

## **Integrasi Computational Thinking dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar: Studi Kuasi-Eksperimental tentang Transfer Pemecahan Masalah dan Fidelity Implementasi**

**Rusdial Marta<sup>1\*</sup>, Fadhilaturrahmi<sup>2</sup>, Molly Wahyuni<sup>3</sup>**

<sup>12</sup>Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Pahlawan, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Pahlawan, Indonesia

E-mail: [dial.fredo90@gmail.com](mailto:dial.fredo90@gmail.com)

\* Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5152>

### **ARTICLE INFO**

#### **Article history**

Received: 24 Jan 2026

Revised: 30 Jan 2026

Accepted: 10 Feb 2026

#### **Kata Kunci:**

computational thinking;  
matematika sekolah  
dasar; transfer  
pemecahan masalah

#### **Keywords:**

computational thinking;  
elementary school  
mathematics; problem  
solving transfer



### **ABSTRACT**

Penelitian ini menguji pengaruh integrasi Computational Thinking (CT) dalam pembelajaran matematika sekolah dasar terhadap kemampuan transfer pemecahan masalah, serta menelaah fidelity implementasi sebagai faktor moderator. Desain yang digunakan adalah kuasi-eksperimental tipe nonequivalent groups pretest–posttest dengan melibatkan 120 siswa kelas V dari empat kelas paralel pada dua sekolah dasar negeri, yaitu SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini. Dua kelas ditetapkan sebagai kelompok intervensi yang mengikuti pembelajaran matematika terintegrasi CT selama delapan minggu, dengan penekanan pada dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, penalaran algoritmik, dan debugging pada soal cerita multilangkah (misalnya pecahan dan perbandingan), sedangkan dua kelas lainnya menjadi kelompok pembanding yang mengikuti pembelajaran reguler. Kemampuan transfer pemecahan masalah diukur menggunakan rubrik analitik yang membedakan transfer dekat dan transfer jauh. Fidelity implementasi diukur melalui observasi kelas terstruktur yang mencakup kepatuhan terhadap rancangan, kualitas pelaksanaan, dan paparan waktu pembelajaran. Hasil ANCOVA (dengan mengontrol skor pretest) menunjukkan bahwa kelompok intervensi memperoleh skor posttest transfer yang lebih tinggi dibanding kelompok pembanding,  $F(1,117)=29,84$ ,  $p<0,001$ , dengan ukuran efek bermakna ( $\eta^2=0,203$ ;  $\text{Hedges}'g=0,89$ ). Analisis multilevel mengonfirmasi ketahanan temuan dengan mempertimbangkan pengelompokan data pada level kelas ( $\text{ICC}=0,11$ ) dan menunjukkan efek kelompok yang signifikan ( $\beta=7,42$ ,  $\text{SE}=1,36$ ,  $p<0,001$ ). Uji moderasi menunjukkan interaksi signifikan antara kelompok dan fidelity,  $F(1,114)=6,92$ ,  $p=0,010$ , yang mengindikasikan bahwa peningkatan transfer lebih kuat pada kelas dengan fidelity tinggi. Analisis komponen menunjukkan efek lebih besar pada transfer jauh ( $\eta^2=0,213$ ) dibanding transfer dekat ( $\eta^2=0,136$ ). Temuan ini menegaskan bahwa integrasi CT berpotensi meningkatkan transfer pemecahan masalah matematika secara substansial pada siswa SD, terutama bila kualitas implementasi terjaga

*This study examines the effect of Computational Thinking (CT) integration in elementary school mathematics learning on problem-solving transfer ability, and examines implementation fidelity as a moderating factor. The design used was a quasi-experimental nonequivalent groups pretest–posttest type involving 120 fifth-grade students from four parallel classes in two public elementary schools, namely SDN 006 Langgini and SDN 004 Langgini. Two classes were designated as intervention groups that participated in CT-integrated mathematics learning for eight weeks, with an emphasis on problem decomposition, pattern recognition, abstraction, algorithmic reasoning, and debugging on multi-step word problems (e.g., fractions and ratios), while the other two classes served as comparison groups that participated in regular learning. Problem-solving transfer ability was measured using an analytical rubric that differentiates near transfer from far transfer. Implementation fidelity was measured through structured classroom observations that included adherence to the design, quality of implementation, and exposure to learning time. ANCOVA results (controlling for pretest scores) indicated that the intervention group achieved higher posttest transfer scores than*

