



Implementasi Media Coding pada Computational Thinking Anak Usia Dini: Sebuah Literatur Review

Sabrina Rahma Talitha¹, Deri Hendriawan^{2✉}, Roby Naufal Arzaqi³

Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

DOI: [10.31004/obsesi.v9i6.7821](https://doi.org/10.31004/obsesi.v9i6.7821)

Abstrak

Integrasi coding dalam pendidikan anak usia dini semakin diakui sebagai pendekatan strategis untuk menstimulasi perkembangan *computational thinking* (CT) sebagai keterampilan berpikir abad ke-21. Meskipun demikian, variasi efektivitas media coding serta kesesuaiannya dengan karakteristik perkembangan anak dan konteks implementasi PAUD di Indonesia masih belum dipetakan secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan mengevaluasi efektivitas berbagai media coding meliputi *unplugged coding*, *digital block-based coding*, dan robotik tangible dalam mengembangkan komponen CT pada anak usia dini. Metode penelitian menggunakan *literature review* terhadap sebelas artikel penelitian empiris bereputasi serta dua buku teoretis utama yang relevan dengan pendidikan CT anak usia dini. Hasil sintesis menunjukkan bahwa seluruh jenis media coding memberikan dampak positif terhadap pengembangan CT, namun dengan pola efektivitas yang berbeda. Temuan ini memperkuat kerangka *Positive Technological Development* secara teoretis serta memberikan implikasi praktis bagi pengembangan pedoman implementasi coding PAUD yang sesuai perkembangan, kontekstual, dan berkelanjutan di Indonesia.

Kata Kunci: *Coding, Computational Thinking, Literatur Review, Pendidikan Anak Usia Dini*

Abstract

The integration of coding in early childhood education is increasingly recognized as a strategic approach to stimulate the development of computational thinking (CT) as a 21st-century thinking skill. However, the variations in the effectiveness of media coding and its suitability for the developmental characteristics of children and the context of early childhood education implementation in Indonesia have not yet been comprehensively mapped. This research aims to mapping and evaluate the effectiveness of various coding media, including unplugged coding, digital block-based coding, and tangible robotics, in developing computational thinking components in early childhood. The research method used a literature review of eleven reputable empirical research articles and two major theoretical books relevant to early childhood CT education. The synthesis results show that all types of media coding have a positive impact on the development of CT, but with different effectiveness patterns. This finding theoretically strengthens the framework of Positive Technological Development and provides practical implications for developing developmentally appropriate, contextual, and sustainable early childhood coding implementation guidelines in Indonesia.

Keywords: *Coding, Computational Thinking, Literature Review, Early Childhood Education*

Copyright (c) 2025 Sabrina Rahma Talitha, et al.

✉ Corresponding author:

Email Address: derihendriawan@upi.ed (Serang, Indonesia)

Received 14 December 2025, Accepted 29 December 2025, Published 29 December 2025

Pendahuluan

Perkembangan pesat teknologi di abad ke-21 mendorong kebutuhan pengembangan kemampuan berpikir komputasional (*computational thinking*, CT) sejak usia dini, sebagai bagian dari literasi abad 21 bagi anak. Pengenalan *coding* pada anak tidak dimaksudkan untuk mengajarkan bahasa pemrograman tingkat lanjut melainkan sebagai sarana terstruktur untuk melatih berpikir logis, dekomposisi masalah, dan strategi pemecahan masalah melalui aktivitas yang sesuai perkembangan dan kontekstualisasi pedagogis (Dinda Suci et al., 2024; Mulyati, 2023; Yuliantina, 2025). Penelitian menunjukkan bahwa media *coding* berbasis aktivitas “*unplugged*” atau permainan manipulatif dapat efektif menumbuhkan *computational thinking* pada anak usia 5–6 tahun, termasuk kemampuan seperti *sequencing*, *pattern recognition*, dan *problem solving* (Fauziyah et al., 2025; Ida Rahmawati & Mubiar Agustin, 2024). Saat ini, penggunaan media interaktif seperti permainan edukatif merupakan pilihan yang relevan dan efektif dalam menyampaikan materi pembelajaran kepada anak-anak. Permainan edukatif dirancang untuk menggabungkan konsep pembelajaran dengan elemen permainan yang menarik, sehingga anak-anak dapat belajar dengan cara yang menyenangkan. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman anak-anak terhadap materi yang disampaikan. Seperti yang diungkapkan oleh (Roby Naufal Arzaqi & Karunia Rahayu, 2025).

Dalam kerangka ini, (Umashi Bers, 2021a) memandang *coding* sebagai wahana bermain pedagogis yang mendukung perkembangan *computational thinking* secara holistik pada anak usia dini, sebuah perspektif yang menjadi salah satu landasan konseptual dalam kajian ini. Namun demikian, implementasi pengembangan *computational thinking* (CT) di satuan PAUD masih menghadapi berbagai kendala, terutama terkait keterbatasan media pembelajaran, kesiapan pendidik, serta belum adanya pedoman nasional yang secara eksplisit mengatur pembelajaran *coding* untuk anak usia dini (Kumala et al., 2023). Penelitian lain bahkan menegaskan bahwa kualitas media pembelajaran digital untuk anak usia dini sering kali belum memenuhi prinsip pedagogis dan usability yang memadai, sehingga efektivitasnya tidak optimal (Gusti Pangestu et al., 2024).

