



Murhum : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini

e-ISSN: 2723-6390, hal. 1335-1345

Vol. 7, No. 1, Juli 2026

DOI: 10.37985/murhum.v7i1.2075

Play-Based Unplugged untuk Mendukung Pembelajaran STEAM pada Anak Usia Dini

Qonitah Faizatul Fitriyah¹, Choiriyah Widyasari², Irma Yuliana³, dan Tri Asmawulan⁴

^{1,2,4} Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Muhammadiyah Surakarta

³ Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAK. Penelitian ini membahas kebutuhan yang semakin meningkat untuk mengintegrasikan pemikiran komputasional (CT) ke dalam pendidikan anak usia dini dengan cara yang sesuai dengan perkembangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonseptualisasikan dan menyempurnakan kerangka kerja pedagogis yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis bermain dan pemikiran komputasional tanpa perangkat digital untuk mendukung pembelajaran STEAM di usia dini. Pendekatan penelitian berbasis desain kualitatif digunakan melalui siklus iteratif desain, implementasi, observasi, dan penyempurnaan di kelas anak usia dini. Data dikumpulkan melalui observasi kelas yang direkam video, catatan lapangan, jurnal reflektif guru, artefak anak-anak, dan diskusi kelompok fokus. Temuan menunjukkan bahwa konstruksi CT seperti *decomposition*, *pattern recognition*, *abstraction*, *algorithmic thinking* muncul secara alami dalam skenario bermain terstruktur ketika didukung oleh perancah guru yang disengaja. Analisis interaksi menunjukkan bahwa perkembangan CT dimediasi secara sosial melalui dialog, pemecahan masalah kolaboratif, dan keterlibatan material daripada bergantung pada alat digital. Studi ini menghasilkan kerangka kerja pedagogis yang disempurnakan yang terdiri dari desain bermain terstruktur, perancah strategis, dan mediasi material nyata untuk memperkuat kompetensi STEAM di usia dini.

Kata Kunci: *Computational Thinking; Unplugged Coding; Pembelajaran STEAM*

ABSTRACT. This study addresses the growing need to integrate computational thinking (CT) into early childhood education in developmentally appropriate ways. The research aims to conceptualize and refine a pedagogical framework that integrates play-based learning and unplugged computational thinking to support early STEAM learning. A qualitative design-based research (DBR) approach was employed through interactive cycles of design, implementation, observation, and refinement in early childhood classrooms. Data were collected through video-recorded classroom observations, field notes, teacher reflective journals, children's artifacts, and focus group discussions. The findings reveal that computational thinking constructs such as *decomposition*, *pattern recognition*, *abstraction*, *algorithmic thinking* merged naturally within structured play scenarios when supported by intentional teacher scaffolding. Interaction analysis shows that CT development was socially mediated through dialogue, collaborative problem-solving, and material engagement rather than dependent on digital tools. The study produced a refined pedagogical framework consisting of structured play design, strategic scaffolding, and tangible material mediation to strengthen early STEAM competencies.

Keyword : *Computational Thinking; Unplugged Coding; STEAM Learning*

Copyright (c) 2026 Qonitah Faizatul Fitriyah dkk.

✉ Corresponding author : Qonitah Faizatul Fitriyah

Email Address : qff457@ums.ac.id

Received 25 Februari 2026, Accepted 16 April 2026, Published 16 April 2026

PENDAHULUAN

Kemajuan pesat teknologi digital dan kecerdasan buatan telah membentuk kembali kompetensi yang dibutuhkan di abad ke-21, menempatkan pemikiran komputasional (CT) sebagai literasi fundamental di samping membaca, menulis, dan berhitung. CT dipahami tidak hanya sebagai keterampilan pengkodean, tetapi juga sebagai kerangka pemecahan masalah yang melibatkan dekomposisi (*decomposition*), pengenalan pola (*pattern recognition*), abstraksi (*abstraction*), dan pemikiran algoritmik (*algorithmic thinking*) [1]. Semakin banyak cendekiawan berpendapat bahwa CT harus diperkenalkan sejak usia dini sebagai bagian dari pembelajaran STEAM dasar untuk menumbuhkan penalaran logis, kreativitas, dan pemikiran terstruktur.

Namun, integrasi CT dalam pendidikan anak usia dini (PAUD) menghadirkan tantangan pedagogis. [2], [3], [4], [5] Banyak implementasi masih terlalu bergantung pada perangkat digital, yang mungkin tidak selalu selaras dengan praktik yang sesuai dengan perkembangan anak. Dalam konteks di mana akses ke teknologi terbatas atau di mana paparan layar yang berlebihan menjadi perhatian pendekatan yang berpusat pada digital berisiko meminggirkan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis bermain yang mendasari pedagogi anak usia dini.