*the comparison group,  $F(1,117)=29.84, p<0.001$ , with a significant effect size ( $\eta p^2=0.203$ ; Hedges'  $g=0.89$ ). Multilevel analysis confirmed the robustness of the findings by considering clustering of data at the classroom level ( $ICC=0.11$ ) and showed a significant group effect ( $\beta=7.42, SE=1.36, p<0.001$ ). A moderation test revealed a significant interaction between group and fidelity,  $F(1,114)=6.92, p=0.010$ , indicating that transfer increases were stronger in high-fidelity classrooms. Component analysis revealed a larger effect for far transfer ( $\eta p^2=0.213$ ) than for near transfer ( $\eta p^2=0.136$ ). These findings confirm that CT integration has the potential to substantially increase transfer of mathematical problem solving in elementary school students, especially if the quality of implementation is maintained.*



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

**How to Cite:** Rusdial Marta et al (2026). Integrasi Computational Thinking dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar: Studi Kuasi-Eksperimental tentang Transfer Pemecahan Masalah dan Fidelity Implementasi . <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5152>

## PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika di sekolah dasar masih menghadapi persoalan mendasar terkait rendahnya kemampuan transfer pemecahan masalah siswa dari konteks yang terstruktur ke situasi baru yang lebih terbuka dan kompleks. Berbagai laporan kelas menunjukkan bahwa siswa mampu menyelesaikan soal rutin berbasis prosedur, namun mengalami kesulitan ketika harus menerapkan strategi yang sama pada masalah nonrutin yang menuntut penalaran tingkat tinggi, representasi beragam, dan pengambilan keputusan strategis. Kondisi ini diperkuat oleh praktik pembelajaran yang cenderung menekankan penguasaan algoritma dan jawaban akhir, alih-alih proses berpikir yang melandasinya. Di sisi lain, tuntutan abad ke-21 menempatkan kemampuan berpikir komputasional sebagai kompetensi kunci yang beririsan langsung dengan pemecahan masalah matematika, khususnya dalam hal dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma. Namun, di banyak sekolah dasar, *computational thinking* masih diposisikan sebagai aktivitas tambahan atau terpisah dari pembelajaran inti matematika, sehingga potensinya untuk memperkuat transfer pemecahan masalah belum termanfaatkan secara optimal. Realitas ini menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran yang menuntut integrasi cara berpikir lintas-disiplin dan praktik kelas yang masih terfragmentasi, sehingga diperlukan kajian empiris yang secara spesifik menelaah bagaimana integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika dapat menjawab persoalan transfer pemecahan masalah pada siswa sekolah dasar (Polya, 1957; Hiebert et al., 1997).

Literatur internasional secara konsisten menegaskan bahwa computational thinking memiliki potensi kuat untuk memperkaya pembelajaran matematika melalui penekanan pada proses berpikir sistematis dan reflektif. Wing (2006) dan Brennan dan Resnick (2012) memandang computational thinking sebagai seperangkat praktik kognitif yang selaras dengan penalaran matematis, sementara Weintrop et al. (2016) serta Shute et al. (2017) menunjukkan bahwa integrasi CT dapat meningkatkan pemahaman konsep dan strategi pemecahan masalah. Meskipun demikian, kajian yang ada masih menyisakan keterbatasan penting. Pertama, sebagian besar studi berfokus pada peningkatan skor pascates jangka pendek, tanpa menguji secara eksplisit kemampuan transfer pemecahan masalah ke konteks baru. Kedua, aspek fidelity implementasi—yakni sejauh mana intervensi dilaksanakan sesuai dengan desain—sering kali diabaikan, padahal literatur implementasi menegaskan bahwa variasi fidelity dapat memengaruhi besarnya efek intervensi (Dusenbury et al., 2003; Carroll et al., 2007). Ketiga, secara teoretis, hubungan kausal antara integrasi CT, proses pembelajaran matematika, dan transfer pemecahan masalah belum dijelaskan secara memadai pada konteks sekolah dasar. Dengan demikian, meskipun teori dan temuan awal mendukung integrasi CT, belum tersedia bukti empiris yang komprehensif untuk menjelaskan kapan, bagaimana, dan dalam kondisi apa integrasi tersebut benar-benar berdampak pada transfer pemecahan masalah siswa.

