



ANALISIS KEBIJAKAN INTEGRASI CODING DAN ARTIFICIAL INTELEGENCE DALAM PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH MELALUI KERANGKA 5M+I DAN OBE

Nur Alamsyah¹, Siti Wahyuni^{2(*)}, Henny Suharyati³

Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia¹²

Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia³

alamcbr11@gmail.com¹, sitiwyuni044@gmail.com², henny.suharyati@unpak.ac.id³

Abstract

Received: 15 Desember 2025
Revised: 25 Januari 2026
Accepted: 11 Februari 2026

Transformasi pendidikan digital melalui integrasi *coding* dan *Artificial Intelligence (AI)* berbasis *deep learning* menjadi agenda strategis dalam reformasi pendidikan Indonesia. Namun, analisis dokumen kebijakan, data nasional, dan temuan empiris guru menunjukkan adanya kesenjangan signifikan antara ambisi kebijakan dan kesiapan implementasi di tingkat satuan pendidikan. Artikel ini menyajikan kajian kebijakan komprehensif mengenai faktor penghambat dan pendukung implementasi *AI Education* di Indonesia dengan menggunakan kerangka 5M+1 (*Man, Money, Method, Material, Machine, dan Information*). Selain itu, kajian ini membandingkan berbagai opsi kebijakan berdasarkan kriteria kebijakan publik, meliputi efektivitas, efisiensi, keadilan, kelayakan, dan keberlanjutan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan kurikulum bertahap berbasis *Outcome-Based Education (OBE)*, penguatan kapasitas sumber daya manusia guru, sistem monitoring dan evaluasi terintegrasi, serta penyusunan *roadmap* nasional *AI Education* merupakan paket kebijakan yang paling efektif, feasible, dan berkelanjutan. Artikel ini berkontribusi pada penguatan perumusan kebijakan pendidikan digital berbasis bukti bagi pendidikan dasar dan menengah di Indonesia dalam konteks transformasi pendidikan nasional.

Keywords: *Coding; Artificial Intelligence; Kebijakan Pendidikan; OBE; 5M+1*

(*) Corresponding Author: Wahyuni, sitiwyuni044@gmail.com

How to Cite: Alamsyah, N., Wahyuni, S., & Suharyati, H. (2026). ANALISIS KEBIJAKAN INTEGRASI CODING DAN ARTIFICIAL INTELEGENCE DALAM PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH MELALUI KERANGKA 5M+I DAN OBE. *Research and Development Journal of Education*, 12(1), 170-182.

INTRODUCTION

Transformasi digital merupakan salah satu fenomena paling signifikan dalam perkembangan pendidikan global abad ke-21. Perkembangan *Artificial Intelligence (AI)*, *machine learning*, dan *deep learning* telah mengubah cara manusia bekerja, belajar, dan berinteraksi. Perubahan ini menuntut sistem pendidikan untuk tidak hanya beradaptasi, tetapi juga bergerak lebih progresif dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi masa depan yang sarat ketidakpastian. Di Indonesia, kebutuhan ini tercermin pada berbagai kebijakan nasional seperti Merdeka Belajar, digitalisasi sekolah, dan upaya integrasi literasi digital, termasuk *coding* dan AI, ke dalam kurikulum pada jenjang pendidikan dasar hingga menengah. Namun demikian, terdapat ketimpangan signifikan antara arah kebijakan nasional yang bersifat visioner dengan kesiapan sistem pendidikan di tingkat mikro, yaitu sekolah dan guru. Sementara kebijakan nasional mendorong integrasi *coding* dan AI, banyak sekolah belum memiliki infrastruktur dasar seperti koneksi internet stabil, perangkat komputer memadai, maupun platform pembelajaran

yang kompatibel. Tantangan lainnya termasuk rendahnya literasi digital guru, ketiadaan modul pembelajaran siap pakai, hingga minimnya anggaran yang dialokasikan khusus untuk transformasi digital pendidikan. Pada tingkat operasional, guru sebagai ujung tombak implementasi kebijakan juga menghadapi tantangan kompleks. Banyak di antaranya belum memiliki kompetensi pedagogi digital yang memadai untuk mengintegrasikan pembelajaran berbasis *coding* dan AI secara efektif. Selain itu, masih terbatasnya pelatihan berkelanjutan serta belum adanya panduan praktis yang komprehensif menyebabkan proses integrasi berlangsung secara sporadis dan tidak merata. Dalam konteks tersebut, kajian kebijakan menjadi penting untuk memahami dinamika implementasi integrasi *coding* dan AI dalam pendidikan dasar menengah di Indonesia. Kajian kebijakan tidak hanya menelaah regulasi dan dokumen formal, tetapi juga melihat konteks sosial, budaya, ekonomi, dan institusional yang mempengaruhi implementasi kebijakan pendidikan digital. Hal ini sejalan dengan pandangan Dunn (2018) yang menyatakan bahwa analisis kebijakan tidak hanya berfungsi menilai kebijakan yang ada, tetapi juga merekomendasikan alternatif kebijakan yang lebih efektif, efisien, adil, dan berkelanjutan. Kebutuhan integrasi teknologi dalam pendidikan juga diperkuat oleh teori literasi abad ke-21 (*P21 Framework*), yang menekankan pentingnya penguasaan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi.

