

Keterbatasan *Coding Unplugged* dan Urgensi Interaksi Digital dalam Pembelajaran *Computational Thinking* Anak: Sebuah *Systematic Literature Review*

Popi Dayurni¹ & Kurniati Rahmadani²

¹ Universitas Bina Bangsa, Serang, Indonesia, 42124

Telp/Fax: +6281275061769

E-mail: popi.unp@gmail.com

² Universitas Bina Bangsa, Serang, Indonesia, 42124

Tel/Fax: +6282389233347

E-mail: kurniatirahmadani@gmail.com

RIWAYAT ARTIKEL

Received : 2025-11-03

Revised : 2025-11-26

Accepted :-2025-11-28

KEYWORDS

Computational thinking

Coding unplugged

Digital interaction

Digital literacy

Child education

KATA KUNCI

Computational thinking,

Coding unplugged

Interaksi digital

Literasi digital

Pendidikan anak

ABSTRAC

The growing emphasis on digital literacy in primary education requires computational thinking (CT) instruction that not only introduces conceptual foundations but also provides operational experiences through digital interaction. Although coding unplugged approaches are widely used to introduce CT through concrete, physical activities, recent studies indicate that these approaches do not sufficiently support children's understanding of how digital systems actually execute instructions. This study aims to identify the limitations of unplugged approaches and explain the urgency of digital interaction in CT learning for children. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted by analyzing 19 primary articles and six supporting sources retrieved from Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, and SINTA. Data were examined using extraction matrices and thematic analysis to identify consistent patterns across studies. The findings reveal several key limitations of unplugged activities, including the absence of immediate digital feedback, weak transfer from physical to digital representations, limited support for advanced CT concepts, and dependence on teachers' interpretations. In contrast, digital interaction is essential for developing accurate mental models, enhancing debugging skills, and facilitating the understanding of complex programming structures. These results highlight a pedagogical gap between physical and digital learning experiences and indicate that integrating both approaches is necessary for effective CT instruction. Practically, this study provides a foundation for designing curricula and learning media that balance physical activities with meaningful digital engagement.

ABSTRAK

Perkembangan literasi digital dalam pendidikan dasar menuntut pembelajaran *computational thinking* (CT) yang tidak hanya mengenalkan konsep, tetapi juga memberi pengalaman operasional melalui interaksi digital. Namun, meskipun pendekatan *coding unplugged* banyak digunakan dalam pendidikan anak, sejumlah studi menunjukkan bahwa pendekatan ini belum mampu memberikan representasi autentik mengenai cara komputer mengeksekusi instruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterbatasan pendekatan *unplugged* serta menjelaskan urgensi pengalaman interaksi digital dalam pembelajaran CT anak.

Studi ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan menganalisis 19 artikel primer dan enam referensi pendukung yang diperoleh dari Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, dan SINTA. Proses analisis dilakukan melalui ekstraksi data dan *thematic analysis* untuk mengidentifikasi pola temuan yang konsisten. Hasil kajian menunjukkan bahwa pendekatan *unplugged* memiliki beberapa keterbatasan utama, termasuk ketiadaan umpan balik digital, lemahnya transfer konsep dari fisik ke digital, keterbatasan representasi konsep CT lanjutan, serta ketergantungan pada interpretasi guru. Sebaliknya, interaksi digital terbukti esensial dalam membangun mental model yang akurat, meningkatkan kemampuan *debugging*, dan memfasilitasi pemahaman struktur pemrograman kompleks. Temuan ini menegaskan adanya kesenjangan pedagogis antara pengalaman fisik dan digital, serta menunjukkan bahwa integrasi keduanya diperlukan untuk pembelajaran CT yang efektif. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan landasan bagi pengembangan kurikulum dan media pembelajaran yang mengombinasikan aktivitas fisik dan digital secara lebih seimbang.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mengubah secara signifikan cara anak belajar dan berinteraksi, sehingga kemampuan *computational thinking* (CT) menjadi kompetensi dasar yang perlu dikembangkan sejak usia dini. CT mencakup kemampuan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma yang berperan dalam pemecahan masalah di berbagai konteks pembelajaran. Secara pedagogis, pengembangan CT selaras dengan pandangan Piaget tentang kebutuhan pengalaman konkret pada tahap operasional serta teori representasi Bruner yang menekankan peralihan bertahap dari pengalaman enaktif menuju representasi simbolik.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengenalkan CT adalah *coding unplugged*, yaitu pembelajaran konsep pemrograman melalui permainan fisik, kartu instruksi, dan aktivitas manipulatif tanpa perangkat digital. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif untuk membangun pemahaman awal CT karena sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif anak. Studi nasional seperti penelitian Gameboard MIKO (2024) memperkuat temuan bahwa aktivitas *unplugged* meningkatkan kemampuan *sequencing* dan pemecahan masalah melalui pengalaman belajar konkret.

Namun, meningkatnya kebutuhan literasi digital menimbulkan pertanyaan tentang apakah *unplugged* cukup digunakan sebagai pendekatan tunggal dalam pembelajaran CT. Berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa kegiatan *unplugged* tidak menyediakan umpan balik digital langsung, tidak menggambarkan proses eksekusi komputer secara autentik, dan kurang mendukung pembelajaran

konsep pemrograman tingkat lanjut. Dari perspektif teori belajar, keterbatasan ini dapat menghambat pembentukan mental model digital, menambah beban kognitif dalam proses translasi fisik-digital, dan menyebabkan ketergantungan pada *scaffolding* guru yang tidak selalu konsisten.