Untuk mengatasi kesenjangan ini, *play-based unplugged* telah muncul sebagai pendekatan alternatif [6], [7]. Terinspirasi oleh inisiatif seperti *CS Unplugged*, CT tanpa perangkat digital menekankan pengalaman langsung, kolaboratif, dan terwujud tanpa memerlukan perangkat digital [6], [8], [9], [10], [11], [12], [13]. Ketika diintegrasikan dalam pedagogi berbasis bermain, CT tanpa perangkat digital selaras dengan perspektif konstruktivis dan sosiokultural tentang pembelajaran, di mana anak-anak membangun pemahaman melalui interaksi, eksplorasi, dan keterlibatan sosial yang bermakna.

Pembelajaran berbasis bermain menyediakan konteks alami untuk mengintegrasikan CT ke dalam pendidikan STEAM awal. Melalui permainan terarah, bermain peran, bercerita, permainan gerakan, dan manipulatif, anak-anak terlibat dalam pengurutan, pengkategorian, prediksi, dan pemecahan masalah, komponen inti dari CT [14], [15], [16]. Mengintegrasikan CT tanpa perangkat elektronik dalam bermain tidak hanya mendukung penalaran matematika dan sains awal tetapi juga memperkuat fungsi eksekutif, perkembangan bahasa, dan kognisi sosial.

Meskipun minat internasional terhadap CT awal semakin meningkat, penelitian empiris yang meneliti bagaimana pendekatan tanpa perangkat elektronik berbasis bermain mendukung kompetensi STEAM awal masih terbatas, terutama dalam lingkungan pendidikan yang beragam secara budaya. Ada kebutuhan untuk mengkonseptualisasikan dan menyelidiki secara empiris model pedagogis yang mengintegrasikan prinsip-prinsip CT dengan praktik yang sesuai dengan perkembangan di kelas anak usia dini.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan peneliti di TK Alam Surya Mentari sebelum tahap desain intervensi, ditemukan bahwa integrasi pembelajaran STEAM masih berfokus pada aktivitas tematik konvensional tanpa eksplisit mengembangkan konstruksi berpikir komputasional. Guru telah menerapkan pendekatan berbasis bermain, namun aktivitas bermain belum secara sistematis dirancang untuk

memfasilitasi keterampilan seperti pengurutan logis, pembentukan aturan, atau dekomposisi masalah. Selain itu, guru menyampaikan dalam diskusi awal bahwa mereka memahami pentingnya computational thinking, tetapi belum memiliki kerangka pedagogis yang jelas untuk mengintegrasikannya tanpa bergantung pada perangkat digital. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan empiris untuk merancang model pedagogis yang mampu menjembatani prinsip bermain dengan konstruksi berpikir komputasional secara terstruktur dan sesuai perkembangan.

Meskipun penelitian mengenai computational thinking (CT) pada anak usia dini terus berkembang, sebagian besar studi masih berfokus pada penggunaan perangkat digital, robotik, atau aplikasi coding sebagai medium utama pembelajaran [3], [17]. Beberapa penelitian terbaru mulai mengeksplorasi pendekatan unplugged, namun umumnya menitikberatkan pada pengukuran efektivitas program atau peningkatan keterampilan tertentu, tanpa mengelaborasi secara mendalam desain pedagogis yang mendasari munculnya konstruksi CT dalam praktik bermain [5], [18]

Selain itu, studi yang mengintegrasikan CT dengan pembelajaran STEAM pada anak usia dini masih cenderung membahas integrasi kurikulum secara konseptual atau pada konteks penggunaan alat digital. Masih terbatas penelitian yang secara sistematis mengembangkan dan menyempurnakan kerangka pedagogis berbasis bermain yang secara eksplisit menanamkan konstruksi CT seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan pemikiran algoritmik dalam skenario bermain yang terstruktur dan dimediasi secara sosial.

