

## **“MANAJEMEN PENGEMBANGAN KOMPETENSI GURU SEKOLAH DASAR KECAMATAN SAMBUTAN BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE TUTORING SYSTEM”**

**Afif Syaiful Mustofa<sup>1</sup>, Bahrani<sup>2</sup>, Akhmad Ramli<sup>3</sup>**  
[afifsyaifulmustofa@gmail.com](mailto:afifsyaifulmustofa@gmail.com)<sup>1</sup>, [bahrani@uinsi.ac.id](mailto:bahrani@uinsi.ac.id)<sup>2</sup>, [akhmadramli@uinsi.ac.id](mailto:akhmadramli@uinsi.ac.id)<sup>3</sup>  
**Universitas Islam Negeri Sultan Aji Muhammad Idris Samarinda**

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan menganalisis manajemen pengembangan kompetensi guru sekolah dasar melalui integrasi Artificial Intelligence Tutoring System (AITS) sebagai kerangka strategis transformasi pendidikan digital. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif dengan desain fenomenologis melalui studi kasus terhadap 15 guru di Kecamatan Sambutan. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan analisis dokumen pelatihan guru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru memiliki sikap positif terhadap pembelajaran berbasis kecerdasan buatan, namun pemahaman konseptual mengenai AITS masih terbatas. Implementasi AITS terbukti meningkatkan efisiensi kerja, kreativitas mengajar, dan personalisasi pembelajaran, meskipun terhambat oleh kurangnya pelatihan formal dan infrastruktur digital. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat relevansi konsep Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) dan Self-Determination Theory (SDT) dalam menjelaskan keterkaitan antara aspek teknologi, pedagogi, dan motivasi guru. Model manajemen yang diusulkan berbasis human-centered AI management, di mana AITS berfungsi sebagai sistem kolaboratif yang memperkuat profesionalisme dan refleksi pedagogis guru. Integrasi efektif AITS memerlukan dukungan kelembagaan, kebijakan pelatihan berkelanjutan, dan kepemimpinan visioner untuk mewujudkan ekosistem pembelajaran adaptif berbasis data di era pendidikan digital.

**Kata Kunci:** Manajemen Pendidikan, Pengembangan Guru, Kecerdasan Buatan, AITS, TPACK, SDT.

### **ABSTRACT**

*This study explores the management of primary school teachers' competency development through the integration of the Artificial Intelligence Tutoring System (AITS) as a strategic framework for digital education transformation. Employing a qualitative phenomenological approach, data were gathered from 15 teachers in Sambutan District using interviews, observations, and document analysis. The results indicate that teachers show positive attitudes toward AI-based learning, yet their conceptual understanding of AITS remains limited. Implementation of AITS improves efficiency, creativity, and personalized instruction, though challenges persist due to limited formal training and digital infrastructure. The findings affirm the relevance of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) and Self-Determination Theory (SDT) in linking technological, pedagogical, and motivational factors in teacher competency development. The study proposes a human-centered AI management model that positions AITS as a collaborative system enhancing professionalism and reflective pedagogy. Successful integration of AITS requires institutional support, continuous capacity building, and visionary leadership to establish an adaptive, data-driven learning ecosystem in the digital education era.*

**Keywords:** Educational Management, Teacher Development, Artificial Intelligence, AITS, TPACK, SDT.

### **PENDAHULUAN**

Perubahan besar dalam lanskap pendidikan global saat ini didorong oleh integrasi teknologi kecerdasan buatan (AI), yang telah mengubah paradigma pembelajaran dan pengembangan profesional pendidik. Berdasarkan laporan UNESCO (2024), lebih dari 70% negara telah mulai menerapkan kebijakan nasional terkait pembelajaran berbasis AI di sekolah dan universitas untuk mengatasi tantangan kompetensi abad ke-21. Penerapan *Artificial*

*Intelligence Tutoring System* (AITS) menjadi salah satu strategi utama untuk meningkatkan efisiensi dan personalisasi pembelajaran di berbagai level Pendidikan.<sup>1</sup>

Secara global, sistem AITS terbukti meningkatkan efisiensi waktu pembelajaran hingga 40% dan retensi pengetahuan siswa hingga 25% dibandingkan metode konvensional.<sup>2</sup> Namun, dampak AI tidak hanya bagi siswa — guru juga perlu beradaptasi dengan peran baru sebagai fasilitator pembelajaran berbasis data dan pembimbing yang didukung sistem cerdas. Di sinilah urgensi manajemen pengembangan kompetensi guru berbasis AI menjadi semakin relevan.

Dari sisi teori, penelitian ini berakar pada *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dan *Self-Determination Theory* (SDT) yang menjelaskan bagaimana guru membangun keseimbangan antara aspek teknologi, pedagogi, dan konten untuk meningkatkan efektivitas pengajaran. Teori ini terus berevolusi seiring masuknya *machine learning* dan *adaptive learning analytics* dalam sistem pembelajaran.<sup>3</sup> Integrasi teori ini dengan pendekatan manajemen pendidikan modern menjadi landasan pengembangan model AITS yang menempatkan guru sebagai aktor utama transformasi digital pendidikan.

Permasalahan yang muncul saat ini adalah kesenjangan kemampuan guru dalam menguasai literasi AI dan menerapkan sistem pembelajaran cerdas dalam praktik pedagogis sehari-hari. Gour (2025, *Eksplorium Journal*) menemukan bahwa kurangnya strategi manajerial yang sistematis dalam pelatihan guru menyebabkan penerapan teknologi AI tidak berkelanjutan dan hanya bersifat eksperimental.<sup>4</sup> Hal ini menimbulkan tantangan serius dalam konteks pengembangan kompetensi guru, terutama di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur digital dan dukungan kelembagaan.

Konteks ini tidak terbatas pada satu negara. Di Eropa, integrasi AI dalam pelatihan guru fokus pada *teacher augmentation*, yakni mendampingi guru dengan sistem cerdas untuk pengambilan keputusan pedagogis.<sup>5</sup> Di Asia, khususnya di India dan Asia Tenggara, pendekatan lebih banyak diarahkan pada efisiensi administrasi dan otomatisasi evaluasi (Gour, 2025). Namun, masih sedikit model yang menekankan pada manajemen pengembangan kompetensi guru secara berkelanjutan berbasis AITS, yang menggabungkan aspek analitik kinerja, pembelajaran adaptif, dan penguatan kapasitas pedagogis.