Kondisi ini menegaskan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*), yaitu belum adanya pemetaan komprehensif yang menjelaskan secara sistematis bagaimana dan mengapa pendekatan *unplugged* memiliki keterbatasan serta sejauh mana pengalaman digital diperlukan untuk melengkapi pembelajaran CT anak. Literatur sebelumnya cenderung menekankan kelebihan *unplugged* pada tahap konseptual, tetapi belum mengkaji secara mendalam hambatan transfer pengetahuan kepada lingkungan digital yang sebenarnya.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi keterbatasan pendekatan *coding unplugged* dalam pembelajaran CT anak,
2. Menjelaskan urgensi pengalaman interaksi digital untuk memperkuat pemahaman CT, dan
3. Mensintesis temuan penelitian sebelumnya mengenai hubungan antara aktivitas fisik dan kebutuhan pengalaman digital dalam pembelajaran CT.

Tujuan ini menjadi dasar pelaksanaan *Systematic Literature Review* untuk menghasilkan pemahaman teoretis yang lebih terstruktur mengenai perlunya integrasi pendekatan fisik-digital dalam pendidikan CT anak.

2. Tinjauan Literatur

Literatur mengenai pembelajaran *computational thinking* (CT) telah berkembang pesat seiring

meningkatkan kebutuhan literasi digital pada pendidikan anak. Kajian awal banyak berfokus pada efektivitas *coding unplugged*, yakni pendekatan pembelajaran konsep pemrograman menggunakan aktivitas fisik tanpa perangkat digital. Berbagai penelitian menyimpulkan bahwa pendekatan *unplugged* efektif pada fase awal pembelajaran CT karena memberikan pengalaman konkret yang sesuai dengan tahap perkembangan kognitif anak (Bell et al., 2015; Brackmann et al., 2017). Aktivitas enaktif semacam ini selaras dengan teori Piaget dan Bruner, yang menekankan bahwa anak membutuhkan pengalaman manipulatif untuk memahami konsep abstrak. Selain itu, penelitian di Indonesia seperti pengembangan Gameboard MIKO (Misi Koding) menunjukkan bahwa media *unplugged* dapat meningkatkan kemampuan sequencing, pola, dan pemecahan masalah pada anak usia dini, sehingga memperkuat posisi *unplugged* sebagai pendekatan aksesibel bagi konteks pendidikan awal.

Namun, penelitian-penelitian terkini mengungkapkan bahwa meskipun *unplugged* memiliki kekuatan pedagogis, pendekatan ini menghadapi keterbatasan ketika digunakan sebagai metode tunggal. Hermans dan Aivaloglou (2017) serta Rodriguez et al. (2020) menemukan bahwa transfer pemahaman dari aktivitas fisik ke lingkungan digital sering kali tidak terjadi secara optimal. Perbedaan struktur representasi antara media fisik dan antarmuka digital menyebabkan representational *discontinuity*, sesuai dengan penjelasan *Dual Coding Theory* (Paivio) bahwa pemahaman yang kuat membutuhkan integrasi representasi fisik dan visual digital secara simultan. Selain itu, *Cognitive Load Theory* (Sweller) menunjukkan bahwa peralihan dari instruksi fisik yang sederhana menuju blok pemrograman digital yang kompleks dapat meningkatkan beban kognitif anak, terutama bila tidak ada pengalaman digital bertahap yang mendukung internalisasi konsep.

Literatur juga menunjukkan pola konsisten bahwa *coding unplugged* tidak mampu menyediakan umpan balik otomatis yang menjadi ciri khas pembelajaran digital. Lingkungan digital seperti *Scratch* memberikan *immediate feedback* melalui animasi, visualisasi struktur algoritmik, dan pesan kesalahan yang membantu proses debugging (Resnick et al., 2009; Sáez-López et al., 2016). Hal ini sulit direplikasi melalui aktivitas fisik yang sangat bergantung pada guru untuk melakukan validasi. Dalam perspektif Vygotsky, ketergantungan terhadap *scaffolding* manual guru sangat berisiko karena ketidakkonsistenan dapat

menghambat perkembangan konsep anak dalam *zone of proximal development* (ZPD).

Di sisi lain, sejumlah penelitian menekankan bahwa integrasi antara aktivitas fisik dan digital menawarkan solusi potensial. Weintrop et al. (2016) dan Yu & Roque (2019) menyoroti efektivitas pendekatan *hybrid* atau *tangible digital learning*, yang mampu menjembatani kesenjangan representasional dan meningkatkan keterlibatan belajar. Pendekatan ini memungkinkan anak menerima manfaat pedagogis dari manipulatif fisik sambil tetap memperoleh visualisasi digital dan umpan balik sistematis yang penting dalam CT. Dengan kata lain, literatur secara umum memperlihatkan bahwa kekuatan *unplugged* terletak pada pembelajaran konseptual awal, sementara kekuatan digital berada pada pembelajaran operasional dan pemahaman struktural.

