 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.kemensos.go.id/index.php/jsk/article/view/3379>
- [19] J. M. Nyaga, “Iot-enhanced adaptive learning environments: personalized online education for the digital age,” *African Journal of Computing and Information Systems (AJCIS)*, vol. 7, no. X, pp. 1–14, 2023.
- [20] E. Prihatin, S. P. Sutangsa *et al.*, *Transformasi Kebijakan Pendidikan: dari Konsep hingga Pelaksanaan di Era Digital*. Indonesia Emas Group, 2025.
- [21] S. Setiawan, U. Rusilowati, A. Jaya, R. Wang *et al.*, “Transforming human resource practices in the digital age: A study on workforce resilience and innovation,” *Journal of Computer Science and Technology Application*, vol. 2, no. 1, pp. 84–92, 2025.
- [22] Z. Zainol, G. Brotosaputro, S. C. Chen, and E. A. Natasya, “Designing ethical ai systems for sustainable technology development,” *ADI Journal on Recent Innovation*, vol. 6, no. 2, pp. 201–211, 2025.
- [23] M. Huda, “Between accessibility and adaptability of digital platform: investigating learners’ perspectives on digital learning infrastructure,” *Higher education, skills and work-based learning*, vol. 14, no. 1, pp. 1–21, 2024.
- [24] F. Benkhalfallah, M. R. Laouar, M. S. Benkhalfallah *et al.*, “Examining adaptive e-learning approaches to enhance learning and individual experiences,” *Acta Informatica Pragensia*, vol. 13, no. 2, pp. 327–339, 2024.
- [25] U. Rahardja, N. Lutfiani, M. A. D. Juliansah, and E. Aptman, “Strategy of production efficiency and improving the quality of wooden sofa legs in the manufacturing industry,” *Startuppreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 4, no. 2, pp. 155–164, 2025.
- [26] Z. Rohalia, “Strategi pendidikan inklusif dan penguatan mutu dalam mewujudkan kesetaraan pendidikan nasional,” *Journal of Educational and Religious Perspectives*, vol. 1, no. 1, pp. 31–38, 2025.
- [27] H. Hamdan, E. A. Nabila, R. A. Gunawan, A. P. Valentie, and C. Perez, “Digitalization of financial literacy and social media as a sustainable economic strategy in food & beverages: Digitalisasi literasi keuangan dan media sosial sebagai strategi ekonomi berkelanjutan pada food & beverages,” *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 6, no. 1, pp. 99–107, 2025.
- [28] A. Real-Fernández, J. M. Fernández-Gil, R. Molina-Carmona, and F. Llorens-Largo, “Smart learning platforms: Personalization, adaptability, and accessibility for truly inclusive education,” in *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, 2025, pp. 353–364.
- [29] L. Magdalena, A. Nuche, A. Aprillia, S. Setiawan *et al.*, “Penerapan outcome-based education dalam pengajaran manajemen pemasaran dan studi benchmarking: Penerapan outcome based education dalam pengajaran manajemen pemasaran dan studi benchmarking,” *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 5, no. 2, pp. 150–159, 2025.
- [30] A. Faturahman, N. S. Lubis, N. P. L. Santoso, A. Adiwijaya, M. Madisson *et al.*, “Impact of blockchain enhanced digital marketing on brand awareness of solar panels,” *Blockchain Frontier Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2025.
- [31] W. Strielkowski, V. Grebennikova, A. Lisovskiy, G. Rakhimova, and T. Vasileva, “Ai-driven adaptive learning for sustainable educational transformation,” *Sustainable Development*, vol. 33, no. 2, pp. 1921–1947, 2025.
- [32] M. J. Nur, S. Suriyati, S. Suriati, N. Nurqadriani, A. Asriadi, and I. Ismawati, “Pemanfaatan teknologi digital dalam proses komunikasi pendidikan di era society 5.0,” *RETORIKA: Jurnal Kajian Komunikasi dan Penyiaran Islam*, vol. 7, no. 1, pp. 18–26, 2025.
- [33] E. Karagianni and A. Drigas, “New technologies for inclusive learning for students with special educational needs,” *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, vol. 19, no. 5, 2023.