Dalam praktik pembelajaran, media *coding* mulai diperkenalkan di PAUD melalui beragam pendekatan, mulai dari *unplugged coding*, permainan edukatif, aplikasi *block-based coding* seperti ScratchJr, hingga robotik tangibel sederhana. Penelitian-penelitian terkini melaporkan bahwa media *coding* berbasis permainan dan manipulasi konkret cenderung lebih efektif dalam mengembangkan *computational thinking* anak usia dini dibandingkan pendekatan berbasis instruksi formal (Hardiyanti et al., 2023; Kempirmase & Firman, 2025). Di sisi lain, studi internasional menunjukkan bahwa penggunaan media digital dan robotik yang dirancang secara *developmentally appropriate* mampu memperkuat kemampuan algoritmik, *decomposition*, dan *debugging* pada anak prasekolah (Bers, 2018; Misirli & Komis, 2023; Relkin et al., 2021). Fakta ini mengindikasikan bahwa media *coding* memiliki potensi pedagogis yang besar, namun efektivitasnya sangat bergantung pada desain aktivitas, peran guru, serta konteks implementasi di kelas PAUD. Selain itu, (Roby Naufal Arzaqi et al., 2025) menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran yang memadukan permainan terstruktur, eksplorasi multisensori, dan aktivitas *problem solving* berkontribusi positif terhadap peningkatan keterlibatan belajar, kemandirian, serta kesiapan anak menghadapi tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Meskipun demikian, *state of the art* penelitian menunjukkan bahwa kajian mengenai media *coding* pada PAUD masih bersifat terfragmentasi. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada pengujian satu jenis media atau satu pendekatan pembelajaran tertentu, seperti *unplugged coding* atau ScratchJr, tanpa melakukan pemetaan komprehensif terhadap variasi media *coding* dan keterkaitannya dengan komponen *computational thinking* (CT) secara menyeluruh (Harahap & Eliza, 2022; Hardiyanti et al., 2023). Tinjauan sistematis yang telah dilakukan juga lebih menekankan pada aspek konseptual CT atau kecenderungan umum penelitian, belum secara spesifik mensintesis efektivitas implementasi berbagai media *coding* dalam konteks PAUD Indonesia (Ida Rahmawati & Mubiar Agustin, 2024b; Kumala et al., 2023). Akibatnya, guru PAUD dan pengambil kebijakan masih kekurangan rujukan berbasis bukti mengenai jenis media *coding* yang paling sesuai, cara

implementasi yang efektif, serta indikator dampak *computational thinking* (CT) yang relevan dengan karakteristik anak usia dini.

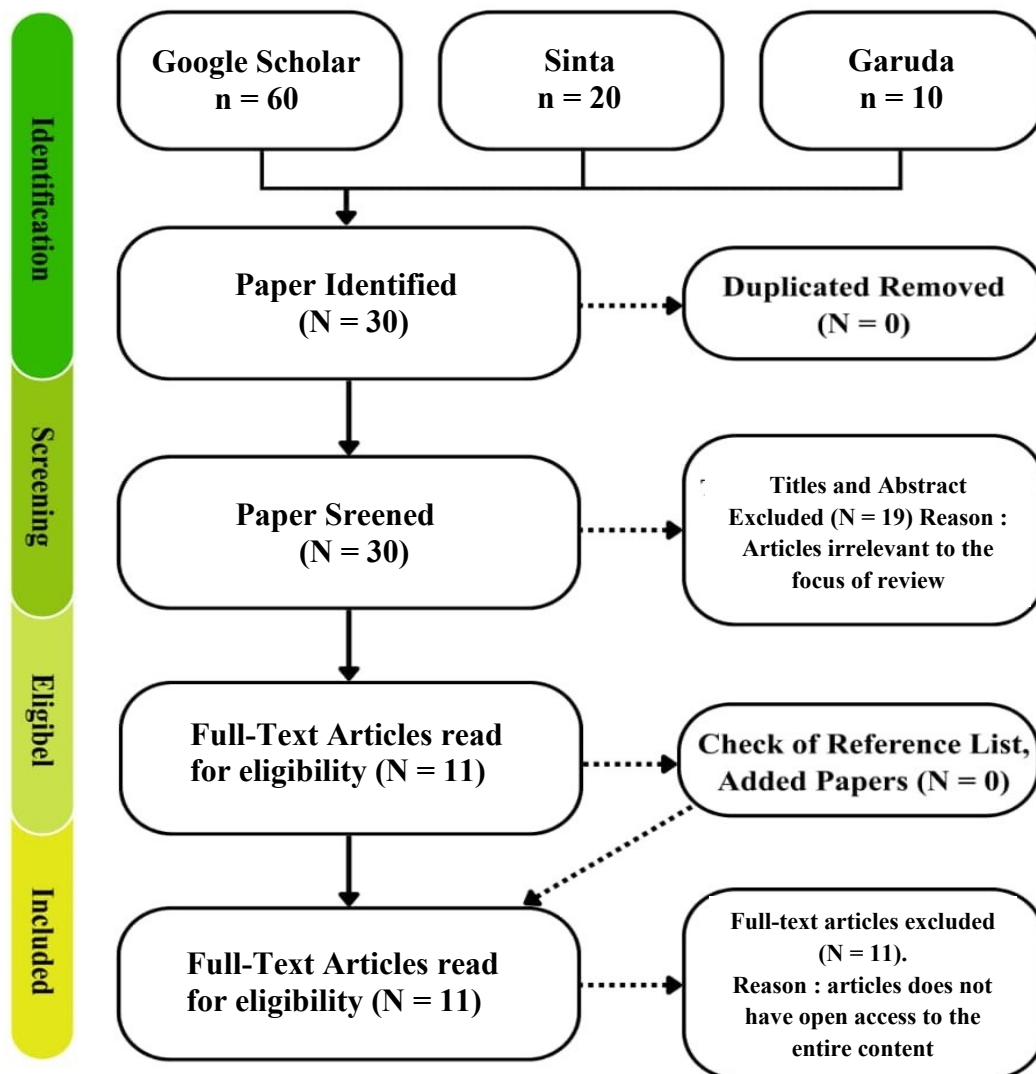
Analisis kesenjangan (*gap analysis*) menunjukkan bahwa meskipun jumlah penelitian mengenai *coding* dan CT pada anak usia dini terus meningkat, belum terdapat kajian literatur sistematis yang secara komprehensif memetakan pola implementasi media *coding* baik *unplugged*, digital, maupun robotic serta membandingkan efektivitasnya terhadap komponen *computational thinking* (CT) anak usia dini dalam satu kerangka analisis terpadu. Selain itu, masih terbatas penelitian yang mengaitkan temuan empiris tersebut dengan faktor kontekstual seperti kesiapan guru, kesesuaian perkembangan anak, serta kebutuhan integrasi pembelajaran dengan konteks budaya dan kurikulum nasional. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya penelitian yang tidak sekadar mengulang temuan sebelumnya, tetapi mampu menyintesis bukti empiris yang ada secara sistematis untuk menghasilkan pemahaman yang lebih utuh dan aplikatif.

Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan *Literature Review* terhadap studi-studi empiris yang membahas implementasi media *coding* dalam pengembangan *computational thinking* (CT) anak usia dini. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk (1) memetakan jenis dan karakteristik media *coding* yang digunakan pada pembelajaran PAUD, (2) menganalisis efektivitas berbagai media *coding* terhadap komponen *computational thinking* (CT) anak usia dini, serta (3) mengidentifikasi tantangan dan peluang implementasi media *coding* dalam konteks pendidikan anak usia dini. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada upaya sintesis komprehensif lintas jenis media *coding* yang dikaitkan dengan komponen *computational thinking* (CT) dan konteks implementasi PAUD, sehingga diharapkan dapat menjadi rujukan berbasis bukti bagi guru, peneliti, dan pengambil kebijakan dalam mengembangkan pembelajaran *coding* yang kontekstual, terstruktur, dan sesuai perkembangan anak usia dini.

Metodologi

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Literature Review* dengan orientasi kualitatif-sintesis untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai implementasi media *coding* dalam pengembangan *computational thinking* pada anak usia dini. Pendekatan tinjauan sistematis ini sejalan dengan praktik kajian literatur yang menekankan proses penelusuran terstruktur, transparan, dan dapat direplikasi sebagaimana direkomendasikan dalam studi literatur terkait pendidikan anak usia dini (Anjani et al., 2024). Protokol PRISMA diterapkan sebagai kerangka kerja untuk memastikan akurasi dan transparansi proses, mulai dari identifikasi sumber, penyaringan judul dan abstrak, penilaian kelayakan *full text*, hingga inklusi studi yang sesuai untuk sintesis akhir, sebagaimana diterapkan dalam penelitian masa kini yang menggunakan pendekatan telaah literatur terstruktur (Anjani et al., 2024).

Populasi kajian mencakup seluruh artikel penelitian empiris yang membahas implementasi media *coding* dan pengembangan *computational thinking* pada anak usia dini, yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2015–2024, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris, dengan desain penelitian kuantitatif, kualitatif, maupun campuran. Artikel disertakan apabila memenuhi kriteria: (1) melibatkan subjek anak usia 4–6 tahun atau konteks PAUD, (2) menggunakan media *coding* sebagai intervensi pembelajaran (*unplugged*, digital berbasis blok, atau robotik), dan (3) melaporkan dampak terhadap komponen *computational thinking*. Artikel dikecualikan apabila tidak relevan dengan fokus kajian, tidak menyediakan akses teks lengkap, atau berupa kajian konseptual tanpa data empiris.



Gambar 1. Diagram proses seleksi artikel menggunakan PRISMA

Penelusuran artikel dilakukan melalui sejumlah basis data ilmiah, yaitu Google Scholar, SINTA, dan Garuda, menggunakan kombinasi kata kunci seperti "*coding media;computational thinking;early childhood*", "*ScratchJr;early childhood education*", dan "*educational robotics;young children*". Proses seleksi mengikuti tahapan PRISMA yang meliputi identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi artikel. Pada tahap identifikasi, seluruh artikel hasil penelusuran awal dikompilasi dan diperiksa untuk menghapus duplikasi. Tahap penyaringan dilakukan melalui seleksi judul dan abstrak berdasarkan kesesuaian dengan fokus penelitian. Selanjutnya, tahap penilaian kelayakan dilakukan melalui penelaahan teks lengkap untuk memastikan pemenuhan seluruh kriteria inklusi. Alur dan hasil proses seleksi artikel dirangkum secara ringkas dalam satu diagram PRISMA yang disajikan pada Gambar 1.

Untuk menjamin kualitas metodologis artikel yang dianalisis, penelitian ini menerapkan penilaian kualitas studi secara operasional dengan mengadaptasi prinsip PRISMA checklist. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek utama, meliputi: (1) kejelasan tujuan dan desain penelitian, (2) kesesuaian metode dengan tujuan penelitian, (3) karakteristik dan ukuran sampel, (4) kejelasan instrumen pengukuran *computational thinking*, serta (5) transparansi pelaporan hasil. Setiap artikel ditelaah berdasarkan aspek-aspek tersebut untuk memastikan kelayakan metodologis sebelum disertakan dalam sintesis akhir. Potensi bias diminimalkan melalui penerapan kriteria inklusi-eksklusi yang ketat, penggunaan sumber artikel bereputasi, serta pengecualian studi dengan pelaporan metodologi yang tidak memadai.

Data dari artikel terpilih diekstraksi secara sistematis menggunakan lembar ekstraksi data, yang memuat informasi inti meliputi penulis dan tahun publikasi, desain penelitian, karakteristik peserta, jenis media *coding* yang digunakan (misalnya *unplugged coding*, ScratchJr, robotik edukatif), durasi intervensi, serta komponen *computational thinking* yang diukur. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan tematik untuk mengidentifikasi pola implementasi media *coding*, kecenderungan efektivitas setiap jenis media, serta variasi pendekatan pedagogis yang diterapkan. Artikel kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis media *coding* dan indikator CT yang dikembangkan, seperti *sequencing*, *pattern recognition*, *decomposition*, dan *algorithmic thinking*. Hasil analisis disintesis dalam bentuk narasi dan tabel untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kontribusi media *coding* terhadap pengembangan *computational thinking* anak usia dini, sekaligus mengidentifikasi kesenjangan penelitian dan implikasi pedagogis bagi praktik PAUD di Indonesia.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 dan tabel 2 disajikan artikel yang diteliti dan analisisnya.