Studi ini bertujuan untuk meneliti bagaimana aktivitas berpikir komputasional tanpa perangkat elektronik berbasis permainan dapat mendukung pembelajaran STEAM dini pada anak usia dini. Secara spesifik, tujuan penelitian ini adalah untuk mengkonseptualisasikan kerangka kerja pedagogis yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis permainan dan berpikir komputasional tanpa perangkat elektronik dalam pendidikan anak usia dini. Dengan menjembatani berpikir komputasional dan pedagogi berbasis permainan, penelitian ini berkontribusi pada wacana yang berkembang tentang pendidikan STEAM yang adil dan sesuai dengan perkembangan anak usia dini, khususnya dalam konteks di mana akses teknologi tidak merata namun kompetensi yang siap menghadapi masa depan semakin penting.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian berbasis desain kualitatif untuk mengkonseptualisasikan, mengembangkan, dan menyempurnakan kerangka kerja pedagogis yang mengintegrasikan *play-based unplugged* dan CT dalam PAUD. Penelitian berbasis desain, seperti yang diartikulasikan oleh Ann Brown dan Allan Collins [19], sangat tepat untuk studi yang bertujuan untuk menghasilkan wawasan teoretis dan inovasi praktis dalam lingkungan pendidikan yang autentik. Alih-alih menguji intervensi yang telah ditentukan sebelumnya, penelitian ini mendukung siklus iteratif desain, implementasi, analisis, dan penyempurnaan. Hal ini selaras dengan tujuan utama studi ini: untuk mengkonseptualisasikan kerangka kerja pedagogis yang sesuai dengan

perkembangan anak yang didasarkan pada praktik kelas empiris. Oleh karena itu, penelitian ini bersifat intervensi, kolaboratif, dan berlandaskan teori. Studi ini mengadopsi orientasi yang dominan kualitatif, berfokus pada proses interaksional, perancah pedagogis, dan pembuatan makna anak-anak selama aktivitas CT tanpa perangkat elektronik berbasis bermain.

Studi ini dilakukan pada anak usia 5-6 tahun di TK Alam Surya Mentari. Kelompok usia ini dipilih karena anak-anak pada tahap ini menunjukkan kemampuan penalaran simbolik, pengenalan pola, kemampuan pengurutan, dan keterampilan pemecahan masalah awal, landasan inti dari pemikiran komputasional dan pembelajaran STEAM awal. Peserta pada penelitian ini adalah (1) 25 anak (2) 2 guru kelas yang bertindak sebagai perancang bersama, (3) peneliti sebagai fasilitator pengamat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2025-Februari 2026. Guru akan memainkan peran kolaboratif dalam proses desain, memberikan pengetahuan kontekstual untuk memastikan bahwa kerangka kerja pedagogis selaras dengan praktik yang sesuai dengan perkembangan dan capaian pembelajaran.

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahapan berulang.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1. Menjelaskan bahwa pada tahap 1 adalah eksplorasi konseptual. Tahap ini melibatkan in-depth literature review mengenai play-based pedagogies unplugged CT, integrasi pembelajaran STEAM awal, teori pembelajaran sosiokultural dan konstruktivitis. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mensintesis konstruksi teoretis menjadi prinsip-prinsip desain awal. Prinsip ini akan memandu

pengembangan prototipe pedagogis pendahuluan. Kemudian tahap 2 adalah desain prototipe berdasarkan pada desain yang disintesis, serangkaian aktivitas unplugged CT. Aktivitas tersebut mencakup pattern recognition, decomposition, abstraction, dan algorithm. Kerangka kerja pedagogis awal akan dirancang, yang menentukan tujuan pembelajaran, strategi pendukung pembelajaran oleh guru, struktur permainan, kompetensi STEAM yang diharapkan.

Selanjutnya tahap 3 yaitu implementasi dan refinement yaitu Kegiatan prototipe akan diimplementasikan selama beberapa minggu dalam rutinitas kelas reguler. Data akan dikumpulkan selama implementasi untuk menganalisis bagaimana anak-anak terlibat dengan konsep CT dan bagaimana guru mendukung pembelajaran selama bermain. Setelah setiap siklus, pertemuan reflektif akan dilakukan dengan guru untuk mengevaluasi keterlibatan anak, efektivitas pedagogis, kelayakan praktis, dan tantangan yang muncul. Siklus berulang ini akan berlanjut hingga tercapai saturasi teoritis dan stabilitas desain. Selanjutnya pada fase terakhir temuan empiris di seluruh siklus akan disintesis untuk menyempurnakan dan mengartikulasikan kerangka kerja pedagogis yang koheren.