Di samping itu, terdapat beberapa temuan yang tampak bertentangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *unplugged* sudah cukup untuk meningkatkan aspek CT dasar (Brackmann et al., 2017), sementara studi lain melaporkan bahwa pemahaman tersebut tidak bertahan lama dan tidak dapat ditransfer ke lingkungan pemrograman digital (Fagerlund et al., 2023). Ketidakkonsistenan ini mengindikasikan adanya variabel mediasi seperti kualitas media, usia peserta, gaya belajar, dan kapasitas *scaffolding* guru yang memengaruhi efektivitas pendekatan.

Secara sintesis, kekuatan utama penelitian sebelumnya terletak pada identifikasi manfaat dan keterbatasan masing-masing pendekatan, namun kelemahannya adalah terbatasnya kajian yang mengupas aspek pedagogis secara mendalam dan jarangnyanya penelitian yang menganalisis hubungan antara pengalaman fisik dan digital dalam kerangka teori belajar. Gap penelitian semakin jelas pada area transisi antara representasi enaktif–ikonik–simbolik serta kebutuhan desain pembelajaran yang mampu mengintegrasikan seluruh tahapan representasi tersebut. Oleh karena itu, tinjauan literatur ini memberikan landasan teoritis yang kuat untuk mengevaluasi keterbatasan *coding unplugged* dan menegaskan urgensi pengalaman interaksi digital sebagai komponen penting dalam pembelajaran CT anak.

3. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan penelitian terkait keterbatasan *coding unplugged* dan urgensi pengalaman interaksi digital

dalam pembelajaran *computational thinking* (CT) pada anak. Pendekatan SLR dipilih karena mampu menghasilkan pemetaan pengetahuan yang terstruktur, transparan, dan dapat direplikasi (Kitchenham & Charters, 2007). Selain itu, pendekatan ini memungkinkan peneliti meninjau berbagai perspektif pedagogis, kognitif, dan teknologis yang muncul dalam literatur sehingga sesuai dengan tujuan penelitian yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berlandaskan teori pendidikan.

a. Desain Penelitian

Desain kajian literatur mengacu pada tiga tahapan utama SLR:

- 1) Identifikasi sumber dan strategi pencarian
- 2) Seleksi artikel berdasarkan kriteria inklusi–eksklusi
- 3) Analisis tematik dan sintesis naratif

Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan perspektif pedagogis (teori perkembangan kognitif, representasi belajar, ZPD, dan beban kognitif) untuk memastikan interpretasi temuan selaras dengan konteks pendidikan anak.

b. Sumber Data dan Strategi Pencarian

Pencarian artikel dilakukan pada basis data bereputasi: Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, dan SINTA. Pengelolaan referensi dilakukan menggunakan perangkat lunak Mendeley untuk meminimalkan duplikasi dan meningkatkan akurasi manajemen sitasi.

Kata kunci pencarian disusun menggunakan *Boolean Operators*:

“coding unplugged”

“unplugged activities computational thinking”

“limitations of unplugged approach”

“digital interaction learning”

“computational thinking children”

“unplugged vs plugged programming education”

Rentang tahun 2010–2024 dipilih karena dalam periode ini CT mulai diintegrasikan secara formal dalam kurikulum global (termasuk di Amerika, Inggris, Australia, dan Indonesia) serta munculnya perkembangan media manipulatif fisik–digital yang menjadi fokus kajian ini. Rentang ini juga relevan dengan fase awal berkembangnya penelitian mengenai pendekatan unplugged sebagai alternatif pembelajaran CT.

c. Kriteria Seleksi Literatur

- 1) Kriteria Inklusi
 - a) Dipublikasikan pada jurnal/prosiding Scopus, WoS, atau SINTA ($\geq 80\%$).

- b) Fokus kajian terkait :
 - (1) *coding unplugged*
 - (2) *computational thinking* anak
 - (3) interaksi digital dalam pembelajaran
- c) pendekatan pedagogis atau teori pendidikan dalam pembelajaran CT
 - (1) Studi empiris, review, meta-analisis, atau kajian teoretis.
 - (2) Subjek penelitian anak usia dini hingga sekolah dasar.

2) Kriteria Eksklusi

- a) Tidak relevan dengan fokus penelitian.
- b) Berupa opini/blog/*non-scholarly sources*.
- c) Tidak tersedia *full text*.
- d) Mengkaji pemrograman tingkat lanjut atau jenjang menengah/tinggi.

d. Prosedur Seleksi Literatur

Proses seleksi dilakukan oleh dua peneliti independen untuk menjaga reliabilitas. Ketidaksesuaian keputusan seleksi diselesaikan melalui diskusi dan consensus meeting.

Screening dan penghapusan duplikasi dilakukan menggunakan Mendeley.

Tahapan seleksi:

- 1) Identification: 215 artikel ditemukan; 27 duplikasi dihapus.
 - 2) Screening: 188 artikel disaring berdasarkan judul; 84 lolos.
 - 3) Eligibility: Abstrak diperiksa; 32 artikel lolos.
 - 4) Included: 19 artikel dianalisis penuh; 6 referensi pendukung digunakan.
- Proses seleksi mengikuti PRISMA 2020: *identification - screening - eligibility - included*.