Tabel 1. List Artikel

No.	Intevensi / Media / Pendekatan	Deskripsi Intervensi	Efektivitas terhadap CT / Kompetensi Anak Usia Dini	Referensi
1.	Systematic Coding & CT Curriculum Framework	Analisis literatur global mengenai model CT, jenis aktivitas coding, dan integrasi kurikulum pada pendidikan anak usia dini.	Sangat efektif secara teoretis sebagai dasar pengembangan implementasi CT dan desain kurikulum; memperkuat pemahaman konsep CT.	(Kaan Bati, 2022)
2.	ScratchJr Digital Coding	Pemanfaatan aplikasi ScratchJr untuk aktivitas coding visual berbasis blok di kelas taman kanak-kanak Eropa.	Sangat efektif meningkatkan <i>sequencing</i> , <i>debugging</i> , dan representasi simbolik; signifikan dalam membangun fondasi CT.	(Bers, 2018)
3.	Cross-Curricular Coding Programs	Integrasi coding dalam seluruh mata pelajaran (matematika, bahasa, sains); berbasis kajian review luas.	Efektif memperluas dampak CT pada literasi akademik lain; meningkatkan reasoning, problem-solving, dan transfer pengetahuan.	(Mills et al., 2025)
4.	Tangible Robot Programming	Anak memprogram robot fisik (Bee-Bot / KIBO) untuk memahami <i>debugging</i> , <i>sequencing</i> , dan perbaikan kesalahan.	Sangat efektif khususnya dalam peningkatan <i>debugging knowledge</i> dan kontrol algoritmik.	(Misirli & Komis, 2023)
5.	Tablet-Based Coding (ScratchJr Extended)	Pembelajaran coding berbasis tablet untuk memperkuat konsep CT dasar seperti <i>decomposition</i> , <i>pattern recognition</i> , dan <i>abstraction</i> .	Efektif meningkatkan seluruh komponen inti CT, terutama kemampuan memecah masalah dan merancang algoritma sederhana.	(Relkin et al., 2021)
6.	Puzzle Coding Blocks (Unplugged)	Media puzzle coding fisik (tanpa teknologi digital) untuk mengajarkan urutan	Efektif untuk anak pemula; meningkatkan kemampuan mengurutkan	(Kempirmase & Firman, 2025)

No.	Intevensi / Media / Pendekatan	Deskripsi Intervensi	Efektivitas terhadap CT / Kompetensi Anak Usia Dini	Referensi
7.	Unplugged Daily-Life Coding	langkah dan logika pemrograman. Aktivitas coding tanpa perangkat berbasis kehidupan sehari-hari, seperti rutinitas dan pola aktivitas anak.	perintah dan memahami logika sederhana. Efektif memperkuat CT melalui situasi kontekstual; meningkatkan pemahaman algoritmik dasar.	(Faizatul Fitriyah et al., 2023)
8.	ScratchJr Game-Based Learning	Permainan digital ScratchJr dalam model eksperimen formal pada anak usia 5–6 tahun.	Sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan CT, terutama kemampuan decomposing dan problem-solving.	(Hardiyanti et al., 2023)
9.	Game-Based Educational Coding	Aktivitas permainan edukatif untuk mempersiapkan kemampuan CT menuju Society 5.0.	Efektif dalam meningkatkan antusiasme dan keterlibatan anak, meski analisis dampak CT masih moderat.	(Mursyidah & Mardiana, 2023)
10.	Gamification for CT Skills	Strategi gamifikasi seperti reward, badges, dan challenge untuk mengembangkan CT.	Efektif meningkatkan motivasi belajar dan fleksibilitas berpikir; dampak langsung terhadap CT bersifat beragam.	(Wijayanti et al., 2025)
11.	Systematic Review of Unplugged Coding	Tinjauan sistematis mengenai aktivitas unplugged (tanpa layar) untuk mengembangkan CT di PAUD.	Efektif untuk mengenalkan konsep CT dasar secara bertahap; sangat sesuai dengan tahap perkembangan kognitif anak.	(Ida Rahmawati & Mubiar Agustin, 2024)
12.	Coding as a Playground (Play-Based Coding Approach)	Pendekatan coding berbasis bermain yang memadukan aktivitas pemrograman digital dan tangible (misalnya KIBO) dalam konteks pedagogis PAUD.	Sangat efektif secara konseptual dan empiris dalam menstimulasi CT, kreativitas, kolaborasi, serta perkembangan sosial-emosional anak.	(Umashi Bers, 2021)
13.	Positive Technological Development (PTD)-Based Coding Instruction	Model pengajaran CT dan coding berbasis kerangka Positive Technological Development yang menekankan kompetensi kognitif, sosial, dan etis.	Sangat efektif sebagai kerangka pedagogis holistik; memperkuat CT sekaligus karakter, agency, dan literasi teknologi anak usia dini.	(Umashi Bers, 2021)

Tabel 2. Analisis Isi Artikel

Aspek Penelitian	Variabel	Hasil Analisis Sintesis
Pendekatan Media Coding dalam PAUD	Unplugged Coding	Aktivitas unplugged coding berbasis manipulatif konkret (puzzle coding, rutinitas harian, permainan fisik) secara konsisten meningkatkan kemampuan sequencing, pattern recognition, dan pemahaman algoritmik dasar anak usia dini. Pendekatan ini dinilai paling developmentally appropriate, khususnya pada konteks PAUD Indonesia dengan keterbatasan perangkat digital (Faizatul Fitriyah et al., 2023; Ida Rahmawati