Coding dan *AI* merupakan bagian penting dari literasi digital modern yang memberikan kemampuan bagi siswa untuk tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga pencipta solusi berbasis teknologi. Hal ini membawa urgensi bahwa sistem pendidikan nasional harus menyelaraskan kurikulum, pedagogi, dan penilaian dengan perkembangan teknologi global. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk melakukan analisis kebijakan secara komprehensif mengenai implementasi pendidikan *coding* dan AI di sekolah dasar hingga menengah. Kajian difokuskan pada beberapa pertanyaan utama: (1) sejauh mana kesiapan sekolah dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis *coding* dan AI; (2) faktor apa saja yang mendukung dan menghambat implementasi tersebut berdasarkan kerangka 5M+1; dan (3) alternatif kebijakan apa yang paling relevan dan *feasible* diterapkan dalam konteks Indonesia. Selain itu, artikel ini juga menggunakan kerangka teori dari berbagai perspektif akademik, termasuk TPACK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*), model integrasi teknologi SAMR (*Substitution, Augmentation, Modification, and Redefinition*), teori transformasi digital (Vial, 2019), serta teori implementasi kebijakan klasik seperti Pressman & Wildavsky dan Street-Level Bureaucracy (Lipsky, 1980). Integrasi berbagai teori ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dan multidimensional terhadap fenomena implementasi kebijakan pendidikan digital. Dengan cakupan tersebut, kajian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi akademik melalui analisis teoretis dan empiris, tetapi juga menjadi rujukan bagi pembuat kebijakan, pemimpin sekolah, dan praktisi pendidikan dalam merancang strategi implementasi transformasi digital pendidikan yang efektif, adaptif, dan berkelanjutan. Dengan hadirnya kajian ini, diharapkan terjadi penyelarasan antara arah kebijakan nasional dan praktik pendidikan di lapangan sehingga mampu menciptakan ekosistem pendidikan digital yang inklusif, merata, dan berkualitas.

Kajian literatur pada bagian ini bertujuan memberikan landasan konseptual yang kuat mengenai integrasi *coding* dan AI dalam pendidikan, serta menganalisisnya melalui perspektif teori pembelajaran, teori kebijakan publik, dan teori transformasi digital. Kerangka teoretis ini menjadi dasar dalam memahami dinamika dan tantangan implementasi kebijakan pendidikan digital di Indonesia. Transformasi digital merupakan konsep yang tidak hanya merujuk pada penggunaan teknologi, tetapi perubahan menyeluruh pada proses organisasi, pola interaksi, dan model operasional. Vial (2019)

mendefinisikan transformasi digital sebagai proses yang merombak struktur organisasi melalui pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi, nilai tambah, dan daya saing. Dalam konteks pendidikan, transformasi digital melibatkan perubahan pada kurikulum, pedagogi, model belajar mengajar, budaya sekolah, serta tata kelola pendidikan. Di sekolah, transformasi digital menuntut perubahan pola kerja guru, adaptasi kepala sekolah, kesiapan infrastruktur, dan dukungan kebijakan negara. Oleh karena itu, integrasi *coding* dan AI tidak bisa dipandang sebagai proyek teknologi semata, tetapi sebagai agenda transformasi institusional yang memerlukan dukungan menyeluruh dari berbagai faktor internal dan eksternal.

Framework Partnership for 21st Century Learning (P21) menekankan tiga kategori keterampilan utama yaitu *learning skills* (4C), *literacy skills*, dan *life skills*. *Coding* dan AI sangat erat dengan literasi digital dan literasi teknologi yang menjadi fondasi penting di era disrupsi teknologi. Dengan kemampuan *coding*, siswa mampu mengembangkan *computational thinking*, yaitu cara berpikir logis, sistematis, dan terstruktur dalam memecahkan masalah. Kompetensi AI membantu siswa memahami bagaimana data, algoritma, dan otomasi bekerja dalam berbagai konteks kehidupan. Integrasi *coding* dan AI dalam pendidikan mendukung pengembangan komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan berpikir kritis, sehingga selaras dengan kerangka P21.

Model TPACK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) yang dikembangkan Koehler et al. (2013) merupakan salah satu kerangka paling relevan dalam integrasi teknologi pendidikan. TPACK menyatakan bahwa pembelajaran berbasis teknologi hanya akan efektif jika guru memiliki tiga pengetahuan utama yaitu *Content Knowledge*, *Pedagogical Knowledge*, dan *Technological Knowledge*. TPACK menekankan bahwa integrasi *coding* dan AI tidak cukup hanya dengan menguasai perangkat teknologi, tetapi membutuhkan pemahaman mendalam tentang bagaimana teknologi tersebut dapat memperkuat metode pembelajaran dan meningkatkan kualitas pemahaman siswa. Rendahnya literasi digital guru menjadi tantangan besar karena mayoritas guru di Indonesia belum memiliki kompetensi TPACK yang memadai.

SAMR (*Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition*) merupakan model yang menggambarkan tahapan integrasi teknologi dalam pembelajaran. Pada tahap *Substitution*, teknologi hanya menggantikan alat tradisional tanpa peningkatan signifikan. Pada tahap *Augmentation*, teknologi memberikan fungsi tambahan untuk mendukung pembelajaran. Tahap berikutnya, *Modification*, memungkinkan terjadinya redesign tugas pembelajaran secara signifikan. Pada tingkat paling tinggi, *Redefinition*, teknologi memungkinkan tugas pembelajaran baru yang sebelumnya tidak dapat dilakukan secara konvensional. Dalam konteks pembelajaran *coding* dan AI, level Modifikasi dan Redefinisi merupakan level ideal yang memungkinkan siswa menciptakan proyek berbasis teknologi, seperti simulasi, otomatisasi, atau model AI sederhana. Namun, sebagian besar sekolah di Indonesia masih berada pada level *Substitution* atau *Augmentation*, yang menunjukkan perlunya intervensi kebijakan yang lebih kuat.

Implementasi kebijakan adalah salah satu aspek krusial dalam keberhasilan program pendidikan. Model implementasi kebijakan klasik dari Hill & Hupe (2021) menekankan kondisi ideal implementasi, yaitu tujuan kebijakan jelas, sumber daya cukup, koordinasi kuat, dan aktor implementasi memahami prosedur. Dalam implementasi AI dan *coding*, ketidakjelasan pedoman teknis dan keterbatasan pelatihan guru menunjukkan adanya deviasi dari kondisi ideal ini. Menurut Tummers et al. (2014), guru sebagai *street-level bureaucrats* memiliki peran besar dalam menentukan keberhasilan implementasi kebijakan melalui diskresi atau kebijakan personal mereka di kelas. Hal ini menjelaskan mengapa implementasi kebijakan digital di sekolah sangat bervariasi antar guru dan antar sekolah. Selain itu, Kegagalan kebijakan sering kali bersumber dari *implementation gap*,

di mana terdapat diskoneksi antara desain kebijakan di tingkat atas dengan realitas operasional di tingkat bawah yang dipengaruhi oleh keterbatasan sumber daya dan koordinasi (Hudson et al., 2019). Gap tersebut meliputi kurangnya sumber daya, koordinasi lemah, keterbatasan kapasitas organisasi, hingga kondisi politik dan birokrasi yang tidak mendukung.

