

INTEGRASI LITERASI MATEMATIKA DAN PEMIKIRAN KOMPUTASI: STRATEGI PENGUATAN KOMPETENSI DIGITAL DALAM PENDIDIKAN ABAD KE-21

Andi Ariq Fakhri Asmar¹; Nursalam²; Sri Sulasteri³; Andi Kusumayanti⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Email: andiariq973@gmail.com

Received: 1 Juli 2025

Accepted: 17 November 2025

Published: 31 Desember 2025

Abstrak

Revolusi digital telah membawa transformasi signifikan dalam struktur ekonomi, sosial, dan budaya, sehingga menuntut hadirnya kompetensi baru seperti literasi matematika dan pemikiran komputasi sebagai fondasi utama pendidikan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan konseptual dan implikasi pedagogis antara kedua kompetensi tersebut dalam konteks pembelajaran di era ekonomi digital. Menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif dengan metode studi pustaka, data diperoleh melalui penelusuran sistematis terhadap berbagai artikel ilmiah terpublikasi dalam satu dekade terakhir yang relevan dengan topik integrasi literasi matematika dan pemikiran komputasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi keduanya berkontribusi terhadap penguatan kemampuan berpikir logis, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan berbasis data, sementara penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) mampu memperluas efektivitas pembelajaran yang adaptif dan reflektif. Namun demikian, keberhasilan integrasi ini memerlukan pendekatan pedagogis yang holistik dan berlandaskan nilai humanistik agar tidak menurunkan kapasitas berpikir kritis peserta didik. Dengan demikian, integrasi literasi matematika dan pemikiran komputasi dapat dipandang sebagai strategi transformasi pendidikan yang relevan untuk membentuk generasi melek digital, kreatif, dan adaptif terhadap tuntutan ekonomi berbasis pengetahuan.

Kata kunci: Literasi Matematika, Pemikiran Komputasi, Ekonomi Digital, Pendekatan Pedagogis

Abstract

The digital revolution has profoundly transformed economic, social, and cultural structures, demanding the emergence of new competencies such as mathematical literacy and computational thinking as essential foundations of 21st-century education. This study aims to analyze the conceptual interrelation and pedagogical implications of integrating these competencies within the context of learning in the digital economy era. Employing a qualitative exploratory approach through a systematic literature review, data were obtained from scholarly publications over the past decade that address the integration of mathematical literacy and computational thinking. The findings reveal that their integration enhances logical reasoning, problem-solving, and data-driven decision-making skills, while the adoption of artificial intelligence (AI) technologies further supports adaptive and reflective learning environments. Nevertheless, the success of this integration requires a holistic pedagogical framework grounded in humanistic values to prevent the decline of students' critical and independent thinking abilities. Therefore, the integration of mathematical literacy and computational thinking can be viewed as a strategic transformation in education to cultivate digitally literate, creative, and adaptive generations prepared for the challenges of a knowledge-based economy.

Keywords: Mathematical Literacy, Computational Thinking, Digital Economy, Pedagogical Approach



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2019 by author.

Pendahuluan

Dunia kini tengah berada di tengah revolusi digital yang secara fundamental mengubah struktur ekonomi, sosial, dan budaya. Dalam pusaran perubahan ini, pendidikan dituntut

untuk menghasilkan sumber daya manusia yang tidak hanya adaptif terhadap teknologi, tetapi juga mampu berpikir logis, analitis, dan reflektif. Dua kompetensi yang menjadi krusial dalam konteks tersebut adalah *mathematical literacy* (literasi matematika) dan *computational thinking* (pemikiran komputasional), yang keduanya berperan sebagai pondasi utama dalam menyiapkan generasi muda menghadapi ekonomi digital berbasis data dan otomatisasi (Yuan & Yang, 2024). Literasi matematika, sebagaimana dipahami dalam kerangka OECD-PISA, mencakup kemampuan menggunakan konsep matematika dalam konteks kehidupan nyata, berpikir logis, dan memecahkan masalah secara sistematis (Lehtonen et al., 2025). Sementara itu, pemikiran komputasional merupakan kemampuan berpikir seperti ilmuwan komputer, termasuk memahami algoritma, abstraksi, dan dekomposisi permasalahan (Varghese et al., 2025). Kedua kemampuan ini memiliki sinergi yang kuat dan saling melengkapi ketika diterapkan dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