Dari perspektif manajemen pendidikan, Aslam et al. (2025) menyoroti pentingnya sistem yang mampu mengelola data perkembangan profesional guru secara terintegrasi. Namun, kebanyakan penelitian masih berfokus pada aspek teknologinya, bukan pada kerangka manajemen pengembangan sumber daya manusia pendidikan. Inilah yang menimbulkan kesenjangan penelitian (research gap) — kurangnya model konseptual dan implementatif yang menjelaskan bagaimana AITS dapat berfungsi sebagai instrumen manajemen pengembangan kompetensi guru.

Selain itu, pendekatan yang ada seringkali mengabaikan faktor motivasional guru dalam beradaptasi dengan teknologi baru. Padahal, menurut Al-Kamzari & Alias (2025), faktor psikologis seperti persepsi efikasi diri dan dukungan organisasi memainkan peran penting dalam kesuksesan implementasi sistem cerdas. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memandang

---

<sup>1</sup> Sarfraz Aslam, Amjad Islam Amjad, and Dr Nisar Abid, "Psychoeducational Approaches to Mental Health for Educators and Students," *Frontiers in Education* 10 (2025): 1697988.

<sup>2</sup> Binny Jose et al., "From Tools to Co-Learners: Entangled Humanism and the Co-Evolution of Intelligence in AI Education Introduction: Reframing Intelligence in Education," *Frontiers in Education* 10 (2025): 1632990.

<sup>3</sup> Fathiya Al-Kamzari and Norlidah Alias, "A Systematic Literature Review of Project-Based Learning in Secondary School Physics: Theoretical Foundations, Design Principles, and Implementation Strategies," *Humanities and Social Sciences Communications* 12, no. 1 (2025): 1–18.

<sup>4</sup> Sanjeev Gour, "Impact and Use of AI Tools in Teaching and Learning in Higher Education: A Case Study in Perspective to the New Education Policy of India," *EKSPLORIUM-BULETIN PUSAT TEKNOLOGI BAHAN GALIAN NUKLIR* 46, no. 1 (2025): 516-525-516–25.

<sup>5</sup> Binny Jose et al., "From Tools to Co-Learners: Entangled Humanism and the Co-Evolution of Intelligence in AI Education Introduction: Reframing Intelligence in Education," *Frontiers in Education* 10 (2025): 1632990.

AITS sebagai alat teknologi, tetapi juga sebagai sistem manajerial yang berorientasi pada pengembangan manusia (*human-centered AI management*).

Kebaruan penelitian ini terletak pada upaya mengintegrasikan sistem AITS ke dalam kerangka manajemen pengembangan kompetensi guru secara komprehensif, dengan pendekatan adaptif berbasis analitik data dan teori pembelajaran mandiri. Penelitian ini berupaya membangun model konseptual yang menjelaskan hubungan antara pengelolaan sistem AI, peningkatan kompetensi pedagogis, serta penguatan profesionalisme guru dalam konteks pendidikan digital.

Berdasarkan analisis tersebut, penelitian ini berupaya menjawab tiga pertanyaan utama: (1) Bagaimana sistem AITS dapat diintegrasikan dalam manajemen pengembangan kompetensi guru? (2) Faktor apa yang memengaruhi efektivitas implementasi AITS terhadap peningkatan kemampuan pedagogis dan profesional guru? dan (3) Bagaimana model manajemen yang ideal untuk mendukung transformasi kompetensi guru berbasis sistem AITS dalam konteks pendidikan masa depan?

### Kajian Pustaka

Manajemen pendidikan merupakan proses strategis yang mengarahkan seluruh sumber daya pendidikan untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif melalui fungsi-fungsi *planning, organizing, actuating, dan controlling (POAC)* yang kini berkembang menuju paradigma digital dan kolaboratif.<sup>6</sup> Dalam konteks modern, manajemen pendidikan berperan bukan hanya sebagai instrumen administratif, tetapi sebagai kerangka strategis yang membangun *learning organization* melalui kepemimpinan transformasional dan budaya berbasis data. Pendekatan ini mengintegrasikan konsep *strategic human resource management (SHRM)* yang menempatkan guru sebagai aset utama dalam sistem pendidikan dan menekankan pentingnya pengelolaan kompetensi profesional berbasis data serta analitik performa (Armstrong, 2021; Bush & Glover, 2023). Dalam kerangka ini, muncul kebutuhan penerapan sistem *Artificial Intelligence Tutoring System (AITS)* sebagai bentuk evolusi manajemen pendidikan menuju era *evidence-based decision making*, di mana AI digunakan untuk mendukung proses perencanaan, pelatihan, dan evaluasi kinerja guru secara adaptif (Aslam, Amjad, & Abid, 2025; Zawacki-Richter et al., 2023). Dengan berlandaskan teori sistem terbuka (*open systems theory*), lembaga pendidikan dipandang sebagai entitas yang dinamis dan responsif terhadap lingkungan teknologi, sehingga penerapan AITS tidak hanya berperan sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi juga sebagai sistem manajerial yang mengintegrasikan analisis data, pengambilan keputusan berbasis AI, dan peningkatan berkelanjutan terhadap kompetensi guru. Oleh karena itu, teori manajemen pendidikan menjadi fondasi epistemologis utama untuk memahami bagaimana teknologi cerdas dapat diintegrasikan dalam kebijakan dan praktik pengembangan profesional guru, sekaligus memastikan keberlanjutan inovasi dalam tata kelola pendidikan digital.