Untuk memastikan kedalaman, kekayaan kontekstual, dan triangulasi metodologis, studi ini menggunakan beberapa sumber data kualitatif yang dikumpulkan sepanjang siklus desain iteratif. Observasi kelas berfungsi sebagai sumber data utama, dengan sesi unplugged CT yang direkam video untuk menangkap dinamika interaksi di antara anak-anak dan antara anak-anak dan guru. Rekaman ini memungkinkan analisis terperinci tentang bagaimana CT muncul melalui keterlibatan yang terwujud, sosial, dan material, khususnya selama momen pemecahan masalah, pengurutan, konstruksi pola, negosiasi, dan bimbingan guru. Data video memungkinkan penayangan berulang dan pemeriksaan yang lebih detail terhadap gerak tubuh, dialog, representasi simbolik, dan perilaku kolaboratif yang mungkin tidak sepenuhnya dapat diamati secara langsung.

Sebagai pelengkap observasi video, peneliti akan menyimpan catatan lapangan terperinci yang mendokumentasikan suasana kelas, pengaturan spasial, materi, peristiwa spontan, dan "momen CT" yang muncul. Jurnal reflektif guru juga akan dikumpulkan setelah setiap siklus implementasi, memberikan wawasan tentang pengambilan keputusan instruksional, kemajuan pembelajaran anak yang dirasakan, dan tantangan pedagogis. Sebagai perancang bersama dalam proses penelitian berbasis desain, refleksi guru berkontribusi pada pemahaman strategi perancang dan interpretasi CT yang berkembang dalam praktik yang sesuai dengan perkembangan anak.

Selain itu, artefak anak-anak seperti kartu urutan, konstruksi pola, gambar, dan representasi simbolik akan dikumpulkan secara sistematis untuk memeriksa bagaimana anak-anak mengeksternalisasi ide-ide komputasional melalui bentuk-bentuk nyata dan simbolik. Diskusi kelompok fokus dengan guru akan dilakukan setelah siklus implementasi utama untuk mendukung evaluasi kolaboratif dan penyempurnaan berulang dari desain pedagogis. Bersama-sama, sumber data yang saling melengkapi ini memperkuat triangulasi dan memastikan bahwa kerangka kerja pedagogis yang muncul didasarkan pada praktik kelas yang dapat diamati dan wawasan profesional yang reflektif.

Analisis data akan dilakukan secara iteratif dan bersamaan dengan pengumpulan data, sesuai dengan prinsip-prinsip penelitian berbasis desain. Proses analitis menggabungkan analisis tematik dan analisis interaksi untuk memeriksa pola pedagogis yang lebih luas dan dinamika tingkat mikro di mana CT muncul dalam konteks berbasis permainan. Semua rekaman video akan ditranskripsikan, dan bersama dengan catatan lapangan, jurnal guru, transkrip kelompok fokus, dan artefak anak-anak, akan membentuk kumpulan data kualitatif yang komprehensif.

Analisis akan dimulai dengan pengkodean terbuka untuk mengidentifikasi perilaku dan praktik pedagogis terkait CT yang muncul. Tahap induktif ini bertujuan untuk menangkap contoh-contoh pengurutan, pengenalan pola, dekomposisi, abstraksi, konstruksi aturan, negosiasi, dan pemecahan masalah kolaboratif sebagaimana terjadi secara alami selama bermain. Kode kemudian akan dibandingkan secara sistematis di seluruh sumber data untuk mengidentifikasi tema yang berulang dan pola yang bermakna. Melalui pengkodean aksial, kode-kode terkait akan diorganisasikan ke dalam kategori konseptual yang lebih luas yang mencerminkan hubungan antara keterlibatan anak-anak, strategi perancah guru, ketersediaan material, dan struktur permainan.

Analisis interaksi akan diterapkan khususnya pada data video untuk memeriksa bagaimana CT berkembang melalui proses yang dimediasi secara sosial. Ini melibatkan pemeriksaan mendalam tentang pengambilan giliran, teknik bertanya, pemodelan, penggunaan gestur, dan kerangka dialogis yang mendukung penalaran anak-anak. Dengan meninjau segmen video secara berulang, studi ini akan mengidentifikasi bagaimana anak-anak membangun pemahaman bersama dan bagaimana guru secara sengaja membimbing pemikiran komputasional dalam skenario bermain yang sesuai dengan perkembangan anak.