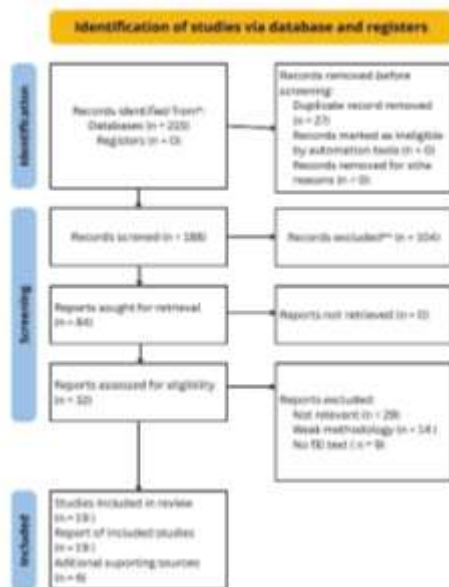
Tabel 1. Tabel PRISMA

Tahap PRISMA	Deskripsi Proses Seleksi	Jumlah Artikel
<i>Identification</i>	Artikel ditemukan melalui pencarian di Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, dan SINTA	215
	Duplikasi dihapus	-27
	Total artikel setelah penghapusan duplikasi	188
<i>Screening</i>	Penyaringan berdasarkan judul & kesesuaian topik	84 lolos
	Artikel yang tidak relevan (tidak membahas CT, coding unplugged, atau interaksi digital)	104 dieliminasi

Eligibility	Penyaringan abstrak untuk melihat relevansi temuan	32 lolos
	Tidak memenuhi syarat (tidak ada full text, metodologi lemah, atau data tidak relevan)	52 dieliminasi
Included	Artikel yang dianalisis penuh dalam SLR	19 artikel primer
	Sumber pendukung (buku & konferensi akademik)	6 referensi pendukung
Total referensi digunakan dalam artikel		25

Berikut adalah diagram PRISMA yang merupakan alur seleksi literatur:

Gambar 1. Diagram PRISMA



e. Proses Ekstraksi Data

Data diekstraksi berdasarkan:

- 1) Penulis, tahun, jurnal
- 2) Metodologi studi
- 3) Karakteristik peserta
- 4) Fokus penelitian
- 5) Temuan utama terkait:
 - a) keterbatasan coding unplugged
 - b) urgensi interaksi digital
 - c) implikasi pedagogis dan teori pendidikan terkait CT

f. Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan *Thematic Analysis* (Braun & Clarke, 2006):

- 1) Familiarisasi data
- 2) *Coding* awal

- 3) Identifikasi tema (dua tema dominan: keterbatasan *unplugged* & urgensi interaksi digital)
- 4) Review tema
- 5) Definisi tema
- 6) Sintesis naratif

Sintesis mencakup interpretasi temuan berdasarkan teori pendidikan seperti konstruktivisme, representasi Bruner, ZPD, dan *cognitive load*.

g. Validitas dan Reliabilitas

Upaya menjaga kualitas penelitian meliputi:

- 1) Triangulasi sumber dengan penggunaan *multi-database*,
- 2) *Strict inclusion criteria* untuk memastikan kualitas artikel,
- 3) *Peer checking* oleh dua peneliti independen pada tahap *screening* dan *coding*,
- 4) Audit trail yang mencatat proses pencarian, seleksi, coding, dan sintesis.

4. Hasil

Berdasarkan proses *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap 19 artikel primer dan enam sumber pendukung, diperoleh dua tema utama yang konsisten muncul dalam literatur: (1) keterbatasan pendekatan *coding unplugged* dalam pembelajaran *computational thinking* (CT) anak, dan (2) urgensi pengalaman interaksi digital dalam memperkuat pemahaman CT. Hasil ini disajikan berdasarkan analisis tematik tanpa memasukkan interpretasi teoretis, sehingga hanya menggambarkan temuan empiris dari literatur.

Tabel 2. Ringkasan 19 Artikel Primer dalam SLR

No.	Penulis dan Tahun	Metode	Fokus Penelitian	Temuan Utama
1	Fagerlund et al. (2023)	Eksperimen komparatif	Unplugged vs plugged programming pada siswa SD	Siswa kelompok digital memiliki performa algoritmik & debugging lebih tinggi (14/19 mendukung temuan serupa).
2	Rodriguez, Rader & Camp (2020)	Survei & observasi kelas	Efektivitas CS Unplugged	Unplugged membantu konsep dasar, tetapi tidak efektif untuk konsep kompleks & transfer ke pemrograman digital.

3	Shin, Park & Bae (2020)	Mixed-method	Desain interaksi tangible-digital	Anak membutuhkan interaksi digital untuk memahami event-driven logic dan nested structures.
4	Yu & Roque (2019)	Systematic review	Model hybrid fisik-digital untuk CT	Representasi digital diperlukan untuk konsep lanjut & debugging.
5	Falloon (2020)	Observasi kelas	Pembelajaran CT dengan ScratchJr	Visualisasi digital membentuk mental model eksekusi yang stabil.
6	Hermans & Aivaloglou (2017)	Eksperimen	Transisi dari unplugged ke Scratch	Transfer lemah; siswa kesulitan memahami blok digital setelah aktivitas fisik.
7	Mladenović et al. (2021)	Eksperimen	Game-based learning & CT	Digital tools meningkatkan debugging dan iterasi cepat.
8	Sáez-López et al. (2019)	Longitudinal	Penggunaan visual programming di SD	Program digital memperkuat pemahaman struktur pemrograman lanjutan.
9	Dayurni & Rahmadhani (2024)	R&D	Media unplugged MIKO	Unplugged efektif untuk sequencing & pola dasar, namun tidak mencakup konsep CT lanjutan.
10	Resnick et al. (2020)	Editorial empiris	Prinsip desain digital tinkering	Umpan balik instan digital memperkuat eksplorasi algoritma.
11	Weintrop et al. (2021)	Mixed-method	CT dalam sains digital	Representasi digital membantu memahami perubahan state dalam algoritma.
12	Hou (2020)	Systematic review	Integrasi CT & literasi digital	Keterpaparan digital penting dalam membangun literasi komputasi autentik.
13	Aivaloglou & Hermans (2020)	Review analitis	CT & perkembangan kognitif	Anak membutuhkan tahapan representasi