Bertolak dari kesenjangan antara realitas pembelajaran dan temuan literatur, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis pengaruh integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika sekolah dasar terhadap kemampuan transfer pemecahan masalah siswa.

Secara khusus, penelitian ini memiliki dua tujuan utama. Pertama, menguji efektivitas intervensi pembelajaran matematika yang terintegrasi dengan computational thinking dibandingkan dengan pembelajaran matematika konvensional menggunakan desain kuasi-eksperimental berbasis kelas. Kedua, menelaah peran fidelity implementasi sebagai faktor kunci yang menjelaskan variasi hasil belajar, sehingga tidak hanya menjawab pertanyaan “apakah intervensi efektif”, tetapi juga “mengapa dan dalam kondisi apa intervensi tersebut efektif”. Pemilihan desain kuasi-eksperimental didasarkan pada pertimbangan etis dan praktis di konteks sekolah, sekaligus tetap memungkinkan inferensi kausal yang kuat melalui pengendalian variabel kovariat (Campbell & Stanley, 1963; Shadish et al., 2002). Dengan merumuskan tujuan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk memberikan kontribusi empiris dan metodologis terhadap kajian pembelajaran matematika berbasis computational thinking di sekolah dasar, khususnya dalam konteks pengembangan kemampuan transfer pemecahan masalah yang berkelanjutan.

Berdasarkan fakta empiris dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, penelitian ini berangkat dari argumen bahwa integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika sekolah dasar merupakan pendekatan yang strategis dan mendesak untuk meningkatkan kualitas transfer pemecahan masalah siswa. Hipotesis utama penelitian ini menyatakan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran matematika terintegrasi computational thinking akan menunjukkan kemampuan transfer pemecahan masalah yang lebih tinggi dibandingkan siswa pada pembelajaran konvensional, dan bahwa besarnya pengaruh tersebut dimoderasi oleh tingkat fidelity implementasi. Argumen ini berlandaskan pada teori implementasi yang menekankan bahwa efektivitas suatu inovasi pendidikan tidak hanya ditentukan oleh desainnya, tetapi juga oleh kualitas pelaksanaannya di kelas (Carroll et al., 2007; Durlak & DuPre, 2008). Dengan menguji hipotesis tersebut, penelitian ini penting dilakukan karena mampu menjembatani ranah teori dan praktik, memberikan bukti berbasis data bagi pengambil kebijakan dan pendidik, serta memperkaya kerangka konseptual integrasi CT dalam matematika. Lebih jauh, temuan penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan model pembelajaran dan pelatihan guru yang tidak hanya inovatif, tetapi juga implementable dan berdampak nyata pada penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sekolah dasar.

## **Literature Review**

### **Computational Thinking sebagai kerangka kognitif**

Computational thinking dipahami dalam literatur sebagai seperangkat proses kognitif yang memungkinkan individu memformulasikan masalah dan solusi secara sistematis sehingga solusi tersebut dapat dijalankan oleh manusia maupun mesin. Wing (2006) menegaskan bahwa CT bukan semata keterampilan pemrograman, melainkan cara berpikir universal yang mencakup dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma. Dalam konteks pendidikan dasar, CT diposisikan sebagai fondasi berpikir tingkat tinggi yang relevan lintas mata pelajaran, termasuk matematika. Brennan dan Resnick (2012) memperluas kerangka CT dengan menekankan tiga dimensi utama, yaitu konsep komputasional, praktik komputasional, dan perspektif komputasional, yang secara kolektif mendukung pembelajaran bermakna. Literatur menunjukkan bahwa karakteristik CT selaras dengan tujuan pembelajaran matematika sekolah dasar, terutama dalam membangun pemahaman konseptual dan penalaran logis.