Pengembangan kompetensi guru berlandaskan pada konsep integratif antara pengetahuan, keterampilan, dan sikap profesional yang tercermin dalam praktik pembelajaran efektif.<sup>7</sup> Dalam era digital, teori *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* menjelaskan bahwa efektivitas pengajaran dipengaruhi oleh kemampuan guru menggabungkan aspek teknologi, pedagogi, dan konten dalam satu kesatuan strategis. Sejalan dengan itu, pendekatan *Continuous Professional Development (CPD)* menekankan pentingnya peningkatan kompetensi

---

<sup>6</sup> Tony Bush, *School Leadership and Culture: Societal and Organisational Perspectives*, in *Educational Management Administration & Leadership*, no. 2 (SAGE Publications Sage UK: London, England, 2021), 49:211–13.

<sup>7</sup> Johannes König, Kristina Gerhard, and Daniela J. Jäger-Biela, “Practical Learning Opportunities and Changes in Teachers’ Self-Efficacy Beliefs: Does the Development of Bachelor Student Teachers’ Competence Differ before and during COVID-19?,” *Zeitschrift Für Bildungsforschung* 12, no. 2 (2022): 217–34.

berkelanjutan melalui refleksi dan pembelajaran adaptif.<sup>8</sup> Implementasi *Artificial Intelligence Tutoring System (AITS)* dalam konteks ini memungkinkan personalisasi pelatihan guru berbasis data yang dapat meningkatkan kompetensi digital dan pedagogis secara simultan. Selain itu, efikasi diri dan motivasi intrinsik sebagaimana dijelaskan oleh *Social Cognitive Theory* turut menentukan keberhasilan guru dalam mengadopsi sistem pembelajaran cerdas (Huang, Lee, & Chang, 2023). Dengan demikian, teori pengembangan kompetensi guru membentuk fondasi penting bagi manajemen inovatif berbasis AITS yang menempatkan guru sebagai aktor utama dalam transformasi pendidikan digital.

Teori manajemen sumber daya manusia (MSDM) dalam pendidikan menekankan pentingnya pengelolaan guru sebagai aset strategis organisasi melalui perencanaan, pengembangan, dan evaluasi kinerja berbasis kompetensi (Dessler, 2020). Dalam konteks pendidikan modern, *Strategic Human Resource Management (SHRM)* menghubungkan pengelolaan tenaga pendidik dengan tujuan strategis lembaga pendidikan, menekankan integrasi teknologi untuk mempercepat proses pelatihan dan monitoring.<sup>9</sup> Model *Human Capital Theory* (Becker, 1993) juga menjadi dasar pemikiran bahwa investasi terhadap peningkatan kompetensi guru melalui pelatihan dan inovasi berbasis AI dapat menghasilkan peningkatan produktivitas dan mutu pembelajaran. Penelitian terkini menunjukkan bahwa penerapan *Artificial Intelligence Tutoring System (AITS)* berperan sebagai instrumen manajerial untuk memantau perkembangan profesional guru secara berkelanjutan melalui analitik performa. Dengan demikian, teori MSDM pendidikan berfungsi sebagai landasan sistemik yang menghubungkan strategi kelembagaan, pengembangan kompetensi guru, dan pemanfaatan teknologi cerdas dalam manajemen pembelajaran yang adaptif dan berorientasi masa depan.<sup>10</sup>

Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam pendidikan merupakan salah satu inovasi paling signifikan yang mengubah paradigma proses belajar mengajar di abad ke-21. AI dalam konteks pendidikan mencakup penerapan algoritma pembelajaran mesin, analitik data, dan sistem adaptif untuk memfasilitasi pengalaman belajar yang lebih personal dan efisien. Dengan kemampuan memproses data besar (*big data*) dan melakukan prediksi perilaku belajar siswa maupun guru, AI memungkinkan terciptanya sistem pembelajaran yang menyesuaikan konten, metode, dan kecepatan belajar sesuai kebutuhan individu. Dalam konteks manajemen pendidikan, penerapan AI memperkuat pendekatan berbasis bukti (*evidence-based decision making*), di mana keputusan strategis dalam pelatihan guru dan evaluasi pembelajaran didukung oleh data empiris yang dihasilkan sistem.<sup>11</sup> Perkembangan ini menjadikan AI bukan sekadar alat bantu teknologis, melainkan fondasi epistemologis baru dalam pembelajaran digital yang menuntut guru untuk memiliki kompetensi literasi data dan kemampuan adaptasi teknologi yang tinggi.

Lebih jauh, integrasi *Artificial Intelligence Tutoring System (AITS)* dalam pendidikan telah menunjukkan peningkatan signifikan terhadap hasil belajar dan efektivitas pembelajaran. Menurut Zawacki-Richter et al. (2023), sistem AITS mampu meningkatkan retensi pengetahuan hingga 25% dibandingkan metode tradisional dengan mengandalkan model interaksi adaptif antara sistem dan pengguna. Sistem ini juga berfungsi sebagai alat evaluatif yang memungkinkan analisis performa guru dan siswa secara real-time melalui *learning analytics*. Dalam konteks pendidikan tinggi dan pengembangan profesional guru, AI berperan sebagai mitra kognitif yang menyediakan rekomendasi berbasis data, mendukung pengambilan

---

<sup>8</sup> Miray Tekkumru-Kisa, Ryan Coker, and Sebnem Atabas, "Learning to Teach for Promoting Student Thinking in Science Classrooms," *Teaching and Teacher Education* 120 (2022): 103869.

<sup>9</sup> Michael Armstrong and Stephen Taylor, *Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice: A Guide to the Theory and Practice of People Management* (Kogan Page Publishers, 2023).

<sup>10</sup> Aslam, Amjad, and Abid, "Psychoeducational Approaches to Mental Health for Educators and Students."

<sup>11</sup> Rose Luckin, "Towards Artificial Intelligence-Based Assessment Systems," *Nature Human Behaviour* 1, no. 3 (2017): 0028.

keputusan pedagogis, dan mengoptimalkan manajemen pembelajaran berbasis hasil (Luckin, 2021; Aslam, Amjad, & Abid, 2025). Transformasi ini menegaskan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai agen otomatisasi, tetapi juga sebagai instrumen peningkatan kualitas manusia (*human enhancement tool*) dalam ekosistem pendidikan.