Seluruh siklus desain iteratif, perbandingan lintas siklus akan dilakukan untuk melacak pergeseran efektivitas pedagogis dan kejelasan konseptual. Implementasi awal dan selanjutnya akan dibandingkan secara sistematis untuk menentukan prinsip desain mana yang tetap stabil dan mana yang membutuhkan penyempurnaan. Proses perbandingan ini mendukung stabilisasi bertahap dari kerangka kerja pedagogis yang muncul. Untuk meningkatkan kredibilitas, triangulasi akan digunakan dengan memeriksa silang temuan di seluruh data observasional, artefak, dan refleksi guru. Melalui pendekatan analitis yang sistematis dan iteratif ini, studi ini bertujuan untuk menghasilkan kerangka kerja yang berlandaskan teori dan divalidasi secara empiris untuk mengintegrasikan pemikiran komputasional tanpa perangkat elektronik berbasis permainan dalam pendidikan STEM awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan menunjukkan bahwa CT muncul secara organik dalam aktivitas bermain terstruktur tanpa perangkat elektronik ketika dukungan pedagogis sengaja disisipkan. Di seluruh siklus implementasi, anak-anak menunjukkan perilaku terkait CT yang dapat diamati, khususnya dalam pengurutan, pengenalan pola, pembentukan aturan, dan

dekomposisi masalah. Misalnya, selama permainan algoritma berbasis gerakan, anak-anak secara kolaboratif menegosiasikan instruksi langkah demi langkah, merevisi urutan yang salah, dan mengartikulasikan penalaran prosedural menggunakan bahasa temporal seperti "pertama," "kemudian," dan "setelah itu."

Analisis interaksi di kelas mengungkapkan bahwa CT tidak muncul sebagai tindakan kognitif yang terisolasi tetapi sebagai praktik yang dibangun bersama secara sosial. Proses penalaran anak-anak sering dimediasi melalui dialog antar teman sebaya, gerakan tubuh, dan manipulasi materi fisik. Tugas membangun pola menggunakan objek nyata memunculkan abstraksi ketika anak-anak beralih dari bentuk konkret ke representasi simbolik, seperti menggambar panah atau menggunakan simbol yang diciptakan untuk mewakili tindakan berulang.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa konstruksi berpikir komputasional muncul secara nyata dalam aktivitas bermain terstruktur tanpa perangkat digital ketika perancah guru diberikan secara strategis. Selama implementasi siklus kedua, anak-anak secara konsisten menunjukkan kemampuan pengurutan dan pembentukan aturan dalam aktivitas permainan algoritma berbasis gerak. Sebagai contoh, dalam aktivitas "Robot Bergerak", seorang anak menyusun instruksi kepada temannya dengan mengatakan: "*Pertama maju dua langkah, lalu belok kanan, setelah itu maju lagi.*" Ketika temannya melakukan kesalahan arah, anak tersebut segera merevisi urutan dengan mengatakan, "*Bukan, harusnya belok dulu baru maju.*" Interaksi ini menunjukkan munculnya pemikiran algoritmik dan debugging sederhana dalam konteks bermain.

Pada aktivitas konstruksi pola menggunakan balok warna, anak-anak awalnya menyusun pola konkret (merah-biru-merah-biru), kemudian mulai merepresentasikan pola tersebut dalam bentuk simbol panah dan tanda berulang yang mereka buat sendiri. Transisi dari objek konkret ke simbol menunjukkan proses abstraksi yang berkembang secara bertahap. Fenomena ini konsisten ditemukan pada 18 dari 25 anak selama siklus kedua implementasi. Analisis interaksi video menunjukkan bahwa perkembangan CT dimediasi secara sosial melalui dialog dan negosiasi. Guru berperan penting dalam memperjelas struktur berpikir melalui pertanyaan terbuka seperti, "*Apa yang terjadi jika urutannya kita ubah?*" atau "*Bagaimana supaya tidak salah lagi?*" Pertanyaan tersebut mendorong anak melakukan refleksi prosedural dan memperkuat kesadaran metakognitif.

Melalui proses iteratif *design-based research*, terjadi peningkatan kejelasan struktur aktivitas dan strategi perancah guru dari siklus pertama ke siklus ketiga. Pada siklus awal, instruksi guru masih bersifat umum dan eksploratif. Setelah refleksi, guru mulai secara eksplisit menggunakan bahasa prosedural seperti "langkah", "urutan", dan "aturan", yang berdampak pada semakin eksplisitnya artikulasi CT oleh anak-anak.