- [34] D. Kem, “Personalised and adaptive learning: Emerging learning platforms in the era of digital and smart learning,” *International Journal of Social Science and Human Research*, vol. 5, no. 2, pp. 385–391, 2022.
- [35] R. G. Munthe, M. Abbas, R. Fernandez, and N. Ulita, “The impact of educational information systems on learning accessibility in higher education,” *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, vol. 3, no. 1, pp. 94–103, 2024.
- [36] A. Amahoru, L. Judijanto, M. S. Fauzi, D. H. Ayu, and R. N. Anwar, “Psikologi pendidikan dalam inklusi siswa berkebutuhan khusus di era digital: Studi literatur tentang membangun lingkungan belajar yang responsif,” *Ekasakti Jurnal Penelitian dan Pengabdian*, vol. 4, no. 1, pp. 182–189, 2024.
- [37] S. Saborío-Taylor and F. Rojas-Ramírez, “Universal design for learning and artificial intelligence in the digital era: Fostering inclusion and autonomous learning,” *International Journal of Professional Devel-*
-

- opment, *Learners and Learning*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2024.
- [38] I. Gligorea, M. Cioca, R. Oancea, A.-T. Gorski, H. Gorski, and P. Tudorache, “Adaptive learning using artificial intelligence in e-learning: A literature review,” *Education Sciences*, vol. 13, no. 12, p. 1216, 2023.
- [39] R. T. Apriadi and H. Sihotang, “Transformasi mendalam pendidikan melalui kecerdasan buatan: Dampak positif bagi siswa dalam era digital,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 7, no. 3, pp. 31 742–31 748, 2023.
- [40] S. G. Essa, T. Celik, and N. E. Human-Hendricks, “Personalized adaptive learning technologies based on machine learning techniques to identify learning styles: A systematic literature review,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 48 392–48 409, 2023.
- [41] C. A. Eden, O. N. Chisom, and I. S. Adeniyi, “Harnessing technology integration in education: Strategies for enhancing learning outcomes and equity,” *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, vol. 11, no. 2, pp. 001–008, 2024.
- [42] F. Gottschalk and C. Weise, “Digital equity and inclusion in education: An overview of practice and policy in oecd countries,” *OECD Education Working Papers*, no. 299, pp. 0.1–75, 2023.
- [43] S. Riyadi, A. Munip, A. Junaidi, T. Buaja, S. Shaddiq, and N. Andriani, “Transformasi pendidikan luar biasa di era digital: Inklusi dan teknologi di tahun 2025,” *EDU RESEARCH*, vol. 6, no. 1, pp. 1211–1222, 2025.
- [44] M. F. Almufareh, S. Kausar, M. Humayun, and S. Tehsin, “A conceptual model for inclusive technology: advancing disability inclusion through artificial intelligence,” *Journal of Disability Research*, vol. 3, no. 1, p. 20230060, 2024.
- [45] U. Rahardja and Q. Aini, “Analyzing player performance metrics for rank prediction in valorant using random forest: A data-driven approach to skill profiling in the metaverse,” *International Journal Research on Metaverse*, vol. 2, no. 2, pp. 102–120, 2025.
- [46] A. Akavova, Z. Temirkhanova, and Z. Lorsanova, “Adaptive learning and artificial intelligence in the educational space,” in *E3S web of conferences*, vol. 451. EDP Sciences, 2023, p. 06011.
- [47] L. K. Kalyani, “The role of technology in education: Enhancing learning outcomes and 21st century skills,” *International journal of scientific research in modern science and technology*, vol. 3, no. 4, pp. 05–10, 2024.
- [48] O. O. Adeleye, C. A. Eden, and I. S. Adeniyi, “Innovative teaching methodologies in the era of artificial intelligence: A review of inclusive educational practices,” *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, vol. 11, no. 2, pp. 069–079, 2024.
- [49] Nurjanah and Aisyah, “Ecological literacy in elementary curriculum,” *Jendela Pendidikan*, vol. 15, no. 2, 2025.
- [50] S. Hidayat and A. Saripulloh, “Pendidikan lifelong learning dalam meningkatkan kesiapan tenaga kerja di indonesia melalui implementasi yang efektif,” *Addabani: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, vol. 2, no. 2, pp. 109–124, 2025.