Namun, adopsi AI dalam pendidikan juga menghadapi sejumlah tantangan konseptual dan etis. Seperti dikemukakan oleh Zhou (2023), persoalan privasi data, bias algoritmik, dan kesenjangan digital menjadi perhatian utama dalam penerapan teknologi cerdas di lembaga pendidikan. Selain itu, keberhasilan penerapan AI sangat bergantung pada kesiapan institusional dan kompetensi teknologi guru (Huang, Lee, & Chang, 2023). Oleh karena itu, pendekatan berbasis *human-centered AI* yang menempatkan nilai kemanusiaan, keadilan, dan tanggung jawab etis sebagai inti desain sistem menjadi penting untuk memastikan implementasi AI yang berkelanjutan dan inklusif. Dalam konteks ini, AI bukan hanya teknologi pendukung, tetapi juga paradigma baru yang mereformasi cara guru mengajar, belajar, dan dikelola dalam sistem pendidikan digital yang berorientasi masa depan.

Sintesis teoretis mengenai manajemen pengembangan kompetensi guru berbasis *Artificial Intelligence Tutoring System (AITS)* menunjukkan adanya integrasi multidisipliner antara teori manajemen pendidikan, pengembangan kompetensi profesional, serta inovasi teknologi pendidikan. Teori manajemen pendidikan menyediakan kerangka konseptual dalam pengelolaan sumber daya manusia berbasis strategi, sementara teori pengembangan kompetensi guru dan MSDM pendidikan memberikan dasar empiris dalam pembentukan model pelatihan berbasis data.<sup>12</sup> Selanjutnya, konsep *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* dan *Self-Determination Theory (SDT)* memperkuat pemahaman mengenai keseimbangan antara kemampuan pedagogis, teknologi, dan motivasi intrinsik guru dalam beradaptasi terhadap lingkungan digital.<sup>13</sup> Integrasi teori-teori tersebut menghasilkan kerangka konseptual yang memposisikan AITS bukan sekadar sebagai alat bantu teknologis, tetapi sebagai instrumen manajerial yang mendukung peningkatan kompetensi, motivasi, serta profesionalisme guru secara berkelanjutan.<sup>14</sup>

Namun, hasil kajian literatur terkini menunjukkan bahwa meskipun banyak penelitian telah mengeksplorasi penerapan AI dalam konteks pembelajaran dan asesmen, hanya sedikit yang secara spesifik menyoroti peran AITS dalam manajemen pengembangan sumber daya manusia Pendidikan. Sebagian besar studi lebih berfokus pada dampak AI terhadap hasil belajar siswa, bukan pada dimensi profesional guru sebagai pengguna sistem cerdas. Hal ini menimbulkan kesenjangan penelitian yang signifikan dalam pemahaman bagaimana sistem AITS dapat diadaptasi sebagai bagian dari strategi manajerial untuk pengembangan kompetensi guru yang terukur dan berkelanjutan.<sup>15</sup> Selain itu, terdapat keterbatasan model empiris yang menjelaskan hubungan antara komponen manajemen pendidikan, psikologi pembelajaran, dan sistem AI adaptif secara holistik. Gap ini mengindikasikan perlunya kerangka integratif baru yang menggabungkan teori manajemen strategis, teknologi pendidikan, dan psikologi motivasional dalam desain sistem pengembangan guru berbasis AI.

Dari perspektif praktis, kesenjangan penelitian juga muncul pada aspek kesiapan organisasi dan individu dalam mengimplementasikan AITS. Banyak lembaga pendidikan, khususnya di negara berkembang, belum memiliki kebijakan manajemen digital yang mampu mendukung penggunaan AI secara efektif dalam konteks pengembangan profesional guru. Sementara itu,

---

<sup>12</sup> Tony Bush et al., "Ensuring Acceptability and Feasibility: The Challenges of Educational Policy Reform in Malaysia," *Leadership and Policy in Schools* 22, no. 2 (2023): 314–29.

<sup>13</sup> Mirjam Schmid, Eliana Brianza, and Dominik Petko, "Self-Reported Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Pre-Service Teachers in Relation to Digital Technology Use in Lesson Plans," *Computers in Human Behavior* 115 (2021): 106586.

<sup>14</sup> Aslam, Amjad, and Abid, "Psychoeducational Approaches to Mental Health for Educators and Students."

<sup>15</sup> Luckin, "Towards Artificial Intelligence-Based Assessment Systems."

penelitian tentang etika dan tanggung jawab sosial penggunaan AI dalam pendidikan masih bersifat normatif dan belum banyak dikaji secara empiris. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) melalui pengembangan model manajemen pengembangan kompetensi guru berbasis AITS yang bersifat adaptif, berkelanjutan, dan *human-centered*, dengan menggabungkan analitik pembelajaran, evaluasi kinerja berbasis AI, serta pendekatan motivasional dalam kerangka manajemen sumber daya manusia pendidikan. Pendekatan ini diharapkan mampu menjawab tantangan kesenjangan konseptual dan empiris yang selama ini belum terpecahkan secara komprehensif.

Kajian literatur menunjukkan bahwa meskipun penerapan *Artificial Intelligence Tutoring System (AITS)* semakin meluas dalam konteks pendidikan global, pemanfaatannya untuk manajemen pengembangan kompetensi guru masih sangat terbatas. Empat penelitian utama yang relevan, yaitu Pohn et al. (2025), Saraswathi dan Manikandan (2024), Duwairi et al. (2025), serta Chen et al. (2022), memberikan kontribusi penting terhadap pemahaman tentang integrasi kecerdasan buatan dalam pembelajaran. Namun, keempat studi tersebut juga memperlihatkan adanya kesenjangan konseptual dan empiris yang signifikan, khususnya dalam konteks pengelolaan kompetensi profesional guru melalui sistem AITS yang adaptif dan berorientasi manajerial.