Dukungan guru muncul sebagai faktor penentu dalam memperkuat artikulasi CT. Pertanyaan strategis (misalnya, "Apa yang terjadi jika kita mengubah urutannya?"), pemodelan bahasa algoritmik, dan mendorong anak-anak untuk memprediksi hasil secara signifikan meningkatkan keterlibatan metakognitif. Melalui siklus iteratif, penyempurnaan petunjuk instruksional dan desain materi menghasilkan manifestasi CT

yang lebih jelas dan integrasi yang lebih dalam dengan konsep STEM awal, khususnya penalaran logis dan kesadaran spasial.

Hasil akhir dari proses iteratif adalah pengembangan kerangka kerja pedagogis yang terdiri dari tiga dimensi yang saling terkait: (1) skenario bermain terstruktur yang menyematkan konstruksi CT, (2) strategi perancah yang disengaja, dan (3) mediasi materi melalui manipulatif nyata. Kerangka kerja ini menunjukkan bagaimana CT tanpa perangkat digital dapat diintegrasikan secara sistematis ke dalam pembelajaran STEAM awal tanpa bergantung pada perangkat digital.

Temuan ini diharapkan dapat berkontribusi pada perdebatan yang sedang berlangsung tentang peran berpikir komputasional dalam pendidikan anak usia dini. Meskipun sebagian besar wacana saat ini mengaitkan CT dengan coding dan alat-alat teknologi, studi ini memposisikan CT sebagai praktik epistemik yang dimediasi secara sosial dan terintegrasi dengan permainan. Hasil ini dapat menantang asumsi yang berpusat pada teknologi dengan menunjukkan bahwa konsep komputasional inti dapat dikembangkan secara bermakna melalui permainan yang terwujud, kolaboratif, dan simbolik [17], [18], [20], [21].

Dari perspektif sosiokultural, studi ini diharapkan menunjukkan bahwa berpikir komputasional dibangun bersama melalui interaksi, dialog, dan partisipasi terbimbing daripada diperoleh sebagai keterampilan kognitif yang terisolasi. Peran guru kemungkinan akan muncul sebagai faktor mediasi yang penting, membentuk bagaimana anak-anak mengartikulasikan aturan, mengidentifikasi pola, dan membangun strategi pemecahan masalah. Ini memperkuat pandangan bahwa desain pedagogis bukan hanya jenis aktivitas adalah inti dari integrasi berpikir komputasional yang efektif.

Lebih lanjut, diskusi ini kemungkinan akan menyoroti pentingnya praktik yang sesuai dengan perkembangan dalam pendidikan STEAM. Alih-alih memperkenalkan instruksi pengkodean formal terlalu dini, penelitian ini dapat menunjukkan bahwa kebiasaan berpikir komputasional yang mendasar dapat dipupuk melalui permainan imajinatif, bercerita, pengurutan berbasis gerakan, dan manipulatif nyata. Temuan tersebut dapat menawarkan alternatif yang adil dan peka konteks untuk lingkungan pendidikan anak usia dini di mana terdapat kekhawatiran tentang waktu penggunaan layar atau ketidakseimbangan teknologi.

Kerangka kerja pedagogis yang disempurnakan yang dihasilkan melalui penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi secara teoritis dengan menjembatani teori bermain, teori berpikir komputasional, dan pendidikan STEAM awal. Secara praktis, hal ini dapat memberikan pendidik prinsip-prinsip desain konkret untuk menanamkan CT dalam rutinitas kelas sehari-hari. Pada tingkat yang lebih luas, penelitian ini dapat memposisikan kembali berpikir komputasional dalam pendidikan anak usia dini sebagai transformasi pedagogis daripada intervensi teknologi.

Temuan bahwa berpikir komputasional berkembang melalui dialog dan kolaborasi antar anak menguatkan perspektif sosiokultural tentang pembelajaran. Dari sudut pandang teori Vygotsky, perkembangan kognitif terjadi melalui mediasi sosial dan penggunaan bahasa sebagai alat berpikir. Dalam penelitian ini, penggunaan bahasa prosedural seperti “pertama”, “kemudian”, dan “ulang” menunjukkan bahwa konstruksi

algoritmik dimediasi melalui interaksi sosial dan scaffolding guru. Hasil ini sejalan dengan penelitian bahwa metakognisi dalam aktivitas unplugged berkembang melalui dialog reflektif dan pertanyaan terbuka [14]. Namun, berbeda dengan studi tersebut yang berfokus pada pengukuran metakognitif, penelitian ini menunjukkan bagaimana desain bermain terstruktur menjadi konteks yang memungkinkan munculnya konstruksi CT secara alami dalam praktik kelas sehari-hari.