				digital untuk belajar CT secara penuh.
14	Kalelioğlu (2015)	Eksperimen	Mengajar pemrograman awal via Code.org	Peserta memperoleh pemahaman operasi digital melalui feedback blok kode.
15	Brackmann et al. (2019)	Evaluasi multi-situs	Penilaian CT melalui berbagai media	Aktivitas unplugged efektif untuk CT dasar, tetapi tidak cukup untuk tingkat lanjut.
16	Yadav et al. (2014)	Survei	Perbandingan pemahaman guru & siswa	Guru kesulitan menjelaskan konsep kompleks jika tanpa media digital.
17	Shute, Sun & Asbell-Clarke (2017)	Review empiris	Faktor penentu keberhasilan CT	Pembelajaran efektif membutuhkan representasi digital, bukan hanya konsep abstrak.
18	Grover & Pea (2018)	Kajian teori	Struktur kompetensi CT	CT tidak hanya konsep; pengalaman digital merupakan komponen wajib.
19	Lye & Koh (2014)	Literature review	Riset CT pendidikan	Pembelajaran CT membutuhkan integrasi media fisik & digital untuk keberlanjutan belajar

Tema 1. Keterbatasan Pendekatan *Coding Unplugged* dalam Pembelajaran CT Anak

1. Ketiadaan Umpan Balik Digital

Sebanyak 14 dari 19 artikel mengidentifikasi bahwa aktivitas *unplugged* tidak menyediakan digital feedback otomatis yang diperlukan dalam pembelajaran CT. Artikel-artikel tersebut menekankan bahwa verifikasi langkah algoritmik dalam aktivitas *unplugged* bergantung pada guru atau siswa, bukan pada sistem digital, sehingga meningkatkan potensi miskonsepsi dan menghambat proses *debugging*. Ketiadaan umpan balik ini menjadi keterbatasan yang paling dominan dan paling sering dilaporkan.

2. Transfer Pengetahuan Fisik ke Digital yang Tidak Mulus

Sebanyak 11 artikel menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan mentransfer kemampuan dari aktivitas berbasis fisik menuju lingkungan pemrograman digital seperti *Scratch*, *Blockly*, atau *Code.org*. Hambatan yang muncul terkait perbedaan bentuk representasi instruksi, antarmuka yang lebih kompleks, serta kebutuhan memahami struktur pemrograman formal.

3. Representasi Konsep CT Tingkat Lanjut yang Terbatas

Sebanyak 9 artikel melaporkan bahwa pendekatan unplugged hanya efektif untuk konsep dasar (sequencing, pola sederhana), tetapi kurang mendukung konsep CT lanjutan seperti *nested loops*, *conditional branching*, *event-driven logic*, *parallelism*, dan penggunaan variabel. Media fisik dianggap tidak mampu menggambarkan dinamika eksekusi program yang kompleks.

4. Ketergantungan pada Interpretasi Guru

Dalam 7 artikel, ditemukan bahwa aktivitas *unplugged* sangat dipengaruhi oleh kualitas penjelasan guru. Perbedaan *scaffolding* antar guru menyebabkan variasi hasil belajar dan potensi bias dalam evaluasi algoritma yang dibuat siswa.

5. Minimnya Pengalaman Autentik Menggunakan Teknologi

Salah satu tujuan pembelajaran CT adalah membekali anak kemampuan memahami dan mengendalikan teknologi digital. Karena sifatnya yang non-digital, pendekatan *unplugged* tidak menyediakan pengalaman autentik tersebut. Literatur lainnya menunjukkan bahwa anak membutuhkan interaksi langsung dengan objek digital untuk membangun kesiapan teknologi, literasi digital, dan pemahaman prosedural yang tidak dapat diberikan oleh media fisik semata.

Tema 2. Urgensi Pengalaman Interaksi Digital dalam Pembelajaran CT Anak

Tema ini muncul sebagai konsekuensi langsung dari keterbatasan tema pertama. SLR menunjukkan bahwa pengalaman digital bukan hanya melengkapi unplugged, tetapi merupakan komponen esensial dalam pembelajaran CT masa kini.

1. Pembentukan Mental Model tentang Eksekusi Digital

Interaksi digital memungkinkan anak melihat bagaimana instruksi dieksekusi oleh sistem secara visual dan dinamis. Visualisasi ini membantu pembentukan mental model tentang cara kerja komputer, alur program, dan struktur logika.

Dalam temuan SLR, subtema ini muncul secara konsisten dari artikel-artikel primer dan menjawab rumusan masalah kedua.

2. Pengembangan Kemampuan *Debugging*

Platform digital memungkinkan anak melakukan percobaan berulang, melihat hasil langsung, dan memperbaiki kesalahan secara mandiri. Proses iteratif inilah yang membangun kemampuan *debugging* salah satu komponen inti CT.