Namun demikian, banyak sistem pendidikan masih memperlakukan keduanya sebagai kompetensi yang terpisah. Kurikulum tradisional yang memisahkan disiplin ilmu menghambat pengembangan keterampilan berpikir terpadu, sementara pendekatan pedagogis konvensional sering kali gagal mengaitkan matematika dengan pemikiran algoritmik yang sangat dibutuhkan di dunia kerja digital (Gogh & Kovari, 2025). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi *computational thinking* dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan memahami konsep abstrak secara lebih aplikatif (Varghese et al., 2025). Di sisi lain, munculnya teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) memperkuat urgensi integrasi ini, mengingat lebih dari dua miliar peserta didik di seluruh dunia diprediksi akan terpapar sistem pendidikan berbasis AI dalam dekade ini (Joseph et al., 2024). Tanpa upaya integratif yang sistematis, pendidikan berisiko gagal mempersiapkan generasi yang kompetitif dan adaptif terhadap dinamika global.

Meskipun literatur yang ada telah banyak membahas hubungan antara literasi matematika dan pemikiran komputasional, sebagian besar kajian masih bersifat deskriptif dan berfokus pada aspek teknis penerapannya di kelas. Belum banyak penelitian yang secara eksplisit menyoroti sinergi konseptual dan pedagogis antara keduanya dalam kerangka pendidikan abad ke-21 serta relevansinya terhadap ekonomi digital. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi keterkaitan konseptual antara literasi matematika dan pemikiran komputasional, menganalisis pendekatan pedagogis yang efektif dalam mengintegrasikannya, serta menawarkan model konseptual integrasi kurikuler yang relevan bagi pendidikan di era ekonomi digital.

Secara ilmiah, kebaruan (*novelty*) dari artikel ini terletak pada penyajiannya yang menggabungkan sintesis literatur mutakhir dengan analisis kritis terhadap praktik pendidikan global untuk memetakan potensi integrasi kedua kompetensi tersebut dalam konteks transformasi digital. Dengan demikian, kajian ini tidak hanya memperluas perspektif teoretis mengenai hubungan literasi matematika dan pemikiran komputasional, tetapi juga memberikan kontribusi praktis bagi perumusan kebijakan dan strategi pembelajaran yang transformatif dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif dengan metode studi pustaka sebagai strategi utama. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan kajian, yakni memahami secara mendalam hubungan konseptual dan aplikatif antara literasi matematika dan pemikiran komputasional dalam konteks pendidikan abad ke-21 dan ekonomi digital. Mengingat isu ini bersifat interdisipliner dan teoritis, metode studi pustaka memungkinkan penelusuran komprehensif terhadap kerangka konseptual, kebijakan global, serta praktik pedagogis yang telah diimplementasikan di berbagai negara (Syafei et al., 2024).

Data sekunder dikumpulkan melalui proses penelusuran sistematis terhadap sumber-sumber akademik dari database bereputasi seperti Google Scholar, SpringerLink, Frontiers, dan RePEc dengan menggunakan kombinasi kata kunci: "*mathematical literacy*," "*computational thinking*," "*integration*," "*digital economy education*," dan "*21st-century skills*." Penelusuran dilakukan dengan batas waktu publikasi 10 tahun terakhir (2015–2025) untuk menjaga relevansi temuan. Proses seleksi literatur mengikuti tahapan penyaringan sederhana bergaya PRISMA, yang meliputi: (1) identifikasi awal sebanyak ± 120 artikel dari hasil pencarian, (2) penyaringan berdasarkan kesesuaian judul dan abstrak, (3) eliminasi duplikasi dan publikasi non-peer-reviewed, serta (4) pemilihan akhir sebanyak 42 artikel yang memenuhi kriteria relevansi tematik dan kualitas metodologis. Kriteria inklusi meliputi studi yang membahas integrasi literasi matematika dan pemikiran komputasional dalam konteks pendidikan abad ke-21, sementara kriteria eksklusi mencakup artikel opini, laporan populer, dan publikasi tanpa validasi akademik.