Proses transisi dari manipulasi objek konkret menuju representasi simbolik dalam aktivitas pola mendukung kerangka konseptual mengenai integrasi CT dalam pembelajaran matematika dan sains [15]. Abstraksi dalam penelitian ini tidak muncul sebagai proses kognitif terisolasi, melainkan sebagai hasil interaksi antara material nyata dan simbol yang dikonstruksi anak. Temuan ini memperluas hasil yang menekankan peran coding dalam mengembangkan CT, dengan menunjukkan bahwa konstruksi serupa dapat muncul tanpa perangkat digital melalui mediasi material nyata [17]. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat argumen bahwa CT merupakan praktik epistemik yang tidak bergantung pada teknologi, melainkan pada desain pedagogis yang terstruktur. Perubahan kualitas artikulasi CT antar siklus menunjukkan pentingnya *scaffolding* strategis dalam konteks bermain. Hal ini konsisten dengan kerangka design-based research yang menekankan perbaikan iteratif dalam desain pembelajaran [19]. Ketika guru mulai menggunakan bahasa prosedural secara eksplisit, anak-anak menunjukkan peningkatan dalam kesadaran algoritmik dan kemampuan debugging sederhana. Hasil ini memperluas temuan yang memetakan CT pada anak prasekolah [18], dengan memberikan kontribusi pada level desain pedagogis bukan sekadar identifikasi kemampuan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa konstruksi berpikir komputasional meliputi pengurutan, dekomposisi, pengenalan pola, dan pemikiran algoritmik muncul secara nyata dalam aktivitas bermain terstruktur tanpa perangkat digital ketika didukung oleh perancah guru yang strategis. Melalui pendekatan design-based research, ditemukan bahwa penggunaan bahasa prosedural, pertanyaan reflektif, dan mediasi material konkret berperan signifikan dalam memperjelas artikulasi CT anak dalam konteks STEAM awal. Penyempurnaan desain antar siklus menghasilkan kerangka pedagogis yang stabil yang mengintegrasikan skenario bermain terstruktur, strategi scaffolding yang disengaja, dan penggunaan manipulatif nyata sebagai medium mediasi kognitif. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan dan validasi empiris kerangka pedagogis unplugged berbasis bermain yang tidak hanya mengimplementasikan aktivitas CT, tetapi merumuskan prinsip desain yang operasional dan sesuai dengan perkembangan anak usia dini. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi CT dalam PAUD dapat diposisikan sebagai transformasi pedagogis berbasis desain, bukan sekadar adopsi teknologi.

PENGHARGAAN

Penelitian ini didanai oleh skema hibah penelitian skim RIKOM (Riset Kompetitif di bawah DRPPS (Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat), Universitas Muhammadiyah Surakarta, berdasarkan Kontrak No. 363.5/A.3-III/DRPPS/XII/2025. Penulis dengan penuh rasa terima kasih mengakui dukungan finansial yang diberikan melalui hibah ini, yang memungkinkan fase desain, implementasi, dan analisis studi ini. Penulis menyampaikan apresiasi yang tulus kepada para guru dan anak usia dini yang berpartisipasi atas kolaborasi dan keterlibatan aktif mereka sepanjang proses penelitian iteratif. Kontribusi mereka sangat penting untuk penyempurnaan kerangka kerja pedagogis yang dikembangkan dalam penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada tim penelitian dan administrasi institusional atas dukungan mereka dalam memfasilitasi keberhasilan penyelesaian proyek ini.