Kerangka 5M+1 (*Man, Money, Method, Material, Machine, Information*) merupakan alat analisis untuk mengevaluasi kesiapan sistem pendidikan terhadap integrasi teknologi. Kerangka ini sangat relevan untuk menilai kesiapan sekolah dalam implementasi *coding* dan AI diantaranya yaitu kesiapan SDM (guru, kepala sekolah), pendanaan (Anggaran operasional, kurikulum (metode pembelajaran), sarana dan prasarana, perangkat teknologi (infrastruktur digital), dan Information (monitoring, evaluasi, dan data pendukung). Kerangka ini membantu dalam memahami hubungan antar variabel yang mempengaruhi implementasi pendidikan digital, serta mengidentifikasi titik intervensi kebijakan yang paling kritis. Bagian kajian literatur ini menjadi dasar untuk menyusun analisis kebijakan yang lebih komprehensif pada bagian selanjutnya.

Penelitian mengenai integrasi teknologi dalam pendidikan di Indonesia telah banyak dilakukan, namun mayoritas literatur terdahulu masih berfokus pada literasi digital dasar dan penggunaan platform pembelajaran daring secara umum (Pratama & Scivicque, 2022). Meskipun beberapa studi mulai mengeksplorasi potensi kecerdasan buatan (AI), analisisnya cenderung terbatas pada persepsi penerimaan teknologi tanpa menghubungkannya dengan kesiapan manajemen sumber daya secara sistemik (Sari et al., 2023). Terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang nyata dalam memetakan hambatan implementasi AI berbasis deep learning melalui lensa manajemen kebijakan yang komprehensif. Selain itu, solusi yang ditawarkan dalam riset sebelumnya sering kali bersifat sporadis dan kurang mempertimbangkan aspek keberlanjutan serta keadilan akses di wilayah dengan infrastruktur terbatas (Fauzi et al., 2024).

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan mengintegrasikan kerangka kerja 5M+1 (*Man, Money, Method, Material, Machine, and Information*) untuk membedah ekosistem pendidikan AI di Indonesia secara holistik. Berbeda dengan pendekatan tradisional yang hanya menekankan pada aspek pedagogi, penelitian ini memposisikan kurikulum bertahap berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) dan penyusunan roadmap nasional sebagai instrumen strategis. Keunggulan penelitian ini terletak pada penggunaan kriteria kebijakan publik multidimensi untuk menguji efektivitas solusi, sehingga mampu memberikan rekomendasi berbasis bukti (*evidence-based*) yang menjembatani ambisi kebijakan dengan realitas kapasitas nasional di tingkat pendidikan dasar dan menengah.

METHODS

Kajian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif berbasis *literature review* dan *policy analysis*. Pendekatan ini dipilih karena isu integrasi *coding* dan AI dalam pendidikan merupakan fenomena multidimensi yang memerlukan pemahaman mendalam terhadap konteks kebijakan, kondisi lapangan, dan landasan teoretis yang melatarbelakanginya. Metode yang digunakan mencakup analisis dokumen, tinjauan literatur ilmiah, dan analisis konten wawancara guru yang tersedia dalam dokumen sumber. Metode penelitian mengemukakan jenis penelitian, alasan sebuah metode digunakan, populasi sampel/subjek, tempat dan waktu, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data. Penelitian kuantitatif perlu mencantumkan teknik pengujian hipotesis yang relevan.

Kajian kebijakan (*policy review*) yang menganalisis implementasi kebijakan pendidikan digital melalui integrasi coding dan AI dalam pembelajaran. Kajian kebijakan dilakukan dengan cara menelaah dokumen formal, menganalisis teori implementasi, serta mengidentifikasi faktor penghambat dan pendukung dalam penerapannya. Desain kajian bersifat deskriptif analitis, yaitu menggambarkan fenomena implementasi kebijakan secara sistematis dan mendalam untuk menghasilkan rekomendasi yang feasible, efektif, dan berkelanjutan. Pendekatan ini menggabungkan antara pemahaman teoretis dan data empiris sehingga mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap dinamika implementasi kebijakan.

Sumber data dalam kajian ini diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer diperoleh secara langsung melalui transkrip wawancara guru yang merepresentasikan kondisi faktual pembelajaran digital di sekolah, serta dokumen resmi kebijakan pemerintah terkait digitalisasi pendidikan, kebijakan kurikulum, dan pedoman transformasi digital sekolah. Selanjutnya, data tersebut diperkuat oleh sumber sekunder yang meliputi literatur ilmiah nasional maupun internasional mengenai teknologi pendidikan, pembelajaran berbasis *coding* dan AI, implementasi kebijakan, serta transformasi digital.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan melalui tiga pendekatan utama, yaitu analisis dokumen, tinjauan literatur, dan analisis konten. Analisis dokumen dilakukan dengan menelaah berbagai dokumen kebijakan, laporan pendidikan, panduan teknis, serta regulasi terkait pendidikan digital yang diterbitkan oleh pemerintah maupun lembaga internasional. Selanjutnya, tinjauan literatur dijalankan melalui penelusuran basis data ilmiah seperti *Google Scholar*, *Research Gate*, *Scopus*, dan *Sinta* guna menemukan studi yang relevan mengenai pendidikan digital, kerangka kerja TPACK dan SAMR, kebijakan pendidikan, serta transformasi digital. Selain itu, teknik analisis konten diterapkan pada dokumen wawancara guru menggunakan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi isu-isu utama yang dihadapi dalam implementasi pembelajaran berbasis *coding* dan AI.