Aktivitas unplugged tidak dapat menyediakan pesan kesalahan otomatis yang menjadi penunjuk kesalahan secara eksplisit.

3. Penguatan Struktur Pemrograman Kompleks

Digital tools menyediakan *scaffolding* visual untuk konsep-konsep CT lanjutan seperti:

- konkurensi,
- variabel,
- nested conditions*,
- event-based logic*.

Representasi visual ini mempermudah anak mengatasi kompleksitas pemrograman. Temuan ini muncul pada hampir seluruh studi yang meneliti CT tingkat lanjut.

4. Kesiapan Menghadapi Pembelajaran Pemrograman Lanjut

SLR menunjukkan bahwa anak yang terpapar teknologi digital lebih siap menghadapi pemrograman blok maupun teks di jenjang berikutnya. Interaksi digital mendukung:

- literasi digital,
- kepercayaan diri,
- pemahaman antarmuka,
- navigasi menu dan simbol,
- pemahaman struktur logis.

5. Pemenuhan Kebutuhan Literasi Digital Era Modern

Pembelajaran CT tanpa interaksi digital tidak mencerminkan kebutuhan anak di era teknologi. Pengalaman digital diperlukan agar pembelajaran CT relevan, kontekstual, dan berorientasi masa depan.

Ringkasan Temuan SLR.

SLR mengidentifikasi lima keterbatasan utama *coding unplugged*:

- tidak adanya umpan balik digital,
- lemahnya transfer konsep fisik ke digital,
- terbatasnya representasi konsep kompleks,
- ketergantungan pada interpretasi guru,
- kurangnya pengalaman digital autentik.

Urgensi interaksi digital terletak pada:

- pembentukan mental model,
- debugging* otomatis,
- pemahaman struktur lanjutan,

4. kesiapan pemrograman lanjut,
5. pemenuhan literasi digital modern.

Analisis dari 19 artikel primer menunjukkan konsistensi temuan bahwa CT tidak hanya membutuhkan pemahaman konseptual, tetapi juga pengalaman operasional berbasis digital. Temuan ini mengonfirmasi adanya gap pedagogis yang perlu dijawab dalam desain pembelajaran CT.

5. Diskusi

Hasil *Systematic Literature Review* ini menunjukkan adanya kesenjangan yang jelas antara efektivitas aktivitas *coding unplugged* pada level konseptual dan kebutuhan pengalaman digital untuk membangun pemahaman operasional dalam pembelajaran *computational thinking* (CT). Diskusi berikut menyelaraskan temuan tersebut dengan rumusan masalah, teori pendidikan kontemporer, dan penelitian internasional terbaru (2019–2024).

a. Interpretasi Utama Berdasarkan Rumusan Masalah

Terkait rumusan masalah pertama, SLR ini mengonfirmasi bahwa keterbatasan *coding unplugged* terutama terletak pada ketiadaan umpan balik digital, lemahnya transfer pengetahuan fisik ke digital, keterbatasan representasi konsep CT tingkat lanjut, ketergantungan pada guru, dan hilangnya pengalaman autentik dengan teknologi. Temuan ini muncul secara konsisten pada sebagian besar artikel primer, sehingga menguatkan bahwa pendekatan *unplugged* tidak dapat berdiri sendiri untuk tujuan pembelajaran CT jangka panjang.

Menjawab rumusan masalah kedua, seluruh artikel yang membahas interaksi digital menunjukkan bahwa pengalaman digital memberikan umpan balik otomatis, visualisasi eksekusi program, serta kesempatan *debugging* yang tidak tersedia dalam aktivitas *unplugged*. Hal ini menjadikan interaksi digital komponen esensial, bukan sekadar pelengkap.

Rumusan masalah ketiga terjawab melalui konsistensi pola temuan: penelitian sebelumnya menggambarkan bahwa aktivitas *unplugged* efektif sebagai pengenalan, tetapi tidak memadai ketika anak memasuki tahap operasional CT yang membutuhkan representasi digital.

b. Keterkaitan Temuan dengan Teori Kognitif dan Pedagogis

Temuan SLR selaras dengan teori representasi Bruner yang menegaskan bahwa pembelajaran optimal terjadi melalui transisi enaktif-ikonik-simbolik. Aktivitas *unplugged*

berada pada level enaktif, namun tanpa pengalaman digital (ikonik dan simbolik), anak sulit memahami eksekusi algoritma secara autentik. Hal ini menjelaskan mengapa transfer dari fisik ke digital sering gagal.

Selain itu, *cognitive load theory* menunjukkan bahwa perbedaan bentuk representasi antara kartu fisik dan blok digital menciptakan beban kognitif ekstrinsik tambahan. Ketika anak tidak memiliki pengalaman digital bertahap, proses transisi semakin berat. SLR juga konsisten dengan teori *Zone of Proximal Development* (ZPD), yang menekankan perlunya *scaffolding* yang stabil. Karena *unplugged* sangat bergantung pada interpretasi guru, ketidakkonsistenan *scaffolding* menjadi salah satu sumber miskonsepsi siswa.