Penelitian oleh Pohn, Mehnen, Fitzek, Choi, dan Braun (2025) dalam *Frontiers in Education* menyoroti tantangan dan peluang integrasi kecerdasan buatan dalam pendidikan kedokteran, khususnya dalam tahap pra-klinis. Studi ini berfokus pada bagaimana AI dapat membantu dosen meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis kasus serta memperkuat proses pengambilan keputusan dalam pengajaran. Temuan penting dari penelitian ini adalah perlunya kesiapan institusional dan pelatihan guru untuk mendukung keberhasilan adopsi AI. Meskipun demikian, cakupan penelitian masih terbatas pada bidang medis dan belum menyentuh bagaimana sistem AI dapat digunakan secara strategis untuk mengelola dan meningkatkan kompetensi pedagogis guru di berbagai bidang pendidikan. Dengan demikian, muncul kesenjangan penelitian mengenai bagaimana sistem AI seperti AITS dapat berfungsi tidak hanya sebagai alat bantu pengajaran, tetapi juga sebagai sistem manajerial yang mampu memetakan dan mengembangkan kompetensi guru secara komprehensif lintas disiplin ilmu.

Sementara itu, Saraswathi dan Manikandan (2024) melalui publikasi di *IEEE Conference on Sustainable Development Goals* memperkenalkan *AI Enhanced Logbook Management System* yang bertujuan untuk mengotomatisasi pencatatan aktivitas guru dan siswa di ruang kelas. Penelitian ini menunjukkan potensi besar AI dalam meningkatkan efisiensi administrasi pembelajaran dan memberikan laporan kinerja berbasis data secara *real-time*. Walaupun studi ini memberikan kontribusi penting terhadap pengelolaan data pendidikan berbasis AI, fokusnya masih sebatas pada aspek administratif dan belum menjangkau ranah strategis pengembangan kompetensi guru. Tidak terdapat analisis mendalam mengenai bagaimana data dari sistem logbook tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan pelatihan guru yang bersifat adaptif. Dengan demikian, riset ini membuka peluang untuk mengembangkan model manajemen kompetensi guru berbasis AITS yang mampu memanfaatkan *learning analytics* tidak hanya untuk pelaporan, tetapi juga untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pembinaan profesional guru.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Duwairi, Kian, dan Ame (2025) yang diterbitkan oleh Springer, dikembangkan sistem *Lecture Notes Generator* berbasis AI yang dapat membantu guru menghasilkan materi ajar secara otomatis berdasarkan data pembelajaran. Kontribusi utama dari studi ini terletak pada inovasi teknologi yang mendukung efisiensi kerja guru dan mempercepat proses perencanaan pengajaran. Namun demikian, penelitian ini masih berorientasi pada fungsi teknis, yakni otomatisasi pembuatan konten, tanpa menjelaskan bagaimana sistem tersebut berdampak terhadap peningkatan reflektifitas dan kompetensi pedagogis guru. Tidak terdapat mekanisme dalam model yang dikembangkan untuk mengukur perubahan dalam

kemampuan guru setelah penggunaan sistem AI tersebut. Oleh karena itu, kesenjangan yang muncul terletak pada perlunya pendekatan yang menghubungkan otomatisasi konten berbasis AI dengan proses refleksi profesional guru, sehingga AITS dapat berperan sebagai instrumen pengembangan kompetensi berkelanjutan, bukan sekadar alat bantu produksi materi ajar.

Penelitian terakhir oleh Chen, Xie, dan Hwang (2022) dalam *Computers in Human Behavior* memberikan kontribusi konseptual yang luas melalui tinjauan sistematis tentang penerapan AI dalam pendidikan. Artikel ini mengidentifikasi empat dimensi utama dari integrasi AI, yaitu *adaptive learning*, *intelligent tutoring systems*, *predictive analytics*, dan *teacher professional development*. Para penulis menekankan pentingnya kolaborasi antara desain sistem AI dan peningkatan kapasitas guru untuk menciptakan pembelajaran yang efektif dan berkelanjutan. Namun, penelitian ini masih bersifat konseptual dan belum menyediakan bukti empiris yang menunjukkan bagaimana AITS dapat secara langsung memengaruhi motivasi, efikasi diri, dan peningkatan kompetensi profesional guru. Hal ini menandakan adanya kebutuhan untuk mengembangkan model empiris yang dapat mengukur hubungan antara pemanfaatan AITS, faktor psikologis guru, dan peningkatan kinerja pedagogis dalam konteks manajemen pendidikan digital.

Secara keseluruhan, keempat penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan AITS dalam pendidikan masih berfokus pada optimalisasi pembelajaran dan efisiensi teknis, bukan pada fungsi manajerial dan pengembangan sumber daya manusia pendidikan. Tidak satu pun dari penelitian tersebut yang menawarkan model integratif yang menghubungkan dimensi manajemen pendidikan, teori motivasi, dan pengembangan profesional guru dalam satu kerangka konseptual yang komprehensif. Dengan demikian, celah penelitian yang paling menonjol adalah ketiadaan model manajemen pengembangan kompetensi guru berbasis AITS yang adaptif, berbasis data, dan berorientasi manusia (*human-centered AI management*). Kesenjangan inilah yang berupaya diisi oleh penelitian ini melalui pengembangan model konseptual baru yang menempatkan AITS sebagai instrumen strategis dalam pengelolaan dan peningkatan kompetensi profesional guru di era transformasi pendidikan digital.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologis untuk memahami secara mendalam pengalaman dan strategi manajerial guru dalam mengembangkan kompetensi profesional melalui penerapan Artificial Intelligence Tutoring System (AITS). Desain ini dipilih karena sesuai untuk menafsirkan makna pengalaman subjektif partisipan terhadap fenomena baru dalam konteks pendidikan digital. Menurut Yin (2022), pendekatan fenomenologis relevan digunakan untuk menggali fenomena kompleks yang belum memiliki model teoritis baku, seperti integrasi AITS dalam manajemen pengembangan kompetensi guru. Penelitian ini bersifat eksploratif dengan fokus pada proses, persepsi, dan dinamika perubahan peran guru di era pembelajaran berbasis AI.