REFERENSI

- [1] F. A. Caballero Alarcón and R. Brítez Carli, “Inteligencia Artificial en el mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje, Ministerio de Educación y Ciencias”, *Academo (Asunción)*, vol. 11, no. 2, pp. 99–108, May 2024, doi: 10.30545/academo.2024.may-ago.1.
- [2] C. Avci and M. N. Deniz, “Computational thinking: early childhood teachers’ and prospective teachers’ preconceptions and self-efficacy,” *Educ. Inf. Technol. (Dordr.)*, vol. 27, no. 8, pp. 11689–11713, Sep. 2022, doi: 10.1007/s10639-022-11078-5.
- [3] K. Sharma, S. Papavlasopoulou, and M. Giannakos, “Coding games and robots to enhance computational thinking: How collaboration and engagement moderate children’s attitudes?,” *Int. J. Child. Comput. Interact.*, vol. 21, pp. 65–76, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.ijcci.2019.04.004.
- [4] K. Murcia, E. Cross, and G. Lowe, “Young children’s computational thinking: educator pedagogy fostering children’s play and learning with a tangible coding device,” *The Australian Educational Researcher*, vol. 52, no. 2, pp. 1261–1279, Apr. 2025, doi: 10.1007/s13384-024-00762-9.
- [5] R. A. D. Kumala, K. N. Fathiyah, and R. V. R. Krisnani, “Computational Thinking pada Anak Usia Dini: Tinjauan Sistematis,” *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 7, no. 3, pp. 3418–3436, Jun. 2023, doi: 10.31004/obsesi.v7i3.4520.
- [6] Q. Faizatul Fitriyah, L. R. Saputri, and H. I. Aljawad, “Praktik unplugged coding berbasis daily lives dalam meningkatkan computational thinking pada anak usia dini”, *JPA*, vol. 12, no. 2, pp. 176–185, Dec. 2023, doi: 10.21831/jpa.v12i2.57349.
- [7] F. R. Widyawati and H. Hafidz, “Implementasi Computational Thinking pada pembelajaran PAI di SMA N 1 Gondang,” *At Tuots: Jurnal Pendidikan Islam*, pp. 322–327, Feb. 2023, doi: 10.51468/jpi.v5i001.242.
- [8] T. Bell and J. Vahrenhold, “CS Unplugged—How Is It Used, and Does It Work?,” 2018, pp. 497–521. doi: 10.1007/978-3-319-98355-4_29.
- [9] J. del Olmo-Muñoz, R. Cózar-Gutiérrez, and J. A. González-Calero, “Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education,” *Comput. Educ.*, vol. 150, p. 103832, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2020.103832.

- [10] C. P. Brackmann, M. Román-González, G. Robles, J. Moreno-León, A. Casali, and D. Barone, "Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School," in *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, New York, NY, USA: ACM, Nov. 2017, pp. 65–72. doi: 10.1145/3137065.3137069.
- [11] U. CAKIROGLU, S. MUMCU, M. ATABAY, and M. AYDIN, "Understanding problem-solving processes of preschool children in CS unplugged activities," *International Journal of Computer Science Education in Schools*, vol. 5, no. 3, May 2022, doi: 10.21585/ijcses.v5i3.133.
- [12] P. Chen, D. Yang, A. H. S. Metwally, J. Lavonen, and X. Wang, "Fostering computational thinking through unplugged activities: A systematic literature review and meta-analysis," Dec. 01, 2023, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1186/s40594-023-00434-7.
- [13] J. Moreno-León, M. Román-González, E. Martín-Barroso, M. Zapata-Cáceres, M. Jiménez, and G. Robles, "Enhancing computational thinking skills in early education: exploring the efficacy and feasibility of unplugged methodologies," *Think. Skills Creat.*, vol. 58, p. 101879, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.tsc.2025.101879.
- [14] C. Ocak, A. Yadav, and K. M. Rich, "Exploring young children's metacognition during unplugged computational thinking," *Int. J. Child. Comput. Interact.*, vol. 45, p. 100767, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.ijcci.2025.100767.
- [15] D. Weintrop *et al.*, "Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 25, no. 1, pp. 127–147, Feb. 2016, doi: 10.1007/s10956-015-9581-5.
- [16] T. J. Kopcha and C. Ocak, "Children's computational thinking as the development of a possibility space," *Computers and Education Open*, vol. 5, p. 100156, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.caeo.2023.100156.
- [17] E. Relkin, L. E. de Ruiter, and M. U. Bers, "Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children," *Comput. Educ.*, vol. 169, p. 104222, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2021.104222.
- [18] E. C. Martins, L. G. Z. da Silva, and V. P. de A. Neris, "Systematic mapping of computational thinking in preschool children," Jun. 01, 2023, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.ijcci.2023.100566.
- [19] Lee, J., Lim, C. & Kim, H. Development of an instructional design model for flipped learning in higher education. *Education Tech Research Dev* 65, 427–453, 2017, doi: 10.1007/s11423-016-9502-1
- [20] J. C. Chick, "AI-Enhanced Computational Thinking: A Comprehensive Review of Ethical Frameworks and Pedagogical Integration for Equitable Higher Education," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 15, no. 11, p. 1515, Nov. 2025, doi: 10.3390/educsci15111515.
- [21] M. Schlauch, C. Sylla, and M. Gil, "More than words: Conceptualizing narrative computational thinking based on a multicase study," *Int. J. Child. Comput. Interact.*, vol. 43, Mar. 2025, doi: 10.1016/j.ijcci.2024.100704.