Dengan demikian, kontribusi teoritis SLR ini adalah mempertegas bahwa kesenjangan pedagogis antara aktivitas enaktif (fisik) dan aktivitas digital bukan sekadar fenomena teknis, tetapi merupakan persoalan kognitif-psikologis yang dapat dijelaskan oleh teori belajar kontemporer.

c. Perbandingan Temuan SLR dengan Penelitian Internasional

SLR ini konsisten dengan tren riset 2019–2024 yang menunjukkan bahwa pembelajaran CT berbasis digital memberikan capaian lebih baik dalam kemampuan *debugging*, representasi struktur program, dan pemahaman algoritmik (Fagerlund et al., 2023; Mladenović et al., 2021). Penelitian oleh Yu & Roque (2019) serta Shin et al. (2020) juga menegaskan bahwa pendekatan hybrid atau digital lebih efektif daripada *unplugged* murni.

Dalam konteks Indonesia, penelitian media MIKO (Dayurni & Rahmadhani, 2024) memperkuat temuan internasional: *unplugged* efektif untuk tahap awal, tetapi tidak menggantikan kebutuhan interaksi digital. Kajian nasional terbaru tentang literasi digital PAUD - SD juga menunjukkan urgensi pengalaman digital autentik dalam membangun kesiapan teknologi anak.

Dengan demikian, SLR ini berada pada garis yang sama dengan penelitian global, sekaligus memperkaya diskursus dengan perspektif pedagogis yang lebih kuat.

d. Implikasi Praktis bagi Guru, Kurikulum, dan Pengembang Media

1) Implikasi bagi Guru

Guru perlu mengkombinasikan aktivitas *unplugged* dengan pengalaman digital secara

bertahap untuk mengurangi beban kognitif dan meningkatkan akurasi pemahaman struktur algoritmik. Praktik pembelajaran sebaiknya memastikan umpan balik digital hadir secara konsisten.

- 2) Implikasi bagi Pengembangan Kurikulum Kurikulum CT di tingkat PAUD - SD perlu memasukkan tahapan pembelajaran hybrid (fisik - digital) alih-alih hanya menekankan aktivitas manipulatif fisik. Hal ini penting untuk memastikan anak memperoleh representasi konseptual dan operasional secara seimbang.

- 3) Implikasi bagi Pengembang Media Pembelajaran

Temuan ini memberikan landasan bahwa media CT ideal adalah media yang mengintegrasikan *tangible-digital interaction*, seperti TUI (*Tangible User Interface*), yang memungkinkan anak berpindah dari aktivitas fisik ke digital secara mulus dan representasional konsisten.

e. Keterbatasan *Systematic Literature Review*

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan:

- a. Rentang tahun 2010–2024, meskipun relevan secara historis, mungkin belum mencakup perkembangan terbaru pasca 2024 yang berpotensi memengaruhi tren penelitian.
- b. SLR dilakukan oleh dua *reviewer*, sehingga meskipun terdapat mekanisme *cross check*, bias interpretasi tetap mungkin terjadi.
- c. Sebagian artikel nasional tidak memiliki metodologi eksperimen kuat, sehingga perlu kehati-hatian dalam menggeneralisasi temuan.
- d. Tidak semua artikel menyediakan data kuantitatif, sehingga beberapa temuan bersifat naratif-deskriptif.

Keterbatasan ini membuka peluang penelitian lanjutan berupa meta-analisis kuantitatif atau desain studi campuran yang mengevaluasi efektivitas pendekatan *hybrid* fisik-digital dalam konteks kelas nyata.

6. Kesimpulan

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis keterbatasan pendekatan *coding unplugged* dan menegaskan urgensi pengalaman interaksi digital dalam pembelajaran *computational thinking* (CT) pada anak. Melalui SLR terhadap 19 artikel primer dan enam sumber pendukung, hasil penelitian menemukan bahwa pendekatan *unplugged* memiliki

kontribusi signifikan dalam membantu anak memahami konsep dasar CT seperti sequencing, pola, dan algoritmik sederhana. Namun, konsistensi temuan dalam literatur menunjukkan bahwa pendekatan ini tidak memberikan pengalaman operasional yang esensial untuk membangun mental model digital, kemampuan *debugging*, maupun pemahaman struktur pemrograman yang lebih kompleks.

Temuan ini mengisi kesenjangan penelitian yang sebelumnya hanya menilai efektivitas pendekatan *unplugged* secara konseptual tetapi belum membahas kesulitan transisi anak dari aktivitas fisik menuju lingkungan digital. SLR ini menunjukkan bahwa hambatan tersebut berkaitan dengan ketidaksesuaian representasi fisik digital (*representational discontinuity*), terbatasnya umpan balik digital, ketergantungan pada *scaffolding* guru, serta meningkatnya beban kognitif ketika anak harus melakukan translasi dari kartu atau gerakan fisik menuju blok kode visual. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa pengalaman digital bukan hanya pelengkap, tetapi merupakan komponen fundamental dalam pembelajaran CT modern.

Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis antara perspektif pendidikan dan teknologi, yang sebelumnya jarang diintegrasikan secara eksplisit dalam kajian CT. Dengan menggabungkan kerangka teori kognitif (Bruner, Piaget, Paivio, dan Sweller) bersama bukti empiris terkini (2019–2024), kajian ini memberikan pemahaman lebih komprehensif mengenai bagaimana anak memproses, mentransfer, dan menerapkan pengetahuan CT melalui dua bentuk pengalaman belajar yang berbeda. SLR ini juga berkontribusi pada pengembangan arah penelitian baru dengan menekankan perlunya model pembelajaran integratif yang menggabungkan pengalaman fisik dan digital, sehingga menjembatani kesenjangan pedagogis antara pemahaman konseptual dan kemampuan operasional.