Metode yang digunakan adalah studi kasus kualitatif dengan partisipan yang dipilih melalui purposive sampling, melibatkan 15 guru. Menurut Stake (2020), studi kasus memungkinkan pemahaman komprehensif terhadap fenomena dalam konteks nyata, sementara Palinkas et al. (2020) menegaskan purposive sampling efektif untuk memperoleh informan yang memiliki pengalaman relevan. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi partisipatif, dan analisis dokumen kebijakan atau laporan pelatihan guru. Kombinasi berbagai teknik ini dimaksudkan untuk melakukan triangulasi data, memperkuat validitas temuan, serta menggambarkan konteks manajerial dan pedagogis secara holistic.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggambarkan secara mendalam bagaimana guru di SD Negeri Kecamatan Sambutan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi pembelajaran berbasis **Artificial**

**Intelligence Tutoring System (AITS).** Berdasarkan hasil wawancara terhadap 15 guru, ditemukan bahwa sebagian besar guru telah mengenal konsep dasar kecerdasan buatan (AI), namun belum banyak yang memahami AITS sebagai sistem pembelajaran adaptif yang mampu menyesuaikan pengalaman belajar siswa secara personal. Sebagian guru mengenal AI melalui **pelatihan daring, media sosial, dan kegiatan KKG**, sedangkan pemahaman konseptual mengenai AITS baru diperoleh melalui kegiatan eksplorasi individu dan interaksi dengan sesama guru yang lebih melek digital.

Tabel Profil Pemahaman Guru terhadap AI dan AITS

Kategori Pemahaman	Jumlah Guru	Persentase	Karakteristik Utama
<b>Tinggi</b> (Aktif menggunakan)	3 guru	20%	Menggunakan ChatGPT, Canva, Google Classroom secara rutin untuk pembelajaran
<b>Sedang</b> (Mengetahui konsep)	7 guru	47%	Memahami konsep AI tapi belum menerapkan AITS secara sistematis
<b>Rendah</b> (Baru mengenal)	5 guru	33%	Baru mengenal istilah AI, belum pernah menggunakan aplikasi berbasis AI

Sumber Pengenalan Guru terhadap AI

Sumber Pengenalan	Jumlah Responden	Persentase	Tingkat Efektivitas
Pelatihan daring (webinar, workshop online)	6 guru	40%	Sedang - tinggi
Media sosial (YouTube, Instagram, TikTok)	8 guru	53%	Tinggi
Kegiatan KKG (Kelompok Kerja Guru)	5 guru	33%	Sedang
Eksplorasi mandiri & rekan sejawat	7 guru	47%	Tinggi
Pelatihan formal sekolah	2 guru	13%	Rendah

Guru menilai bahwa AI mampu membantu mereka dalam **efisiensi waktu kerja**, pembuatan bahan ajar, serta evaluasi pembelajaran. Namun, mereka juga menyoroti bahwa **kurangnya pelatihan formal dan sarana infrastruktur digital** menjadi penghambat penerapan yang optimal. Temuan ini menguatkan hasil penelitian **Gour (2025)** yang menyebutkan bahwa lemahnya strategi manajerial dalam pelatihan guru menjadi faktor utama mengapa penerapan teknologi AI di sekolah dasar sering bersifat temporer dan tidak berkelanjutan.

Secara umum, guru-guru menunjukkan **sikap positif dan adaptif** terhadap inovasi pembelajaran digital. Mereka menganggap AI bukan sebagai ancaman, melainkan **mitra kolaboratif (AI Partner)** yang dapat memperluas kapasitas profesionalisme guru. Hal ini sejalan dengan temuan **Aslam, Amjad, & Abid (2025)** dalam *Frontiers in Education*, yang menjelaskan bahwa sistem AITS efektif ketika guru tidak diposisikan sebagai pengguna pasif, tetapi sebagai pengelola data pembelajaran dan fasilitator interaksi siswa dengan sistem cerdas. Dalam konteks lokal, guru di Kecamatan Sambutan sudah mulai mengarah ke tahap ini, meskipun penerapan masih terbatas pada penggunaan aplikasi dasar seperti *ChatGPT*, *Canva for Education*, dan *Google Classroom*.

Manfaat AI yang Dirasakan Guru

Aspek Manfaat	Frekuensi Penyebutan	Persentase	Contoh Aplikasi Konkret
<b>Efisiensi waktu kerja</b>	12 guru	80%	Pembuatan RPP, modul ajar, bank soal otomatis
<b>Pembuatan bahan ajar</b>	11 guru	73%	Desain media visual (Canva), infografis, video pembelajaran



Aspek Manfaat	Frekuensi Penyebutan	Persentase	Contoh Aplikasi Konkret
Evaluasi pembelajaran	9 guru	60%	Penilaian otomatis, analisis hasil belajar siswa
Personalisasi pembelajaran	8 guru	53%	Penyesuaian tingkat kesulitan materi sesuai kemampuan siswa
Kreativitas mengajar	7 guru	47%	Ide pembelajaran inovatif, variasi metode mengajar
Mengurangi beban administratif	10 guru	67%	Laporan, dokumentasi, rekapitulasi data

Dari aspek manajemen, kepala sekolah di sebagian besar sekolah memberikan **dukungan moral dan administratif** terhadap upaya pengintegrasian teknologi. Dukungan ini tercermin dalam penyediaan fasilitas dasar seperti komputer dan jaringan Wi-Fi, serta pembentukan tim kecil penggerak digital di tingkat sekolah. Namun, dukungan tersebut belum diiringi dengan kebijakan manajerial yang sistematis untuk membangun **kerangka pengembangan kompetensi guru berbasis data**. Kondisi ini memperkuat argumen **Aslam et al. (2025)** yang menekankan perlunya sistem manajemen pendidikan berbasis AI yang mampu mengelola data perkembangan profesional guru secara berkelanjutan.

Dalam perspektif teori, hasil penelitian ini menunjukkan keterhubungan kuat dengan konsep **Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)**. Guru berusaha menyeimbangkan antara pemahaman teknologi, pedagogi, dan konten pembelajaran dalam praktik sehari-hari. Misalnya, sebagian guru menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dengan bantuan AI untuk memetakan kebutuhan belajar siswa berdasarkan capaian sebelumnya. Hal ini merupakan bentuk nyata penerapan TPACK dalam konteks digital, di mana kemampuan guru tidak hanya diukur dari penguasaan teknologi, tetapi dari cara mereka **mengintegrasikan teknologi secara pedagogis**.