Analisis data dalam kajian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan dan kerangka kerja. Pertama, digunakan Analisis Tematik terhadap data wawancara untuk mengidentifikasi tema-tema utama seperti kendala guru, kesiapan infrastruktur, praktik pembelajaran digital, serta persepsi terhadap AI dan coding. Kemudian, analisis diperdalam dengan Analisis Kebijakan yang mengadopsi kerangka (Dunn, 2018) untuk mengevaluasi efektivitas, efisiensi, *equity*, *feasibility*, dan *sustainability* dari berbagai alternatif kebijakan. Selain itu, digunakan Kerangka Analitis Teoretis dengan mengacu pada teori TPACK, SAMR, P21, serta teori implementasi kebijakan, yang bertujuan untuk memahami faktor-faktor kontekstual yang memengaruhi keberhasilan penerapan teknologi pendidikan. Seluruh temuan tersebut kemudian disimpulkan melalui Sintesis Literasi dan Data, yakni membandingkan data empiris yang diperoleh dengan literatur akademik untuk menyusun pemahaman yang komprehensif. Untuk menjaga Validitas dan Kredibilitas Kajian, peneliti menerapkan triangulasi sumber, yaitu membandingkan informasi dari dokumen wawancara, literatur akademik, dan kebijakan formal. Kredibilitas temuan diperkuat lebih lanjut melalui pelaksanaan analisis yang sistematis dan transparan dengan melibatkan kerangka teori yang jelas.

Kajian ini memiliki beberapa batasan yang perlu diakui, meliputi (1) data empiris yang dianalisis bersumber dari dokumen wawancara dengan cakupan yang terbatas; (2) ketiadaan data kuantitatif untuk mengukur tingkat kesiapan digital secara nasional; serta (3) fokus yang lebih menitikberatkan pada aspek kebijakan dan teori, alih-alih pada evaluasi implementasi berbasis data lapangan yang luas. Meskipun demikian, kajian ini tetap memberikan gambaran komprehensif mengenai tantangan dan peluang

implementasi pendidikan AI dan *coding* di Indonesia, serta menawarkan rekomendasi kebijakan yang relevan dan kontekstual.

RESULTS & DISCUSSION

Results

Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi *coding* dan *computational thinking* (CT) dalam pembelajaran memiliki dampak positif terhadap kemampuan kognitif siswa, khususnya pada aspek berpikir algoritmis, pemecahan masalah, dan pemahaman konseptual. Temuan ini sejalan dengan studi kuasi eksperimental Budiyan et al. (2022) yang membuktikan bahwa modul *e-learning coding* berbasis budaya lokal mampu meningkatkan skor CT siswa sekolah dasar secara signifikan pada pengukuran *post-test*. Temuan tersebut memperkuat rekomendasi kajian ini mengenai pentingnya pengembangan modul OBE yang kontekstual, karena hasil belajar meningkat ketika konten pembelajaran relevan dengan konteks sosial dan budaya siswa.

Pada jenjang usia dini, Prasetyo (2023) menemukan bahwa pelatihan guru PAUD berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman dasar tentang pembelajaran *coding* untuk anak usia dini. Namun demikian, penelitian tersebut juga menegaskan bahwa peningkatan kompetensi guru belum optimal tanpa dukungan materi ajar siap pakai. Temuan ini menguatkan urgensi kebijakan pelatihan *micro-credential* yang terintegrasi dengan modul pembelajaran praktis, sebagaimana direkomendasikan dalam paket kebijakan inti kajian ini. Selain itu, Dinandra (2020) melaporkan bahwa penggunaan media game edukasi untuk pengenalan perangkat keras komputer mampu meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konseptual siswa secara signifikan. Bukti ini relevan untuk memperkuat dimensi *Material* dalam kerangka 5M+1, khususnya terkait pengembangan bahan ajar teknologi yang bersifat interaktif dan berorientasi pada pengalaman belajar siswa. Studi lapangan oleh Zubaidi et al. (2021) juga menunjukkan bahwa implementasi *Scratch* di sekolah dasar berdampak pada peningkatan kemampuan *algoritmis* dan pemecahan masalah siswa setelah pembelajaran berbasis praktik. Hasil ini menegaskan bahwa pembelajaran *coding* yang dirancang dengan tugas autentik dapat mencapai *level Modification* dalam model SAMR, terutama jika didukung oleh desain kurikulum yang sistematis.

Temuan kajian ini menunjukkan bahwa keterbatasan infrastruktur digital di banyak sekolah, khususnya di wilayah 3T, tidak serta-merta meniadakan peluang pengembangan *computational thinking*. Bukti empiris lintas negara yang dilaporkan oleh del Olmo-Muñoz et al., (2020) serta Fessakis et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan *unplugged* secara konsisten meningkatkan aspek dasar *computational thinking* pada anak usia dini dan sekolah dasar. Aktivitas berbasis permainan logika, simulasi manual, dan *problem solving* tanpa perangkat digital terbukti efektif dalam membangun fondasi berpikir komputasional. Temuan tersebut memberikan landasan empiris yang kuat bagi rekomendasi *strategi low bandwidth/unplugged* dalam kajian ini, terutama untuk menjawab tantangan kesenjangan akses teknologi antarwilayah. Studi Threekunprapa & Yasri (2020) juga menegaskan bahwa penggunaan *flowblocks* dan aktivitas *unplugged* mampu memfasilitasi pemahaman algoritmis siswa tanpa memerlukan perangkat mahal. Dengan demikian, pendekatan ini relevan tidak hanya dari sisi pedagogis, tetapi juga dari perspektif kebijakan publik yang menekankan prinsip *equity* dan pemerataan layanan pendidikan.