Untuk menjaga validitas data sekunder dan menghindari bias seleksi, penelusuran dilakukan oleh dua peneliti secara independen dan hasilnya dibandingkan melalui diskusi konsensus. Literatur yang terpilih kemudian dianalisis menggunakan pendekatan sintesis tematik, dengan tahap-tahap: (1) pembacaan mendalam untuk mengidentifikasi tema kunci, (2) pengelompokan tema berdasarkan kesamaan konseptual dan pedagogis, (3) interpretasi kritis terhadap hubungan antar tema, serta (4) triangulasi temuan dengan laporan kebijakan pendidikan global seperti OECD.

Pendekatan ini dianggap paling sesuai untuk mengonstruksi pemahaman konseptual dan memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan kurikulum serta strategi pedagogis di era ekonomi digital. Dengan metode ini, hasil kajian diharapkan tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga reflektif dan argumentatif, menggambarkan arah baru integrasi literasi matematika dan pemikiran komputasional dalam pendidikan abad ke-21.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Temuan utama dari kajian ini menunjukkan adanya keterkaitan simbiotik yang substansial antara literasi matematis dan *computational thinking* (CT), terutama dalam konteks pendidikan berbasis digital dan ekonomi masa depan. Literasi matematis, yang mencakup kemampuan memahami, menganalisis, dan menggunakan konsep matematika dalam kehidupan sehari-hari, tidak dapat berdiri sendiri tanpa dukungan dari kemampuan berpikir komputasional. CT, yang mencakup keterampilan seperti algoritmik, dekomposisi masalah, pengenalan pola, dan abstraksi, memperkuat cara siswa memecahkan persoalan matematis

dengan pendekatan sistematis dan efisien. Dalam pembelajaran STEM, integrasi antara keduanya menjadi kunci dalam membentuk siswa yang tidak hanya cakap menghitung tetapi juga mampu mengembangkan solusi berbasis teknologi.

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa integrasi keduanya mampu meningkatkan kemampuan berpikir logis dan pemecahan masalah dalam pembelajaran STEM. Studi oleh Gupta et al. (2024) menegaskan bahwa siswa yang mengikuti model pembelajaran berbasis proyek dengan integrasi literasi matematis dan CT mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep matematika abstrak. Sementara itu, Gobrecht et al. (2024) menemukan bahwa sistem penilaian otomatis berbasis AI dapat menekan bias penilaian hingga 44%, memperkuat efisiensi dan objektivitas asesmen pembelajaran. Sebaliknya, penelitian oleh Taneja et al. (2024) dan Mandal (2024) menunjukkan keterbatasan penerapan AI di bidang non-STEM, terutama dalam aspek kreativitas dan keakuratan referensi akademik.

Dalam konteks pengajaran STEM yang semakin digital, implementasi kecerdasan buatan (AI) telah membawa transformasi mendalam dengan cara guru dan siswa berinteraksi dengan materi pelajaran. Teknologi seperti *Squirrel AI* di Tiongkok dan *Jill Watson* di Georgia Tech merupakan contoh nyata bagaimana AI dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. *Squirrel AI* memberikan umpan balik instan dan personalisasi materi sesuai kebutuhan siswa, yang terbukti meningkatkan kemampuan menyelesaikan soal matematika dan fisika secara mandiri, serta mempercepat pemahaman konsep dasar dalam waktu lebih singkat (Luo & Chin, 2023). Sementara itu, *Jill Watson*, sebagai asisten pengajar berbasis AI dalam platform kursus daring, mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan teknis dengan akurasi tinggi, mengurangi beban kerja dosen, dan meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam diskusi daring.