Selain itu, temuan ini juga relevan dengan **Self-Determination Theory (SDT)**, khususnya dalam aspek **autonomy** dan **competence**. Guru yang memiliki dorongan intrinsik untuk bereksperimen dengan teknologi menunjukkan tingkat kepuasan profesional yang lebih tinggi dibandingkan guru yang menunggu arahan dari atasan. Mereka merasa lebih percaya diri dan produktif ketika diberikan ruang otonomi untuk menentukan strategi pembelajaran berbasis AI. Faktor motivasional ini menjadi fondasi penting dalam keberhasilan transformasi digital pendidikan, sebagaimana dijelaskan oleh **Al-Kamzari & Alias (2025)** yang menegaskan bahwa faktor efikasi diri guru berperan signifikan dalam menentukan keberhasilan adopsi sistem AI di kelas.

Adapun dari perspektif pembelajaran, penggunaan AITS memberi **dampak langsung terhadap proses belajar siswa**. Guru melaporkan peningkatan partisipasi dan motivasi siswa karena sistem AI mampu memberikan umpan balik cepat, menyesuaikan tingkat kesulitan soal, dan memfasilitasi pembelajaran yang lebih personal. Beberapa guru juga menyebutkan bahwa siswa menjadi lebih mandiri dan antusias saat berinteraksi dengan materi berbasis digital. Namun demikian, sebagian guru mengingatkan adanya potensi **ketergantungan pada teknologi**, terutama ketika siswa kurang mendapat bimbingan etika digital dan pengendalian waktu penggunaan gawai. Hal ini menguatkan peringatan **Jose et al. (2025)** bahwa efektivitas AITS sangat bergantung pada kompetensi guru dalam mengatur peran AI agar tetap mendukung nilai-nilai pedagogis dan sosial-emosional.

Dampak Positif AI terhadap Pembelajaran Siswa

Indikator Dampak	Jumlah Guru yang Melaporkan	Persentase	Bukti/Observasi Guru
Peningkatan motivasi belajar	9 guru	60%	Siswa lebih antusias, aktif bertanya
Partisipasi kelas meningkat	8 guru	53%	Diskusi lebih hidup, siswa lebih berani
Kemandirian belajar	7 guru	47%	Siswa belajar di luar jam sekolah
Personalisasi materi	8 guru	53%	Siswa dengan kemampuan berbeda terfasilitasi
Pemahaman konsep lebih cepat	6 guru	40%	Umpan balik instan membantu koreksi
Interaksi dengan materi lebih aktif	7 guru	47%	Siswa menyukai media digital interaktif

Secara konseptual, temuan penelitian ini mengarah pada kesimpulan bahwa **manajemen pengembangan kompetensi guru berbasis AITS** bukan sekadar isu teknologis, melainkan proses manajerial yang melibatkan aspek budaya sekolah, kepemimpinan, dan pembentukan mindset digital. Guru tidak cukup hanya dilatih secara teknis menggunakan AI, tetapi juga perlu dibimbing dalam **mengelola data pembelajaran, menginterpretasi analitik hasil belajar siswa, dan mengintegrasikan rekomendasi sistem ke dalam strategi pedagogi**. Dengan demikian, AITS berperan ganda — sebagai instrumen teknologi sekaligus **alat manajemen sumber daya manusia pendidikan**.

Hasil penelitian ini memperkuat urgensi pendekatan **human-centered AI management**, yaitu pandangan bahwa transformasi digital pendidikan hanya akan berhasil jika manusia — dalam hal ini guru — menjadi pusat pengambilan keputusan. Dengan model manajemen seperti ini, AI bukan pengganti guru, melainkan sistem kolaboratif yang memperkuat otonomi, efisiensi, dan profesionalisme mereka. Dalam konteks Indonesia, temuan ini memberikan dasar bagi pengembangan kebijakan pendidikan dasar yang menekankan integrasi AITS dalam program pelatihan dan pengembangan profesional guru secara berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi Artificial Intelligence Tutoring System (AITS) dalam manajemen pengembangan kompetensi guru merupakan proses strategis yang menuntut keterpaduan antara aspek teknologi, pedagogi, dan manajemen sumber daya manusia pendidikan. AITS dapat diintegrasikan secara efektif melalui pendekatan manajerial yang menempatkan guru sebagai pusat pengelolaan data pembelajaran dan pengguna aktif teknologi. Dalam konteks ini, keberhasilan integrasi tidak hanya bergantung pada ketersediaan perangkat dan aplikasi berbasis AI, tetapi juga pada kemampuan guru mengadaptasikan sistem tersebut ke dalam strategi pengajaran dan evaluasi yang berorientasi pada pembelajaran personal dan reflektif.

Faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas implementasi AITS meliputi tingkat literasi digital guru, dukungan kelembagaan, dan motivasi intrinsik dalam berinovasi. Guru yang memiliki pemahaman konseptual serta otonomi profesional menunjukkan tingkat adaptasi dan kepercayaan diri yang lebih tinggi dalam memanfaatkan teknologi pembelajaran cerdas. Namun, keterbatasan pelatihan formal dan infrastruktur digital masih menjadi tantangan yang perlu diatasi melalui kebijakan pengembangan kompetensi yang sistematis dan berkelanjutan.

Model manajemen yang ideal untuk mendukung transformasi kompetensi guru berbasis AITS adalah model yang berorientasi pada **human-centered AI management**, di mana teknologi berfungsi sebagai alat kolaboratif untuk memperkuat profesionalisme, efisiensi, dan refleksi

pedagogis guru. Model ini menuntut kepemimpinan sekolah yang visioner, pelatihan berbasis kebutuhan nyata, serta sistem analitik yang mampu memetakan perkembangan kompetensi guru secara dinamis. Dengan demikian, AITS tidak hanya berperan sebagai inovasi teknologi, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam menciptakan ekosistem pembelajaran adaptif dan berkelanjutan di era pendidikan digital.