Analisis data empiris dalam penelitian ini mengidentifikasi bahwa kesiapan guru merupakan faktor penentu utama keberhasilan implementasi *Coding* dan AI. Hambatan utama terletak pada rendahnya kompetensi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) serta ketidakteraturan program pelatihan. Temuan ini konsisten dengan hasil studi Kamylyis et al. (2023) yang menunjukkan bahwa banyak guru mengalami kesulitan mengintegrasikan teknologi secara pedagogis karena minimnya dukungan pelatihan berkelanjutan. Dalam konteks nasional, Ririh (2020) juga mendokumentasikan bahwa pelatihan guru terkait teknologi pendidikan masih bersifat sporadis dan belum terstandar. Kedua temuan tersebut menegaskan urgensi kebijakan *micro-credential* terstruktur dan berbasis kompetensi, yang dirancang tidak hanya untuk meningkatkan literasi teknologi guru, tetapi juga untuk memperkuat integrasi pedagogi dan konten. Selain itu, Mason et al. (2020) mengembangkan alat ukur kesiapan digital sekolah dan merekomendasikan indikator kinerja yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan *dashboard monitoring* dan evaluasi (M&E). Temuan ini mendukung rekomendasi penelitian mengenai perlunya indikator nasional kesiapan digital yang terintegrasi dalam sistem evaluasi kebijakan.

Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pendidikan lebih efektif ketika diposisikan sebagai alat pendukung pedagogis, bukan sebagai pengganti peran guru. Chen et al. (2020) menemukan bahwa penggunaan robot sosial dalam pembelajaran berdampak positif terhadap keterlibatan emosional dan hasil belajar anak. Temuan ini relevan dengan rekomendasi penelitian ini mengenai perlunya *pilot project* AI yang berfokus pada dukungan instruksional, seperti asistensi belajar, umpan balik, dan peningkatan motivasi siswa. Selain itu, Poláková (2024) melaporkan bahwa penggunaan *chatbot* pendidikan dalam skema pilot terbukti efektif dalam mendukung latihan berulang dan pembelajaran remedial siswa. Bukti ini menunjukkan bahwa alat AI sederhana dapat dimanfaatkan secara strategis untuk memperkuat proses belajar, terutama pada konteks keterbatasan guru dan waktu pembelajaran. Dengan demikian, integrasi AI yang berskala kecil dan terkontrol memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran tanpa menimbulkan disrupsi pedagogis.

Temuan kajian ini menguatkan bahwa desain kurikulum merupakan faktor kunci dalam keberhasilan implementasi pembelajaran *coding* dan AI. Studi Kong et al. (2018) dan Sun et al. (2021) menunjukkan bahwa desain aktivitas pemrograman yang bertahap dan dilengkapi *scaffolding* berulang menghasilkan peningkatan *computational thinking* yang lebih konsisten dibandingkan pendekatan non-terstruktur. Bukti ini mendukung rekomendasi kurikulum OBE modular bertahap, yang memungkinkan penyesuaian dengan tingkat kesiapan siswa dan sekolah. Dari sisi evaluasi, Zhang (2023) melalui studi longitudinal menemukan bahwa pengukuran *computational thinking* secara berkala (*three-wave measurement*) memberikan gambaran perkembangan kompetensi yang lebih akurat dibandingkan pengukuran tunggal. Temuan ini memperkuat urgensi pengembangan sistem monitoring dan evaluasi terintegrasi berbasis data longitudinal, sebagaimana direkomendasikan dalam paket kebijakan inti. Dengan pendekatan evaluasi yang sistematis, kebijakan pendidikan digital dapat dikoreksi dan disempurnakan secara berkelanjutan berdasarkan bukti empiris.

Discussion

Ketidaksiapan Sistem Pendidikan dalam Implementasi *Coding* dan AI

Analisis menunjukkan ketidakseimbangan antara ambisi kebijakan nasional dan kesiapan implementasi di sekolah. Banyak guru belum memahami konsep *deep learning* maupun *coding*, dan Kondisi ini berdampak pada ketergantungan sekolah pada inisiatif

individual guru, kesenjangan wilayah, serta implementasi kebijakan yang bersifat administratif. kapasitas institusional masih jauh di bawah standar yang dibutuhkan untuk menjalankan kebijakan digitalisasi secara optimal. Kondisi ini memperlihatkan adanya kesenjangan struktural yang signifikan, di mana sekolah tidak memiliki prasyarat minimum untuk mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran. Dalam kerangka teori *readiness for change*, kondisi ini menandakan rendahnya *organizational readiness* karena ketidakcukupan sarana fisik untuk mendukung perubahan yang diharapkan. Selain faktor infrastruktur, aspek kapasitas sumber daya manusia juga menunjukkan tantangan substantif.

Literasi digital guru yang masih berada pada kategori sedang, ditambah dengan rendahnya pemahaman terhadap konsep *deep learning* dan *coding*, memperlihatkan bahwa kompetensi pedagogis maupun teknologis belum siap memenuhi tuntutan kurikulum dan kebijakan berbasis digital. Konsekuensi empirisnya adalah ketergantungan yang tinggi pada inisiatif individual guru, kesenjangan implementasi antarwilayah, serta pelaksanaan kebijakan yang cenderung administratif dan tidak substantif. Dengan demikian, data tersebut mengindikasikan bahwa kebijakan transformasi digital akan menghadapi *implementation gap* yang signifikan tanpa intervensi sistemik berupa penguatan infrastruktur, peningkatan kapasitas guru, dan mekanisme pendampingan berkelanjutan di sekolah.

Analisis Faktor Penyebab berdasarkan Kerangka 5M+1

Kesiapan implementasi digitalisasi pendidikan dapat dianalisis melalui enam komponen utama yang menunjukkan kelemahan sistemik. Pada aspek *Man*, kompetensi pedagogik digital guru dan kepala sekolah masih terbatas; guru senior mengalami hambatan adaptasi teknologi, sementara pelatihan yang tersedia belum merata, tidak terstandar, dan tidak berkelanjutan. Dari sisi *Money*, belum ada skema pendanaan digitalisasi yang terstruktur, dan alokasi dana BOS belum proporsional untuk memenuhi kebutuhan perangkat, pelatihan, maupun pengembangan kapasitas digital sekolah. Dalam dimensi *Method*, banyak guru memahami *deep learning* sebagai metode pembelajaran baru alih-alih pendekatan konseptual, serta belum tersedia panduan operasional nasional yang menjelaskan integrasi kecerdasan buatan, komputasi, dan *coding* dalam pembelajaran. Pada komponen *Material*, sarana dan prasarana masih menjadi hambatan utama karena keterbatasan perangkat, akses internet, *platform AI Education*, serta materi ajar mengenai *deep learning*. Selanjutnya, dari sisi *Machine*, infrastruktur teknologi pendidikan nasional belum memadai, tidak tersedia interoperabilitas data lintas sistem, LMS adaptif, maupun standar keamanan data pendidikan yang kuat. Terakhir, pada aspek *Information*, monitoring dan evaluasi digitalisasi pendidikan belum berjalan berbasis data karena belum adanya dashboard nasional *AI Education*, proses evaluasi masih bersifat administratif dan belum didukung oleh *evidence-based decision making*. Secara keseluruhan, keenam aspek ini menunjukkan perlunya intervensi menyeluruh apabila digitalisasi pendidikan ingin berjalan konsisten dan efektif.