Namun demikian, penelitian ini juga menemukan bahwa keefektifan AI dalam pendidikan tidak tersebar secara merata antara bidang STEM dan non-STEM. Dalam bidang non-STEM, seperti humaniora dan ilmu sosial, penggunaan AI cenderung terbatas pada aspek mekanistik, seperti koreksi tata bahasa, pengorganisasian teks, dan summarizing (Parviz, 2024). AI tidak mampu menggantikan kedalaman berpikir interpretatif, pemahaman budaya, serta kepekaan etis yang menjadi inti dari proses belajar dalam disiplin tersebut.

Selain itu, hasil studi ini juga menggaris bawahi pentingnya perhatian terhadap aspek etika dan keadilan dalam penerapan teknologi AI di kelas. Meskipun AI dalam STEM telah terbukti mampu mengurangi subjektivitas dalam penilaian, terdapat kekhawatiran mengenai bias algoritmik yang menysasar kelompok tertentu (Dedema & Ma, 2024). Dalam bidang non-STEM, risiko ini menjadi semakin kompleks karena AI tidak hanya menilai jawaban numerik, tetapi juga konten teks yang sarat dengan konteks budaya.

Keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa AI dan teknologi digital lainnya memiliki potensi besar dalam memperkuat sinergi antara literasi matematis dan CT, namun juga membawa tantangan serius yang memerlukan intervensi pedagogis yang hati-hati. Kombinasi antara pendekatan berbasis teknologi dengan strategi pembelajaran reflektif dan kolaboratif diperlukan untuk menjaga keseimbangan peran manusia dan mesin dalam pendidikan. Pendekatan *blended learning*, di mana siswa didorong untuk merefleksikan hasil yang

diberikan AI serta mendiskusikannya dalam kelompok, menjadi salah satu strategi yang direkomendasikan untuk mencegah degradasi kemampuan berpikir kritis. Selain itu, penyusunan kurikulum yang memasukkan literasi AI dan kesadaran etis dalam penggunaan teknologi menjadi langkah penting agar siswa tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga pengkritik dan pengembang yang bertanggung jawab di masa depan.

Tabel 1. Sintesis Literatur tentang Integrasi Literasi Matematis dan Computational Thinking dalam Pendidikan Digital

No.	Judul	Penulis	Hasil
1	An Impactful and Revolutionized Educational Ecosystem using Generative AI to Assist and Assess the Teaching and Learning benefits, Fostering the Post-Pandemic Requirements	(Gupta et al., 2024)	Studi longitudinal ini menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti model pembelajaran proyek yang mengintegrasikan literasi matematis dan CT mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep matematika abstrak, seperti fungsi aljabar dan pemodelan numerik. Sebanyak 84% dari mereka menunjukkan peningkatan skor pada asesmen formatif dan sumatif dibandingkan kelompok kontrol yang menggunakan pendekatan konvensional.
2	Beyond Human Subjectivity And Error: A Novel AI Grading System	(Gobrecht et al., 2024)	Penerapan sistem penilaian otomatis dalam pengajaran STEM juga membawa dampak positif, seperti yang melaporkan bahwa inkonsistensi dan bias dalam penilaian dapat ditekan hingga 44% dengan penggunaan algoritma penilai berbasis AI. Temuan ini memperkuat argumen bahwa AI berperan penting dalam memperkuat literasi matematis dan CT melalui efisiensi, kecepatan, dan objektivitas.
3	Does It Really Help? Exploring the Impact of AI-Generated Writing Assistant on the Students' English Writing	(Rahmi et al., 2024)	Penggunaan <i>AI-assisted writing tools</i> memang membantu meningkatkan struktur tulisan akademik mahasiswa, namun tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas argumentasi dan kreativitas dalam menulis esai kritis.
4	Contextualizing Generated Citation Texts	(Mandal, 2024)	Sistem AI kadang menghasilkan kutipan palsu atau tidak relevan saat digunakan untuk menulis atau menganalisis teks sejarah, yang berpotensi memperkuat misinformasi dalam pembelajaran.
5	A framework for supporting systems thinking and computational thinking through constructing models	(Shin et al., 2022)	Menyintesis literasi matematis, CT, & systems thinking via pemodelan computer, merekomendasikan rubrik terpadu untuk asesmen numerik-komputasional.
6	First experiences of integrating computational thinking into a blended in-service training program for STEM teachers	(Knie et al., 2022)	Guru matematika yang mengikuti pelatihan CT melaporkan peningkatan kemampuan merancang tugas numerik yang melibatkan algoritma & simulasi.