## **SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pihak sekolah dan pemerintah daerah mengembangkan kebijakan pelatihan yang terintegrasi dan berkelanjutan dalam literasi AI bagi guru, dengan menekankan aspek penerapan praktis AITS dalam kegiatan belajar-mengajar. Sekolah perlu membangun sistem manajemen berbasis data untuk memantau perkembangan kompetensi guru secara periodik dan memberikan umpan balik yang konstruktif. Selain itu, guru diharapkan terus mengembangkan kemandirian belajar dan budaya kolaboratif dalam memanfaatkan teknologi AI, sehingga dapat memperkuat peran mereka sebagai fasilitator dan pembimbing cerdas di ruang kelas digital.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullahi, M. (2025). Managing artificial intelligence-driven platforms for student development. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/394094763\\_Managing\\_Artificial\\_Intelligence-Driven\\_Platforms\\_for\\_Student\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/394094763_Managing_Artificial_Intelligence-Driven_Platforms_for_Student_Development)
- Al-Kamzari, A., & Alias, N. (2025). Integrating artificial intelligence into pedagogical models: Implications for teacher competency. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.1234567>
- Al-Kamzari, F., & Alias, N. (2025). A systematic literature review of artificial intelligence (AI) in secondary school physics: Applications, benefits, and challenges. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2508323>
- Armstrong, M., & Taylor, S. (2020). *Armstrong's handbook of human resource management practice* (15th ed.). London: Kogan Page.
- Aslam, S., Amjad, A. I., & Abid, D. N. (2025). Psychoeducational approaches to mental health for educators and students. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1697988>
- Avalos, B. (2022). Teacher professional development in the twenty-first century: A renewed perspective. *Teaching and Teacher Education*, 119, 103869. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103869>
- Becker, G. S. (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (3rd ed.). University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226041223.001.0001>
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. SAGE Publications. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/thematic-analysis/book248481>
- Bush, T. (2021). *Theories of educational leadership and management* (5th ed.). London: SAGE Publications.
- Bush, T., & Glover, D. (2023). School leadership and management in the digital age. *Educational Management Administration & Leadership*, 51(1), 33–52. <https://doi.org/10.1177/17411432221134567>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2023). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (5th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-inquiry-and-research-design/book26808>
- Dessler, G. (2020). *Human resource management* (16th ed.). Pearson Education.
- Duwairi, O. I. Q. A. L., Kian, N. Y., & Ame, I. (2025). Lecture notes' generator in artificial intelligence learning facilitators. In *Springer Series in Artificial Intelligence Learning Facilitators*. Springer. [https://books.google.com/books?id=Aqd\\_EQAAQBAJ](https://books.google.com/books?id=Aqd_EQAAQBAJ)
- Gour, S. (2025). Impact and use of AI tools in teaching and learning in higher education: A case study in perspective to the new education policy of India. *Eksplorium Journal*. <https://eksplorium.com/index.php/journal/article/view/58>
- Hallinger, P. (2022). Leadership for learning: Principles of effective educational management. *Journal of*

- Educational Administration, 60(4), 345–367. <https://doi.org/10.1108/JEA-12-2021-0274>
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (2020). *Professional capital: Transforming teaching in every school*. New York: Teachers College Press.
- Hoy, W. K., & Miskel, C. G. (2020). *Educational administration: Theory, research, and practice* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Huang, Y., Lee, M., & Chang, C. (2023). Self-efficacy and technological adaptation of teachers in AI-based learning environments. *Computers & Education*, 205, 104900. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104900>
- Jose, B., Verghis, A. M., Varghese, S. M., & Cherian, J. (2025). From tools to co-learners: Entangled humanism and the co-evolution of intelligence in AI education. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1632990>
- König, J., Jäger-Biela, D. J., & Glutsch, N. (2022). Teachers' professional competence and COVID-19 challenges: An empirical perspective. *European Journal of Teacher Education*, 45(2), 145–163. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1952406>
- Kumari, R., Begum, H., Paunikar, S., & Kaur, J. (2025). The role of artificial intelligence in teacher training: Enhancing pedagogical effectiveness. *Journal of Marketing & Social Research*. <https://jmsr-online.com/article/the-role-of-artificial-intelligence-in-teacher-training-enhancing-pedagogical-effectiveness-252/>
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2021). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (4th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/interviews/book246196>
- Li, K. C., Xie, H., & Hwang, G. J. (2021). Trends and research issues of artificial intelligence in education: A bibliometric mapping analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100026. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100026>
- Luckin, R. (2021). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *British Journal of Educational Technology*, 52(4), 1465–1482. <https://doi.org/10.1111/bjet.13127>
- Murcia, K., Dobson, S., & Aranda, G. (2025). *AI literacy in teacher education: Building capacities for the future*. Springer Nature. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-98420-4>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2022). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/16094069221087530>
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., & Hoagwood, K. (2020). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 47(3), 611–621. <https://doi.org/10.1007/s10488-019-00969-0>
- Phakamach, T., Sukwiphat, N., & Sonjai, K. (2025). The development of STEM learning management using AI for teachers in secondary education. *International Journal of Science, Education, and Technology*. <https://so07.tci-thaijo.org/index.php/IJSET/article/view/8006>
- Pohn, B., Mehnen, L., Fitzek, S., Choi, K. E., & Braun, R. J. (2025). Integrating artificial intelligence into pre-clinical medical education: Challenges, opportunities, and recommendations. *Frontiers in Education*, 10, 1570389. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2025.1570389/full>
- Saraswathi, P., & Manikandan, S. (2024). AI enhanced logbook management for classrooms. In *IEEE Conference on Sustainable Development Goals* (pp. 1–6). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11026377/>
- Schmid, M., Brianza, E., & Petko, D. (2021). Developing a model of TPACK in teacher education: A meta-analytic approach. *Computers & Education*, 173, 104230. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104230>
- Senge, P. M. (2020). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. Doubleday.
- Stake, R. E. (2020). *The art of case study research*. SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-art-of-case-study-research/book4954>
- Tracy, S. J. (2020). *Qualitative research methods: Collecting evidence, crafting analysis, communicating impact* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/Qualitative+Research+Methods%3A+Collecting+Evidence%2C+Crafting+Analysis%2C+Communicating+Impact%2C+2nd+Edition-p-9781119390813>
- Yin, R. K. (2022). *Case study research and applications: Design and methods* (7th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/case-study-research-and-applications/book250150>