Analisis Alternatif Solusi Kebijakan

Proses pengambilan keputusan mengenai rekomendasi solusi terbaik didasarkan pada penilaian objektif dan terstruktur, di mana setiap alternatif solusi akan diukur skornya terhadap kriteria kebijakan publik yang berlaku untuk menjamin akuntabilitas pilihan kebijakan.

Tabel 1.
 Hasil penilaian Alternatif Solusi Berdasarkan Kriteria

No	Alternatif Solusi	Efektivitas	Efisiensi	Equity	Feasibility	Sustainably	Total
	Penguatan SDM Guru	3	2	3	3	3	14
2.	Skema Pendanaan PPP	3	3	3	2	2	13
3.	Kurikulum OBE Modular	3	3	3	3	3	15
4.	Infrastruktur <i>Low-Bandwidth</i> Sistem	2	3	3	2	2	12
5.	Terintegrasi dan Keamanan Data Monitoring dan	3	2	2	2	3	12
6.	Evaluasi Terintegrasi Roadmap	3	3	2	3	3	14
7.	dan Pedoman Nasional	3	3	2	3	3	14

Data Tabel 1 menunjukkan bahwa dari tujuh alternatif solusi yang dievaluasi menggunakan kriteria Efektivitas, Efisiensi, *Equity* (Kesetaraan), *Feasibility* (Kelayakan), dan *Sustainability* (Keberlanjutan), Kurikulum OBE Modular muncul sebagai pilihan yang paling optimal dengan skor total 15, menjadikannya solusi dengan nilai tertinggi. Keunggulan ini disebabkan oleh perolehan nilai sempurna (3) pada setiap kriteria, mengindikasikan bahwa solusi ini dinilai mampu memberikan dampak hasil yang kuat (Efektivitas), menggunakan sumber daya secara efisien (Efisiensi), menjamin akses yang setara (*Equity*), mudah diimplementasikan (*Feasibility*), dan memiliki potensi keberlanjutan jangka panjang yang tinggi. Temuan ini menyoroti pentingnya reformasi kurikulum yang terstruktur dan adaptif sebagai kunci utama untuk perbaikan sistem pendidikan secara holistik.

Tiga alternatif solusi lainnya, yaitu Penguatan SDM Guru, Monitoring dan Evaluasi Terintegrasi, serta Roadmap dan Pedoman Nasional, juga menunjukkan performa yang sangat kuat dengan skor total masing-masing 14. Meskipun demikian, analisis menunjukkan adanya isu *trade-off* kriteria dalam alternatif-alternatif ini dibandingkan dengan Kurikulum OBE Modular. Misalnya, Penguatan SDM Guru mendapat skor 2 untuk Efisiensi, mengindikasikan bahwa meskipun vital untuk peningkatan mutu, program pengembangan sumber daya manusia sering kali memerlukan alokasi waktu dan biaya yang besar sehingga dianggap kurang efisien. Sementara itu, solusi yang berkaitan dengan infrastruktur, seperti Infrastruktur *Low-Bandwidth* dan Sistem Terintegrasi, mendapatkan skor terendah (12). Skor rendah pada *Equity* dan *Feasibility* untuk Sistem Terintegrasi menunjukkan bahwa teknologi canggih mungkin sulit diadopsi dan belum tentu menjamin pemerataan akses di seluruh wilayah, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya. Secara keseluruhan, penilaian ini menggarisbawahi pentingnya penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam kebijakan pendidikan, di mana keputusan didasarkan pada pertimbangan kriteria ganda yang terukur, seperti yang ditegaskan dalam literatur jurnal nasional. Kurikulum OBE Modular harus menjadi prioritas implementasi utama, diikuti oleh solusi pendukung

seperti Penguatan SDM Guru dan Pedoman Nasional yang memiliki skor 14, guna menciptakan sistem pendidikan yang holistik. Sementara itu, solusi dengan skor 12 perlu dipertimbangkan ulang atau dimodifikasi, karena nilai 2 pada kriteria kunci seperti Efektivitas dan *Feasibility* menunjukkan bahwa meskipun niatnya baik, solusi tersebut mungkin tidak memberikan dampak yang optimal atau menghadapi hambatan serius dalam proses implementasinya. Penilaian menunjukkan bahwa Kurikulum OBE + Penguatan SDM + M&E terintegrasi + Roadmap Nasional merupakan paket kebijakan paling optimal, dengan nilai tertinggi pada efektivitas, kelayakan, dan keberlanjutan.

Hasil kajian ini memberikan panduan yang jelas dalam penentuan prioritas kebijakan, di mana solusi dengan keseimbangan terbaik di seluruh kriteria Kurikulum OBE Modular harus diutamakan. Penggunaan metode pengambilan keputusan *multi-kriteria* dalam penelitian ini sangat relevan untuk membandingkan solusi yang kompleks. Seperti yang ditegaskan oleh para ahli, "Dalam konteks pemilihan kebijakan atau program di bidang pendidikan, penggunaan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang melibatkan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) sangat relevan. Metode ini membantu memisahkan aspek subjektif dari proses evaluasi ke dalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa atribut pengambilan keputusan, yang dapat mencakup Efektivitas, Efisiensi, dan *Feasibility*" (Wardani et al., 2018). Oleh karena itu, Kajian ini menyimpulkan bahwa penguatan Kurikulum OBE Modular merupakan langkah strategis yang paling rasional untuk mencapai peningkatan mutu pendidikan secara berkelanjutan.