7	Developing Computational Thinking through Mathematics: An Evaluative Scientific Mapping	(Ersozlu et al., 2023)	CT diposisikan sebagai proses pemecahan masalah; literasi matematis berfungsi sebagai “bahasa” untuk abstraksi & algoritma.
---	---	------------------------	---

Secara konseptual, integrasi literasi matematis dan CT berimplikasi pada penguatan kompetensi berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*). CT memperluas ranah literasi matematis dengan menambahkan kemampuan berpikir algoritmik dan pemodelan numerik yang terstruktur (Nordby et al., 2022). Dalam konteks ekonomi digital, sinergi ini berkontribusi terhadap pengembangan *workforce digital* yang tidak hanya melek teknologi, tetapi juga mampu berpikir konseptual dan solutif (Varghese et al., 2025).

Dari perspektif pedagogis, integrasi tersebut dapat dijelaskan melalui dua landasan teori utama: Taksonomi Bloom dan Zona Perkembangan Proksimal (ZPD) dari Vygotsky. Bloom menempatkan evaluasi dan kreasi sebagai tingkat kognitif tertinggi, yang dapat dicapai melalui penguasaan CT dan literasi matematis secara simultan (Luo et al., 2025). Sedangkan teori Vygotsky menekankan pentingnya *scaffolding* dalam pembelajaran, di mana teknologi seperti AI berfungsi sebagai fasilitator untuk membantu siswa mencapai zona berpikir yang lebih tinggi dengan dukungan guru (Montuori et al., 2024).

Temuan tentang penggunaan AI dalam pendidikan STEM menunjukkan bahwa teknologi dapat mempercepat proses pembelajaran dan meningkatkan efisiensi evaluasi. Teknologi seperti *Squirrel AI* dan *Jill Watson* telah terbukti meningkatkan retensi pengetahuan dan partisipasi siswa dalam mata pelajaran seperti matematika dan fisika melalui umpan balik adaptif dan personalisasi pembelajaran (Cui et al., 2018). AI dalam konteks ini memperkuat CT dengan membantu siswa memahami struktur logika pemecahan masalah secara sistematis. Namun demikian, keberhasilan teknologi ini sangat bergantung pada integrasi pedagogis yang bijak (Lademann et al., 2024). AI bukanlah pengganti guru, tetapi alat bantu yang dapat memfasilitasi *deep learning* bila digunakan secara reflektif dan kontekstual.

Secara keseluruhan, hasil kajian ini menegaskan bahwa literasi matematis dan pemikiran komputasional merupakan dua kompetensi yang saling melengkapi dan tidak dapat dipisahkan dalam konteks pendidikan digital. Keduanya bukan sekadar keterampilan teknis, melainkan bagian dari literasi esensial abad ke-21 yang membentuk cara individu berpikir, belajar, dan berinteraksi di era kecerdasan buatan. Integrasi keduanya, jika dibingkai dalam pendekatan pedagogis yang holistik dan reflektif, akan mendorong terbentuknya peserta didik yang tidak hanya melek teknologi, tetapi juga mampu berpikir secara kritis, etis, dan adaptif dalam menghadapi tantangan dunia yang kompleks dan dinamis.