Aspek Penelitian	Variabel	Hasil Analisis Sintesis
Komponen Computational Thinking (CT)	Digital Block-Based Coding (ScratchJr)	& Mubiar Agustin, 2024; Kempirmase & Firman, 2025; Umashi Bers, 2021) Media digital berbasis blok visual seperti ScratchJr efektif mengembangkan algorithmic thinking, decomposition, dan problem solving pada anak usia 5–6 tahun. Efektivitas meningkat ketika aktivitas dirancang berbasis permainan dan disertai scaffolding guru yang terstruktur (Bers, 2018; Hardiyanti et al., 2023; Relkin et al., 2021)
	Robotik Tangibel	Media robotik tangibel (misalnya Bee-Bot, KIBO) menunjukkan keunggulan dalam pengembangan debugging, kontrol algoritmik, dan pemahaman sebab-akibat melalui interaksi fisik langsung. Namun, implementasinya masih terbatas pada konteks internasional dan menghadapi kendala biaya serta infrastruktur di PAUD Indonesia (Misirli & Komis, 2023; Umashi Bers, 2021)
	Sequencing	Sequencing merupakan komponen CT yang paling konsisten meningkat pada seluruh jenis media coding. Kemampuan ini berkembang melalui aktivitas pengurutan langkah, instruksi sederhana, dan rutinitas berbasis cerita atau permainan (Faizatul Fitriyah et al., 2023; Ida Rahmawati & Mubiar Agustin, 2024b)
	Pattern Recognition & Decomposition	Pattern recognition berkembang kuat melalui aktivitas unplugged dan puzzle coding, sedangkan decomposition lebih menonjol pada penggunaan ScratchJr dan aktivitas digital berbasis proyek sederhana (Bers, 2018; Hardiyanti et al., 2023)
	Debugging & Problem Solving	Debugging merupakan komponen CT yang paling jarang diukur, namun menunjukkan perkembangan paling signifikan melalui media robotik tangibel dan game-based coding yang memungkinkan anak mengidentifikasi serta memperbaiki kesalahan secara langsung (Misirli & Komis, 2023; Wijayanti et al., 2025)
Desain dan Konteks Implementasi	Desain Penelitian	Studi yang direview menggunakan desain eksperimen, kuasi-eksperimen, R&D, serta systematic review. Mayoritas penelitian menekankan intervensi jangka pendek dengan pengukuran pretest-posttest terhadap komponen CT anak usia dini (Ida Rahmawati & Mubiar Agustin, 2024; Kaan Bati, 2022)
	Peran Guru dan Scaffolding	Keberhasilan implementasi media coding sangat dipengaruhi oleh peran guru dalam memberikan scaffolding, memfasilitasi refleksi, dan mengaitkan aktivitas coding dengan pengalaman bermain anak (Emily Relkin, 2021; Mills et al., 2025)
Dampak Non-Kognitif	Motivasi & Keterlibatan Anak	Beberapa studi melaporkan peningkatan motivasi, keterlibatan belajar, dan kemandirian anak melalui pendekatan game-based learning dan gamifikasi dalam aktivitas coding (Mursyidah & Mardiana, 2023; Wijayanti et al., 2025)
Kesenjangan dan Tantangan Penelitian	Keterbatasan Studi	Literatur masih didominasi studi jangka pendek dan minim penelitian longitudinal. Selain itu, instrumen pengukuran CT yang tervalidasi khusus untuk konteks PAUD Indonesia masih sangat terbatas, terutama untuk komponen debugging dan transfer CT lintas domain (Emily Relkin, 2021; Ida Rahmawati & Mubiar Agustin, 2024)

Hasil sintesis terhadap sebelas artikel dan dua buku terpilih menunjukkan bahwa implementasi media *coding* pada pendidikan anak usia dini terkonsentrasi pada tiga pendekatan utama, yaitu *unplugged coding*, *digital block-based coding*, dan *robotik tangibel*, dengan keragaman desain penelitian yang mencakup eksperimen, kuasi-eksperimen, *research and development* (R&D), serta *systematic review*. Secara keseluruhan, ketiga pendekatan tersebut dilaporkan memberikan

kontribusi positif terhadap pengembangan *computational thinking* (CT) anak usia dini, meskipun dengan diferensiasi pola efektivitas pada masing-masing komponen CT. Pendekatan *unplugged coding* muncul sebagai strategi yang paling dominan dan paling konsisten dilaporkan efektif dalam konteks PAUD Indonesia. Aktivitas berbasis manipulatif konkret, *coding puzzles*, dan rutinitas kehidupan sehari-hari secara sistematis meningkatkan kemampuan *sequencing*, *pattern recognition*, dan pemahaman algoritmik dasar, sehingga dipandang paling *developmentally appropriate*, khususnya pada satuan PAUD dengan keterbatasan akses teknologi digital dan pada anak usia 4–6 tahun yang berada pada tahap praoperasional.

Sebaliknya, media digital *block-based coding*, terutama ScratchJr, menunjukkan efektivitas yang lebih kuat dalam memfasilitasi pengembangan komponen CT tingkat lanjut, seperti *decomposition*, *algorithmic thinking*, dan *problem solving*. Studi-studi internasional dan nasional secara konsisten melaporkan peningkatan signifikan kemampuan CT anak usia 5–6 tahun setelah intervensi ScratchJr berbasis permainan, terutama ketika implementasi didukung oleh struktur tugas yang eksplisit dan *teacher scaffolding* yang terencana. Pendekatan robotik tangible seperti Bee-Bot dan KIBO menunjukkan keunggulan komparatif dalam pengembangan kemampuan *debugging* dan kontrol algoritmik melalui interaksi fisik langsung, yang memungkinkan anak mengamati dan merefleksikan hubungan sebab-akibat secara konkret. Meskipun demikian, frekuensi penelitian robotik dalam konteks PAUD Indonesia masih relatif terbatas dibandingkan dengan literatur internasional.

Analisis lintas studi mengindikasikan bahwa *sequencing* merupakan komponen CT yang paling konsisten mengalami peningkatan pada seluruh jenis media *coding*. *Pattern recognition* dan *decomposition* berkembang secara lebih menonjol melalui pendekatan *unplugged coding* dan ScratchJr, sementara *debugging* menjadi komponen yang paling jarang diukur namun menunjukkan penguatan paling signifikan melalui penggunaan media robotik tangible. Selain dampak kognitif, sebagian studi internasional juga melaporkan adanya efek transfer CT ke domain lain, seperti literasi digital dan fleksibilitas kognitif, meskipun bukti empiris serupa dalam konteks PAUD Indonesia masih terbatas.

Pola temuan yang muncul dari hasil sintesis ini menunjukkan bahwa media *coding* tidak berfungsi sebagai intervensi teknis semata, melainkan sebagai perangkat pedagogis yang menstimulasi proses berpikir anak melalui aktivitas bermain, interaksi konkret, dan pendampingan guru. Pola ini selaras dengan perspektif (Umashi Bers, 2021) yang memosisikan *coding* sebagai *pedagogical playground* untuk mengembangkan *computational thinking* secara holistik dan sesuai tahap perkembangan anak. Oleh karena itu, pembahasan hasil penelitian ini diawali dengan pengaitan temuan empiris terhadap kerangka *Positive Technological Development* (PTD) sebagai landasan teoretis utama dalam memahami efektivitas implementasi media *coding* pada pendidikan anak usia dini.

Pembahasan

Pembahasan ini menempatkan temuan-temuan empiris dari hasil sintesis literatur dalam kerangka teoretis *Positive Technological Development* (PTD) yang dikemukakan oleh (Umashi Bers, 2021) untuk menjelaskan bagaimana dan mengapa berbagai media *coding* baik *unplugged*, digital, maupun robotic dapat secara efektif mengembangkan *computational thinking* (CT) anak usia dini ketika diimplementasikan secara pedagogis dan sesuai tahap perkembangan.