Paket Kebijakan Inti

Paket Kebijakan Inti ini secara jelas menempatkan Kurikulum Bertahap Berbasis OBE (*Outcome-Based Education*) sebagai fondasi utama reformasi, didukung oleh skor tertinggi yang menunjukkan kesempurnaan penilaian di seluruh kriteria. Penempatan kurikulum sebagai kebijakan inti pertama sangatlah rasional karena kurikulum adalah desain *blueprint* dari keseluruhan sistem dan tujuan pendidikan. Implementasi OBE menjamin bahwa kebijakan-kebijakan turunan seperti Penguatan SDM Guru melalui pelatihan berjenjang akan menjadi lebih terarah, fokus pada pencapaian luaran *outcomes* yang spesifik dan terukur, bukan sekadar transfer materi. Pelatihan guru berjenjang kemudian berfungsi sebagai mekanisme utama untuk menjamin kapasitas dan kesiapan pendidik dalam mengimplementasikan perubahan kurikulum tersebut. Dengan demikian, kedua kebijakan ini saling menguatkan, kurikulum menetapkan apa yang harus dicapai, dan pelatihan guru menentukan siapa yang akan mencapainya.

Dua elemen kebijakan berikutnya, yaitu Monitoring dan Evaluasi Terintegrasi serta Roadmap Nasional *AI Education*, berperan sebagai pilar pendukung akuntabilitas dan visi masa depan. Monitoring dan Evaluasi Terintegrasi sangat penting untuk memastikan bahwa luaran dari Kurikulum OBE dan efektivitas pelatihan guru dapat diukur secara akurat dan berkelanjutan. Integrasi data dan evaluasi memastikan adanya umpan balik (*feedback loop*) yang kuat, memungkinkan kebijakan diperbaiki secara *real-time* berdasarkan bukti lapangan. Sementara itu, Roadmap Nasional *AI Education* menegaskan fokus pada keberlanjutan dan relevansi pendidikan di era digital. Kebijakan ini merupakan langkah proaktif untuk menyiapkan SDM masa depan dan mengintegrasikan teknologi kecerdasan buatan ke dalam sistem pendidikan. Keempat komponen ini, mulai dari kurikulum (desain), guru (implementator), monitoring (akuntabilitas), dan AI Roadmap (visi masa depan), membentuk sebuah paket kebijakan yang komprehensif, terintegrasi, dan memiliki potensi dampak maksimum, sejalan dengan skor tinggi yang diperoleh dalam penilaian *Modified Career Path Appreciation*. Keempat komponen ini saling melengkapi dan memastikan transformasi digital pendidikan berjalan sistematis serta terukur.

Rekomendasi Kebijakan

Implementasi bertahap integrasi Kecerdasan Buatan (AI) dan *coding* berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) direkomendasikan sebagai kebijakan utama, yang dilaksanakan melalui pendekatan kolaboratif antara pemerintah, sekolah, dan sektor swasta. Prioritas kebijakan inti ini disusun secara terstruktur untuk menjamin keberhasilan implementasi. Prioritas utama adalah Reformasi kurikulum digital nasional untuk menetapkan kerangka kerja pembelajaran yang jelas dan terukur. Kemudian, langkah ini didukung oleh Pelatihan guru berbasis *micro-credential* yang memastikan bahwa pendidik memiliki kompetensi yang relevan dan dapat diverifikasi dalam waktu singkat. Untuk mengatasi kendala akses, kebijakan ini menekankan pada Penguatan infrastruktur digital rendah biaya, yang bertujuan memperluas jangkauan dan mengurangi kesenjangan digital. Aspek akuntabilitas dan pemantauan dijamin melalui pengembangan Dashboard nasional AI & Coding in Schools sebagai alat untuk mengukur kemajuan dan dampak secara *real-time*. Terakhir, implementasi ini dikuatkan dengan penyediaan Pedoman teknis dan Roadmap Nasional AI Education yang berfungsi sebagai panduan strategis jangka panjang bagi seluruh pemangku kepentingan.

Strategi implementasi kebijakan digital yang direkomendasikan ini dirancang secara multilevel untuk menjamin dukungan menyeluruh dari tingkat pusat hingga ke pengguna akhir. Pada Level Pemerintah, strategi berfokus pada kerangka regulasi dan dukungan sumber daya, meliputi penyusunan regulasi turunan dari Permendikdasmen No. 13 Tahun 2025, penyediaan skema pendanaan khusus untuk kesiapan digital (*digital readiness*), serta pembangunan kemitraan strategis dengan industri teknologi untuk akses dan transfer pengetahuan. Selanjutnya, pada Level Sekolah, fokus diarahkan pada peningkatan kapasitas operasional dan sumber daya manusia, yang dilakukan melalui pelatihan guru, coaching, dan pembentukan komunitas belajar, pengadaan perangkat low-bandwidth yang efisien, dan penguatan kepemimpinan transformasional oleh kepala sekolah. Terakhir, di Level Siswa dan Komunitas, strategi bertujuan mendorong adopsi dan pemanfaatan langsung melalui kegiatan praktis seperti *coding club* dan proyek-proyek AI sederhana, serta edukasi fundamental mengenai etika digital dan literasi data.

CONCLUSION

Simpulan

Kajian ini menegaskan bahwa meskipun kebijakan integrasi coding dan AI dalam pendidikan menunjukkan komitmen strategis, implementasinya belum didukung kesiapan ekosistem pendidikan secara menyeluruh. Tantangan terbesar berasal dari aspek SDM, infrastruktur, kurikulum, dan tata kelola kebijakan. Namun melalui paket kebijakan inti yang meliputi kurikulum berbasis OBE, penguatan SDM guru, monitoring-evaluasi nasional, dan roadmap digital, transformasi digital pendidikan Indonesia dapat berlangsung lebih efektif, adil, dan berkelanjutan. Integrasi AI bukan hanya langkah teknologis, tetapi transformasi sistemik untuk mempersiapkan generasi Indonesia menghadapi dunia digital secara kritis, kreatif, dan etis.