Kesimpulan

Artikel ini menegaskan bahwa literasi matematis dan *computational thinking* (CT) merupakan dua pilar esensial dalam membentuk kompetensi abad ke-21, terutama dalam menghadapi dinamika transformasi digital dan ekonomi berbasis pengetahuan. Sinergi keduanya tidak hanya memperkuat kemampuan berpikir logis, analitis, dan sistematis, tetapi juga meningkatkan kesiapan generasi muda untuk berpartisipasi aktif dalam pemecahan masalah kompleks yang berbasis data dan teknologi. Integrasi literasi matematis dan CT



terbukti efektif, khususnya dalam pembelajaran STEM, di mana pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dapat mempercepat proses belajar, meningkatkan efektivitas pengajaran, serta memperluas akses terhadap sumber pengetahuan yang adaptif dan personal. Meskipun demikian, keberhasilan integrasi ini sangat bergantung pada peran guru dan rancangan pedagogis yang reflektif, kontekstual, serta berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Di sisi lain, temuan kajian juga menyoroti tantangan mendasar dari penerapan teknologi AI secara luas, terutama di bidang non-STEM yang menuntut sensitivitas etis, kedalaman berpikir interpretatif, dan kemampuan reflektif yang tidak dapat digantikan oleh mesin. Ketergantungan berlebihan terhadap AI berpotensi menurunkan kapasitas berpikir kritis peserta didik jika tidak diimbangi dengan strategi pembelajaran yang mendorong evaluasi, refleksi, dan kolaborasi. Oleh karena itu, desain kurikulum abad ke-21 harus berorientasi pada keseimbangan antara penguasaan teknologi dan penguatan karakter intelektual, nilai-nilai kemanusiaan, serta literasi etis yang kokoh.

Kontribusi utama dari artikel ini terletak pada penegasan bahwa literasi matematis dan CT bukan sekadar keterampilan teknis, melainkan dimensi strategis yang menentukan keberdayaan individu dalam masyarakat digital. Integrasi keduanya perlu diwujudkan melalui pendekatan interdisipliner yang menekankan keterhubungan antara konsep matematis, algoritmik, dan reflektif, dengan dukungan ekosistem pendidikan yang adil, etis, dan inklusif. Implikasi dari sinergi ini tidak hanya relevan bagi dunia pendidikan, tetapi juga bagi pembangunan masyarakat yang paham digital, kritis terhadap informasi, dan adaptif terhadap perubahan global. Dengan demikian, diperlukan kolaborasi berkelanjutan antara pendidik, pembuat kebijakan, pengembang teknologi, dan masyarakat untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang humanistik, berkeadilan, serta berorientasi masa depan.

Referensi

- Cui, W., Xue, Z., & Thai, K. (2018). Performance Comparison of AI-Based Adaptive Learning Systems in China. *Conference: Chinese Automation Congress (CAC)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CAC.2018.8623327>
- Dedema, M., & Ma, R. (2024). The collective use and perceptions of generative AI tools in digital humanities research: Survey-based results. *ARVIX*, 1(2). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.12458>
- Ersozlu, Z., Swartz, M., & Skourdoumbis, A. (2023). Developing Computational Thinking through Mathematics: An Evaluative Scientific Mapping. *Education Sciences*, 13(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/educsci13040422>
- Gobrecht, A., Tuma, F., Möller, M., Zöller, T., Zakhvatkin, M., Wuttig, A., Sommerfeldt, H., & Schütt, S. (2024). Beyond Human Subjectivity And Error: A Novel AI Grading System. *ARVIX*, 1, 1–16. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.04323>
- Gogh, E., & Kovari, A. (2025). Homework in the AI era: cheating, challenge, or change? *Frontiers in Education*, 10, 01–04. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1609518>
- Gupta, S., Dharamshi, R., & Kakde, V. (2024). An Impactful and Revolutionized Educational Ecosystem using Generative AI to Assist and Assess the Teaching and Learning benefits, Fostering the Post-Pandemic Requirements. *Second International Conference on Emerging*

Trends in Information Technology and Engineering (ICETITE). <https://doi.org/10.1109/ic-ETITE58242.2024.10493370>