Temuan hasil sintesis ini selaras dan secara empiris memperkuat landasan teoretis yang dikemukakan oleh (Umashi Bers, 2021) dalam buku *Coding as a Playground: Programming and Coding in the Early Childhood Classroom* dan *Teaching Computational Thinking and Coding to Young Children*, yang memosisikan *coding* sebagai wahana bermain pedagogis untuk menstimulasi proses berpikir anak secara holistik, bukan sebagai penguasaan teknis pemrograman. Kerangka PTD tercermin secara konsisten dalam hasil review ini, khususnya melalui efektivitas pendekatan *unplugged coding* dan media manipulatif yang meningkatkan kemampuan *sequencing* dan *pattern recognition* melalui aktivitas konkret dan kontekstual. Temuan ini menguatkan argumen Bers bahwa pengalaman bermain yang bermakna dan dekat dengan kehidupan anak merupakan fondasi utama

pengembangan CT pada tahap awal perkembangan, serta bahwa keberhasilan implementasi media *coding* sangat ditentukan oleh kesesuaian pedagogis, tahapan penggunaan media, dan peran guru dalam proses *scaffolding*.

Hasil review menunjukkan bahwa media *coding*, baik berbasis *unplugged*, digital, maupun robotik, efektif dalam mengembangkan CT anak usia dini apabila dirancang secara *developmentally appropriate*. Pendekatan *unplugged coding* menjadi strategi yang paling konsisten efektif dalam konteks PAUD Indonesia karena berbasis aktivitas konkret, kontekstual, dan bermain, serta tidak bergantung pada literasi digital maupun kemampuan baca-tulis anak. Sebaliknya, media digital *block-based coding* seperti Scratch Jr menunjukkan efektivitas yang lebih kuat pada pengembangan struktur berpikir algoritmik, *decomposition*, dan *problem solving*, khususnya pada anak usia 5–6 tahun dengan pendampingan guru yang memadai. Sementara itu, robotik tangibel menawarkan keunggulan spesifik dalam mengembangkan kemampuan *debugging* melalui mekanisme sebab-akibat yang dapat diamati secara langsung, meskipun implementasinya masih terbatas oleh faktor biaya dan infrastruktur di PAUD Indonesia.

Secara teoretis, pola temuan ini dapat dijelaskan melalui perspektif perkembangan kognitif (Piaget, 1972) dan teori sosiokultural (Vygotsky, 1978). Anak usia dini yang berada pada tahap praoperasional hingga awal operasional konkret membutuhkan pengalaman belajar yang konkret, visual, dan berbasis permainan, sebagaimana tercermin dalam efektivitas pendekatan *unplugged* dan media manipulatif. Aktivitas *coding* memungkinkan anak membangun pemahaman melalui manipulasi objek, representasi simbolik sederhana, dan pengurutan tindakan. Dari sudut pandang Vygotsky, media *coding* terutama ketika disertai pendampingan guru memfasilitasi terjadinya *scaffolding* dalam *Zone of Proximal Development*, di mana anak belajar menyusun langkah, memperbaiki kesalahan, dan memecahkan masalah melalui interaksi sosial yang bermakna.

Temuan ini juga memiliki relevansi besar terhadap strategi pembelajaran dan kurikulum PAUD di Indonesia, terutama sejalan dengan arah Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan literasi digital sejak usia dini. Pembelajaran *coding* tidak hanya relevan sebagai alat pembelajaran teknologi semata, tetapi juga sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, dan kolaborasi yang merupakan kompetensi abad ke-21. Mengacu pada studi pengembangan strategi integrasi CT dalam kurikulum PAUD, integrasi aktivitas *coding* ke dalam tema pembelajaran atau modul ajar tematik dapat memicu keterlibatan anak yang lebih tinggi dan menanamkan keterampilan berpikir struktural sejak dini (Yuliantina, 2025). Namun, studi lain yang diungkapkan (Nur Aniza et al., 2024) menunjukkan bahwa pemahaman dan kesiapan guru PAUD mengenai pembelajaran *coding* masih berada pada tingkat sedang, di mana sebagian besar guru belum memiliki pemahaman yang memadai tentang cara merancang dan mengimplementasikan aktivitas *coding* secara efektif dalam konteks pembelajaran tematik PAUD. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi *coding* dalam kurikulum PAUD memerlukan pedoman implementasi berbasis bukti, termasuk alat penilaian CT yang cocok untuk konteks usia dini, modul pembelajaran yang *developmentally appropriate*, dan program pelatihan atau *professional development* yang berkelanjutan bagi guru.

Meskipun sejumlah penelitian telah menegaskan bahwa *computational thinking* (CT) dapat dikembangkan pada anak usia dini melalui berbagai model pembelajaran dan media *coding*, kajian sistematis juga menunjukkan bahwa masih terdapat tantangan signifikan dan kesenjangan penelitian yang perlu diatasi agar pemahaman CT pada PAUD dapat semakin matang dan aplikatif dalam konteks Indonesia. Salah satu isu utama adalah minimnya studi *longitudinal* yang mampu menjelaskan bagaimana perkembangan kemampuan CT berlangsung secara berkelanjutan selama beberapa periode pembelajaran, terutama dari usia 4 hingga 6 tahun atau lebih setelah intervensi awal. Studi *longitudinal* semacam ini sangat penting karena CT bukan sekadar keterampilan sesaat, tetapi kemampuan kognitif yang berkembang seiring waktu, namun sampai sekarang penelitian yang memotret pertumbuhan CT jangka panjang masih sangat terbatas. Kajian literatur lain mengonfirmasi kesenjangan ini dengan menyoroti perlunya evaluasi dampak program CT terhadap perkembangan kognitif lain dalam jangka panjang serta adanya keterbatasan metodologis dalam studi saat ini yang lebih banyak bersifat *cross-sectional* atau *short-term* dengan desain eksperimen