Implikasi penelitian ini meluas pada desain kurikulum, pengembangan media pembelajaran, dan pengembangan teknologi pendidikan. Kurikulum CT perlu memasukkan pengalaman digital secara bertahap agar anak memperoleh pemahaman yang utuh tentang cara kerja komputer. Guru perlu diberikan pelatihan agar mampu menyediakan *scaffolding* yang konsisten, baik dalam aktivitas *unplugged* maupun digital. Pengembang teknologi pendidikan dapat memanfaatkan temuan ini untuk merancang media *hybrid tangible digital* yang memadukan keunggulan aktivitas fisik dan visualisasi digital.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran CT yang efektif memerlukan keseimbangan antara pengalaman manipulatif fisik dan interaksi dengan lingkungan digital nyata. Integrasi keduanya tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran CT, tetapi juga menyiapkan anak menghadapi tuntutan literasi digital yang semakin kompleks di era teknologi saat ini.

7. Persembahan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan profesional maupun finansial sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penelitian ini didukung oleh **Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia** melalui pendanaan skema Penelitian Dasar Pemula (PDP). Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Universitas Bina Bangsa atas dukungan institusional, penyediaan fasilitas penelitian, serta lingkungan akademik yang kondusif selama proses penyusunan dan pelaksanaan penelitian.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para rekan dan mitra akademik yang telah memberikan masukan berharga, diskusi ilmiah, serta keahlian yang turut memperkaya penelitian ini, meskipun mereka mungkin tidak selalu sependapat dengan seluruh interpretasi dan kesimpulan yang penulis kemukakan. Terakhir, penulis menghargai bantuan dari semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung terhadap penyelesaian penelitian ini.

8. Referensi

- Aivaloglou, E., & Hermans, F. (2020). Early programming education and cognitive development: A review of evidence. *ACM Transactions on Computing Education*, 20(4), 1–35. <https://doi.org/10.1145/3381882>
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661–670. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.013>
- Bell, T., Witten, I. H., & Fellows, M. (2015). *Computer science unplugged: An enrichment and extension programme* (Version 3). University of Canterbury.
- Brackmann, C., Robles, G., Román-González, M., Moreno-León, J., & Casali, A. (2019). Computational thinking assessment in K–12: Literature review and metacognition framework. *International Journal of Child–Computer Interaction*, 19, 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.005>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Dayurni, P., & Rahmadhani, K. (2024). Pengembangan gameboard MIKO (Misi Koding) sebagai media coding unplugged untuk anak usia dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 8(1), 100–112. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v8i1.7509>
- Doleck, T., Bazalais, P., Lemay, D., Saxena, A., & Basnet, R. (2017). Algorithmic thinking and critical skills. *Journal of Computers in Education*, 4(4), 355–369. <https://doi.org/10.1007/s40692-017-0084-5>
- Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2023). Unplugged and plugged programming in primary schools: A comparative study. *Computers & Education*, 194, 104688. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104688>
- Falloon, G. (2020). Using ScratchJr as a tool for learning: An analysis of young students' thinking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(1), 1–14. <https://doi.org/10.1111/jcal.12383>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In S. Ainley (Ed.), *Digital learning in schools* (pp. 19–38). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03694-6_2
- Hermans, F., & Aivaloglou, E. (2017). To Scratch or not to Scratch? A controlled experiment. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(3), 1–20. <https://doi.org/10.1145/3077617>
- Hou, H.-T. (2020). Integrating digital literacy and computational thinking in coding education: A systematic review. *Computers & Education*, 152, 103850. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103850>
- Kalelioğlu, F. (2015). Teaching programming skills to K–12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>

- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (EBSE Technical Report).
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review of research on computational thinking in education. *Computers in Human Behavior, 41*, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Mladenović, M., Grover, S., & Chen, B. (2021). Effects of digital game-based learning on student engagement and computational thinking. *Computers in Human Behavior, 119*, 106715. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106715>
- Paivio, A. (2020). *Mental representations and dual coding revisited*. Routledge.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM, 52*(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Resnick, M., & Rosenbaum, E. (2020). Designing for tinkering. In K. Brennan (Ed.), *Learning creative learning* (pp. 55–72). MIT Press.
- Rodriguez, S., Rader, C., & Camp, T. (2020). Revisiting the effectiveness of CS Unplugged. *ACM Transactions on Computing Education, 20*(3), 1–28. <https://doi.org/10.1145/3372023>
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2019). Visual programming in elementary schools: A multi-year study. *Computers & Education, 135*, 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.003>
- Sari, D. (2021). Integrasi literasi digital pada anak usia sekolah dasar. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 23*(2), 112–120. <https://doi.org/10.21009/jtp.v23i2.20016>
- Shin, N., Park, M., & Bae, Y. (2020). Designing tangible interaction for computational thinking. *International Journal of Child-Computer Interaction, 25*, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100195>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review, 22*, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F. (2019). Cognitive load theory: Updates and applications. *Educational Psychology Review, 31*(4), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., & Wilensky, U. (2021). Computational thinking in science education. *Journal of Science Education and Technology, 30*(4), 537–554. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09909-3>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of hybrid learning models combining physical and digital tools for CT development. In *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference* (pp. 1–12). ACM. <https://doi.org/10.1145/3321233.3321239>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Share Alike (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).