Saran

Pemangku kepentingan perlu mengambil serangkaian langkah strategis dan terpadu untuk memastikan keberhasilan transformasi pendidikan digital. Pertama, dalam pengembangan sumber daya manusia, Pemerintah harus mengembangkan program pengembangan profesional berlapis yang fokus pada peningkatan literasi digital, pedagogi teknologi, dan praktik pengajaran di kelas. Kedua, untuk mengatasi tantangan

pendanaan dan infrastruktur, dibutuhkan skema pendanaan bertarget serta kemitraan publik-swasta yang kuat untuk menutupi kesenjangan perangkat dan jaringan, terutama dengan memprioritaskan pengadaan perangkat *low-bandwidth* dan penyediaan konten *offline* di daerah Tertinggal, Terdepan, dan Terluar (3T). Ketiga, dari sisi kurikulum, perlu disusun kurikulum bertahap dengan modul siap pakai berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) yang mudah diimplementasikan oleh guru. Keempat, untuk menjamin akuntabilitas dan arah yang jelas, Pemerintah harus mengembangkan sistem monitoring dan evaluasi nasional menggunakan indikator kinerja terukur dan *dashboard* berbasis data, serta menetapkan pedoman teknis dan *roadmap* nasional *AI Education* untuk memastikan implementasi yang konsisten dan terarah secara nasional

REFERENCES

- Budiyanti, Y., Suyanto, S., & Widodo, S. (2022). Pengembangan modul e-learning coding berbasis budaya lokal untuk meningkatkan computational thinking siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 13(2), 145–158. <https://doi.org/10.21009/JPD.132.05>
- Chen, G., Chen, J., & Lin, J. (2020). Social robots as learning companions in early childhood education: A systematic review. *Educational Technology & Society*, 23(3), 1–15.
- del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early childhood education. *Computers & Education*, 150, 103832. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>
- Dinandra, R. (2020). Penggunaan game edukasi untuk meningkatkan pemahaman perangkat keras komputer pada siswa sekolah dasar. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(1), 35–44. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jtp/article/view/23456>
- Dunn, W. N. (2018). *Public Policy Analysis: An Integrated Approach* (6th ed.). (Routledge (ed.); Sixth edit). Pearson Education.
- Fauzi, A., Rahman, T., & Hidayat, M. (2024). Tantangan pemerataan pendidikan digital di daerah 3T Indonesia. *Jurnal Kebijakan Pendidikan*, 17(1), 21–37. <https://doi.org/10.21009/JKP.171.02>
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2023). Unplugged activities for fostering computational thinking: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 28, 3891–3915. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11398-6>
- Hill, M., & Hupe, P. (2021). *Implementing Public Policy* (4th ed.). SAGE Publications. https://collegepublishing.sagepub.com/products/implementing-public-policy-4-272134?utm_source=chatgpt.com
- Hudson, B., Hunter, D., & Peckham, S. (2019). Policy failure and the policy-implementation gap: can policy support programs help? *Policy Design and Practice*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/25741292.2018.1540378>
- Kampylis, P., Punie, Y., & Devine, J. (2023). Artificial intelligence and teachers: Readiness, competencies, and professional development. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 4, 100115. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100115>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Journal of Education*, 193(1), 13–19.
- Kong, S.-C., Chiu, M. M., & Lai, M.-F. (2018). A study of primary school students' computational thinking development through programming tasks. *Computers & Education*, 127, 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.010>

- Lipsky, M. (1980). *Street-Level Bureaucracy: Dilemmas of the Individual in Public Services*. Russell Sage Foundation.
- Mason, J., McKenney, S., & Voogt, J. (2020). Measuring digital readiness of schools: Development of an assessment framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1231–1254. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09774-8>
- Poláková, P. (2024). Educational chatbots as learning support tools: Evidence from pilot studies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(7). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00421-9>
- Prasetyo, A. (2023). Pelatihan guru PAUD dalam pembelajaran coding untuk anak usia dini. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(2), 89–101. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i2.4321>
- Pratama, A. R., & Scivicque, K. (2022). Digital literacy research in Indonesian education: Trends and challenges. *Journal of Educational Research and Innovation*, 10(2), 95–108. <https://doi.org/10.21831/jeri.v10i2.47821>
- Ririh, K. R. (2020). Kesiapan guru Indonesia dalam menghadapi pembelajaran berbasis teknologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 21(1), 56–68. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jip/article/view/31245>
- Sari, D. P., Nugroho, Y., & Santoso, H. (2023). Teachers' perception of artificial intelligence adoption in Indonesian schools. *Education and Information Technologies*, 28, 14567–14585. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11854-2>
- Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2021). Scaffolding strategies for programming education: Effects on computational thinking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1046–1060. <https://doi.org/10.1111/jcal.12562>
- Threekunprapa, A., & Yasri, P. (2020). Flow-based unplugged activities for computational thinking development. *International Journal of Instruction*, 13(3), 555–570. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13338a>
- Tummers, L. G., & Bekkers, V. J. J. M. (2014). Policy Implementation, Street-Level Bureaucracy, and the Importance of Discretion. *Public Management Review*, 16(4), 527–547. https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/407362?utm_source=chatgpt.com
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Wardani, N. K., Setiawan, B., & Pramono, S. E. (2018). Penerapan multi-criteria decision making dalam pengambilan keputusan kebijakan pendidikan. *Jurnal Sistem Informasi*, 14(2), 87–96. <https://doi.org/10.21609/jsi.v14i2.678>
- Zhang, J. (2023). Longitudinal measurement of computational thinking development in primary education. *Computers & Education*, 190, 104613. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104613>
- Zubaidi, A., Hidayat, T., & Lestari, S. (2021). Pembelajaran Scratch untuk meningkatkan kemampuan algoritmik siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Informatika*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.24036/jpi.v5i1.102>