yang kurang variatif. Kesenjangan berikutnya tercermin dari kurangnya instrumen pengukuran CT yang tervalidasi secara spesifik untuk konteks PAUD Indonesia. Instrumen yang digunakan dalam banyak penelitian lokal masih berupa daftar observasi sederhana atau rubrik hasil pembelajaran yang dibangun oleh peneliti sendiri tanpa proses validasi psikometrik yang kuat, sementara di tingkat internasional terdapat contoh pengukuran CT yang reliabel untuk usia sekolah dasar ke atas tetapi tidak diterjemahkan secara memadai ke konteks PAUD (misalnya instrumen untuk kelas 3–6 yang dikembangkan melalui model Rasch yang valid dan reliabel) (El-Hamamsy et al., 2025). Ketiadaan instrumen yang valid ini mempersulit perbandingan lintas studi dan menghambat kemampuan untuk melakukan meta-analisis yang kuat tentang efektivitas media *coding* dalam konteks usia 4–6 tahun. Kebutuhan terhadap pengembangan alat ukur CT yang sesuai tahap perkembangan PAUD ini menjadi sangat jelas karena aspek CT seperti *sequencing*, *pattern recognition*, *abstraction*, dan *debugging* harus dievaluasi dengan cara yang sesuai dengan karakteristik kognitif anak di tahap praoperasional menurut (Piaget, 1972), serta harus mempertimbangkan sensitivitas perkembangan anak usia dini dalam pengukuran kognitif kompleks.

Implikasi praktis dari temuan ini sangat relevan bagi implementasi Kurikulum Merdeka di PAUD Indonesia. Media *coding* sebaiknya tidak diposisikan sebagai mata pelajaran terpisah, melainkan diintegrasikan secara tematik melalui aktivitas bermain, proyek, dan rutinitas harian anak. Pendekatan *unplugged* dapat menjadi titik awal yang inklusif dan realistis, terutama bagi satuan PAUD dengan keterbatasan sarana digital. Media digital dan robotik berfungsi sebagai penguatan bertahap ketika kesiapan anak dan kompetensi guru telah terpenuhi. Tanpa pedoman implementasi berbasis bukti dan penguatan kapasitas guru, penggunaan media *coding* berisiko menjadi sporadis dan sulit dievaluasi dampaknya secara berkelanjutan.

Dari sisi refleksi metodologis, kajian ini mengidentifikasi beberapa keterbatasan utama dalam literatur yang direview, antara lain minimnya studi longitudinal yang mampu memotret perkembangan CT anak secara berkelanjutan, serta ketiadaan instrumen CT yang tervalidasi khusus untuk konteks PAUD Indonesia. Selain itu, penelitian mengenai robotik dan media coding berbasis kearifan lokal masih sangat terbatas, sehingga potensi adaptasi budaya dalam pembelajaran CT belum tergarap optimal. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada pengembangan instrumen CT yang sensitif perkembangan, desain studi longitudinal, serta model implementasi media coding yang kontekstual, terjangkau, dan berbasis budaya Indonesia, agar coding dapat berfungsi sebagai fondasi berkelanjutan bagi penguatan keterampilan berpikir anak usia dini. Kesenjangan penelitian yang cukup mencolok dalam implementasi media robotik pada pendidikan anak usia dini di Indonesia masih menjadi tantangan signifikan, terutama karena keterbatasan dana, infrastruktur, dan dukungan institusional untuk pengadaan perangkat robot edukatif, sehingga studi yang menilai efektivitas robot seperti Bee-Bot atau LEGO Mindstorms terhadap kemampuan *debugging* dan *algorithmic thinking* anak masih sangat terbatas dibandingkan konteks internasional yang lebih mapan teknologinya (Putri et al., 2025).

Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berbagai bentuk media *coding* meliputi aktivitas *unplugged*, aplikasi digital berbasis blok seperti ScratchJr, permainan edukatif, serta robotik sederhana memiliki efektivitas yang kuat dalam meningkatkan kemampuan *computational thinking* (CT) anak usia 5–6 tahun. Meskipun demikian, temuan ini juga menegaskan perlunya penelitian lanjutan mengenai efektivitas jangka panjang penggunaan media *coding* di PAUD, khususnya keterpaduannya dengan Kurikulum Merdeka serta kesiapan guru dalam proses implementasi. Selain itu, pengembangan media *coding* berbasis budaya lokal dan berbasis bukti menjadi penting untuk memastikan kesesuaian dengan tahap perkembangan anak dan konsistensi penerapannya di satuan PAUD.

Penelitian ini mengakui sejumlah keterbatasan, antara lain keterbatasan jumlah artikel empiris yang dianalisis karena bergantung pada ketersediaan sumber *open access*, durasi intervensi media coding yang umumnya bersifat jangka pendek, serta dominasi konteks implementasi pada setting PAUD tertentu yang belum sepenuhnya merepresentasikan keragaman budaya, kurikulum,