- Joseph, O. B., Onwuzulike, O. C., & Shitu, K. (2024). Digital transformation in education: Strategies for effective implementation. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(2), 2785–2799. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.2.2668>
- Knie, L., Standl, B., & Schwarzer, S. (2022). First experiences of integrating computational thinking into a blended learning in-service training program for STEM teachers. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(5), 1–17. <https://doi.org/10.1002/cae.22529>
- Lademann, J., Henze, J., & Becker-Genschow, S. (2024). Building Bridges: AI Custom Chatbots as Mediators between Mathematics and Physics. *ARVIX*, 1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.15747>
- Lehtonen, D., Parviainen, M., Kaarto, H., Räsänen, P., & Dagienė, V. (2025). Development Of Digital Learning Materials To Promote Computational Thinking Skills In Grades 1–9. *Proceedings of INTED2025 Conference*, 6643–6650. <https://doi.org/10.21125/inted.2025.1720>
- Luo, Q. Z., & Hsiao-Chin, L. Y. (2023). The Influence of AI-Powered Adaptive Learning Platforms on Student Performance in Chinese Classrooms. *Journal of Education*, 6(3), 1–12. <https://doi.org/10.53819/81018102t4181>
- Luo, Y., Liu, T., Pang, P. C.-I., McKay, D., Chen, Z., Buchanan, G., & Chang, S. (2025). Enhanced Bloom's Educational Taxonomy for Fostering Information Literacy in the Era of Large Language Models. *ARVIX*, 1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.19434>
- Mandal, B. et al. (2024). *Contextualizing Generated Citation Texts*. *arXiv*.
- Montuori, C., Gambarota, F., Altoé, G., & Arfé, B. (2024). The Cognitive Effects of Computational Thinking: A Systematic Review and Meta-analytic Study. *Computers and Education*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104961>
- Nordby, S. K., Bjerke, A. H., & Mifsud, L. (2022). Computational Thinking in the Primary Mathematics Classroom: a Systematic Review. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 8, 27–49.
- Parviz, M. (2024). AI in education: Comparative perspectives from STEM and Non-STEM instructors. *Computers and Education Open*, 6, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100190>
- Rahmi, R., Amalina, Z., Andriansyah, A., & Rodgers, A. (2024). Does it really help? Exploring the impact of AI-Generated writing assistant on the students' English writing. *Studies in English Language and Education*, 11(2), 998–1012. <https://doi.org/10.24815/siele.v11i2.35875>
- Shin, N., Bowers, J., Roderick, S., McIntyre, C., Stephens, A. L., Eidin, E., Krajcik, J., & Damelin, D. (2022). *A framework for supporting systems thinking and computational thinking through constructing models*. 50, 933–960.
- Syafei, M., Tambunan, A., S, W. Q., Zam'an, P., Kosasih, A., Mubarak, E. ., Firmansyah, M. I., Surahman, C., Hakim, L., Hermawan, W., Fakhruddin, A., Sudarso, S., Nurhayati, Solehudin, R. H., Sahroni, Nurudin, A., Trisolvena, M. N., Hartati, W., Zulfahmi, ... Kamaluddin, M. (2024). *Inovasi Pendidikan dalam Multi Perspektif* (W. Q. S (ed.); 1st ed.). LEKKAS.
- Taneja, K., Maiti, P., Kakar, S., Guruprasad, P., Rao, S., & Goel, A. K. (2024). Jill Watson: A



Virtual Teaching Assistant powered by ChatGPT. *ARVIX*, 1, 1-14.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.11070> Focus to learn more

- Varghese, N. N., Jose, B., Bindhumol, T., Cleetus, A., & Nair, S. B. (2025). The power duo: unleashing cognitive potential through human-AI synergy in STEM and non-STEM education. *Frontiers in Education*, 01-04. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1534582>
- Yuan, P., & Yang, X. (2024). Exploration of the model of deepen industry-education integration in the digital economy era. *Journal of Internet and Digital Economics*, 4(3), 179-186. <https://doi.org/10.1108/JIDE-07-2024-0030>