dan kesiapan institusional. Selain itu, pengukuran *computational thinking* dalam studi-studi terpilih masih cenderung berfokus pada komponen dasar seperti *sequencing* dan *pattern recognition*, sementara aspek *debugging*, *problem solving*, dan transfer lintas domain relatif kurang dieksplorasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan studi empiris yang lebih luas, mencakup konteks PAUD yang lebih beragam, serta menggunakan desain longitudinal guna memahami dampak jangka menengah dan panjang implementasi media coding. Pengembangan instrumen pengukuran CT yang lebih terstandar dan sensitif terhadap tahap perkembangan anak usia dini juga menjadi kebutuhan penting, agar implementasi pembelajaran coding yang kontekstual, inklusif, dan berkelanjutan dapat dirumuskan secara lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- Anjani, R., Mashudi, E. A., & Nuroniah, P. (2024). Literature Review: Early Childhood Parenting Efforts in Dual Earner Family. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 7(3), 645–662. <https://doi.org/10.31004/aulad.v7i3.755>
- Bers, M. U. (2018). Coding and Computational Thinking in Early Childhood: The Impact of ScratchJr in Europe. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 1–13. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3868>
- Dinda Suci, A., Hendriawan, D., & Naufal Arzaqi, R. (2024). Pengembangan Game Edukasi Melalui Construct 2 Sebagai Media Alternatif Pengenalan Keaksaraan Anak Usia Dini. *Murhum : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 740–751. <https://doi.org/10.37985/murhum.v5i1.654>
- El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., Mondada, F., Zufferey, J. D., Bruno, B., & Román-González, M. (2025). The Competent Computational Thinking Test (cCTt): A Valid, Reliable and Gender-Fair Test for Longitudinal CT Studies in Grades 3–6. In *Technology, Knowledge and Learning* (Vol. 30, Issue 3, pp. 1607–1661). <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09777-8>
- Emily Relkin, L. de R. & M. U. B. (2021). TechCheck: Development and Validation of an Unplugged Assessment of Computational Thinking in Early Childhood Education. *J Sci Educ Technol*.
- Faizatul Fitriyah, Q., Rahmadhania Saputri, L., & Inaya Aljawad, H. (2023). Praktik unplugged coding berbasis daily lives dalam meningkatkan computational thinking pada anak usia dini. *Jurnal Pendidikan Anak*, 12(2), 176–185. <https://doi.org/10.21831/jpa.v12i2.57349>
- Fauziyah, C., Adhe, K. R., Saroinsong, W. P., & Kristanto, A. (2025). Pengembangan Media Unplugged Coding Terhadap Computational Thinking Dan Problem Solving Pada Pendidikan Anak Usia 5-6 Tahun. *JURNAL MADINASIKA Manajemen Pendidikan Dan Keguruan*, 6(2), 204–212. <https://doi.org/10.31949/madinasika.v6i2.14120>
- Gusti Pangestu, F., Hendriawan, D., & Arzaqi, R. N. (2024). Pengembangan Aplikasi Mengenal Hewan Ternak untuk Stimulasi Kemampuan Pemecahan Masalah pada Anak Usia 5-6 Tahun. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 7(2), 517–528. <https://doi.org/10.31004/aulad.v7i2.688>
- Harahap, M., & Eliza, D. (2022). E-Modul Pembelajaran Coding Berbasis Pengenalan Budaya Indonesia untuk Meningkatkan Computational Thinking. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(4), 3063–3077. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i4.2323>
- Hardiyanti, W. D., Hafidah, R., & Pudyaningtyas, A. R. (2023). Pengaruh Permainan Scratchjr Terhadap Kemampuan Berpikir Komputasional Anak Usia 5-6 Tahun. In *Kumara Cendekia* (Vol. 11, Issue 2, p. 181). <https://doi.org/10.20961/kc.v11i2.63169>
- Ida Rahmawati, & Mubiar Agustin. (2024a). Kegiatan Bermain Menggunakan Pendekatan Unplugged Coding dalam Pendidikan Anak Usia Dini: Sebuah Tinjauan Sistematis. *ABNA : Journal of Islamic Early Childhood Education*, 5(2), 130–145. <https://doi.org/10.22515/abna.v5i2.10010>
- Ida Rahmawati, & Mubiar Agustin. (2024b). Kegiatan Bermain Menggunakan Pendekatan Unplugged Coding dalam Pendidikan Anak Usia Dini: Sebuah Tinjauan Sistematis. *ABNA : Journal of Islamic Early Childhood Education*, 5(2). <https://doi.org/10.22515/abna.v5i2.10010>
- Kaan Bati. (2022). A systematic literature review regarding computational thinking and

- programming in early childhood education. *Educ Inf Technol*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10700-2>
- Kempirmase, S. R. A., & Firman, F. (2025). Implementasi Puzzle Coding Blok sebagai Media Edukatif Unplugged untuk Anak Usia Dini di TK ABA 2 Aimas. *Jurnal Pendidikan UNIMUDA SORONG*.
- Kumala, R. A. D., Fathiyah, K. N., & Krisnani, R. V. R. (2023). Computational Thinking pada Anak Usia Dini: Tinjauan Sistematis. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(3), 3418–3436. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i3.4520>
- Mills, K. A., Cope, J., & Rowe, L. (2025). Coding and Computational Thinking Across the Curriculum: A Review of Educational Outcomes. *Sage Journals Home*.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/00346543241241327>
- Misirli, A., & Komis, V. (2023). Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.014>
- Mulyati, M. (2023). Tren dan Pengembangan Keterampilan Berpikir Komputasional Anak Usia Dini pada Abad 21: Perspektif Teoretis. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(4), 4155–4165. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i4.4005>
- Mursyidah, N. H., & Mardiana, E. A. P. (2023). Pengaruh Permainan Edukasi Untuk Meningkatkan Computational Thinking Anak Usia 5-6 Tahun Menuju Society 5.0. *Prosiding Seminar Nasional Kemahasiswaan*, 1(1), 19–22. <https://doi.org/10.56983/prosidingkemahasiswaan.v1i1.1448>
- Nur Aniza, N., Hendriawan, D., & Arzaqi, R. N. (2024). Analisis Kesiapan Guru PAUD dalam Implementasi Kurikulum Merdeka. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 7(2), 353–363. <https://doi.org/10.31004/aulad.v7i2.667>
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.
- Putri, A. K., Hendriawan, D., & Arzaqi, R. N. (2025). Magic Words Buku Dongeng Digital untuk Meningkatkan Kemampuan Bahasa Santun pada Anak Usia Dini. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 8(1), 251–260. <https://doi.org/10.31004/aulad.v8i1.986>
- Relkin, E., Ruiter, L. E. de, & Bers, M. U. (2021). Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children Author links open overlay panel. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104222>
- Roby Naufal Arzaqi, Aisah Karunia Rahayu, & Deri Hendriawan. (2025). The Role of an Inclusive Environment in Improving Early Childhood Executive Function Skills. *Indonesian Journal of Early Childhood Education Studies*, 13(2), 177–186. <https://doi.org/10.15294/ijeces.v13i2.15535>
- Roby Naufal Arzaqi, & Karunia Rahayu, A. (2025). Pengembangan Game Edukatif Berbasis Smart Apps Creator Dalam Meningkatkan Literasi Kesehatan Anak. *Pratama Widya: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 10(1), 65–76. <https://doi.org/10.25078/pw.v10i1.4498>
- Umashi Bers, M. (2021a). *Coding as a Playground: Programming and Coding in the Early Childhood Classroom (Second Edition)* (second edi). Routledge.
- Umashi Bers, M. (2021b). *Teaching computational thinking and coding to young children* (illustrate). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7308-2>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wijayanti, A., Hamidah, S., & Yayuk, E. (2025). Implementasi Gamifikasi Sebagai Strategi Inovatif Dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Komputasional Pada Anak Usia Dini. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.34797>
- Yuliantina, I. (2025). Development of Learning Strategies to Integrate Computational Thinking in Early Childhood Education Curriculum: A Study on 36 Early Childhood Education Units in Kudus. *JPUD - Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 19(1), 37–47. <https://doi.org/10.21009/jpud.v19i1.40841>