Namun demikian, sebagian kajian masih memandang CT sebagai kompetensi terpisah dari disiplin matematika, sehingga integrasinya sering kali bersifat aditif dan tidak terstruktur. Kondisi ini menunjukkan perlunya landasan teoritis yang memposisikan CT sebagai kerangka kognitif yang terintegrasi secara intrinsik dengan pembelajaran matematika, bukan sekadar alat bantu teknologi. Dengan demikian, pemahaman konseptual tentang CT menjadi prasyarat penting untuk menelaah bagaimana integrasinya dapat berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pemecahan masalah matematika siswa sekolah dasar (Wing, 2006; Brennan & Resnick, 2012).

### **Computational Thinking dan pembelajaran matematika**

Hubungan antara computational thinking dan pembelajaran matematika telah banyak dibahas dalam literatur pendidikan STEM. Weintrop et al. (2016) mengemukakan bahwa praktik CT, seperti pemodelan dan algoritmik, memiliki korespondensi langsung dengan aktivitas matematis, termasuk representasi simbolik dan generalisasi. Demikian pula, diungkapkan oleh Schoenfeld (2013) bahwa pemecahan masalah matematika menuntut pengambilan keputusan strategis yang sejalan dengan prinsip CT. Studi empiris menunjukkan bahwa integrasi CT dalam matematika dapat meningkatkan pemahaman konsep, fleksibilitas strategi, dan kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan masalah kompleks (Shute et al., 2017; Rich et al., 2020). Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada konteks

pendidikan menengah atau pembelajaran berbasis pemrograman eksplisit, sehingga relevansinya bagi siswa sekolah dasar belum sepenuhnya terjelaskan. Selain itu, integrasi CT sering kali diukur melalui peningkatan keterampilan teknis atau skor tes matematika, tanpa analisis mendalam terhadap proses berpikir siswa. Hal ini menunjukkan adanya celah teoritis dan empiris terkait bagaimana CT diinternalisasi oleh siswa SD dalam aktivitas matematika sehari-hari. Oleh karena itu, tinjauan ini menegaskan pentingnya pendekatan yang memandang integrasi CT sebagai proses pedagogis yang dirancang secara sistematis untuk mendukung tujuan inti matematika, khususnya pengembangan kemampuan pemecahan masalah yang dapat ditransfer ke berbagai konteks (Weintrop et al., 2016; Shute et al., 2017).

### **Konsep transfer dalam pemecahan masalah matematika**

Transfer pemecahan masalah merupakan indikator penting keberhasilan pembelajaran matematika, karena mencerminkan kemampuan siswa menerapkan pengetahuan dan strategi yang telah dipelajari pada situasi baru. Perkins dan Salomon (1992) membedakan transfer dekat dan transfer jauh, yang keduanya menuntut pemahaman konseptual mendalam dan fleksibilitas kognitif. Dalam konteks sekolah dasar, penelitian menunjukkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam mentransfer strategi matematika dari soal rutin ke masalah nonrutin (Hiebert et al., 1997). Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang terlalu menekankan prosedur tanpa eksplisitasi strategi dan refleksi proses. Literatur terkini mengaitkan transfer dengan kemampuan metakognitif dan representasional, yang juga merupakan komponen inti dalam computational thinking. Lobato (2006) menekankan bahwa transfer bukan proses otomatis, melainkan hasil dari pengalaman belajar yang dirancang untuk menyoroti struktur mendasar suatu masalah. Dengan demikian, integrasi CT berpotensi memperkuat transfer pemecahan masalah matematika dengan membantu siswa mengenali pola lintas konteks dan membangun abstraksi yang dapat digunakan kembali. Namun, bukti empiris yang secara langsung menguji hubungan ini, khususnya pada level sekolah dasar, masih terbatas. Oleh karena itu, kajian transfer menjadi landasan penting dalam penelitian ini untuk menilai kontribusi CT secara lebih bermakna terhadap pembelajaran matematika (Perkins & Salomon, 1992; Lobato, 2006).

### **Pendekatan pedagogis integrasi CT di sekolah dasar**

Literatur mengidentifikasi berbagai pendekatan pedagogis dalam mengintegrasikan computational thinking ke pembelajaran sekolah dasar, mulai dari aktivitas unplugged, penggunaan media visual, hingga pemrograman berbasis blok. Bers et al. (2014) menunjukkan bahwa pendekatan yang sesuai perkembangan kognitif anak dapat memperkenalkan konsep CT tanpa membebani aspek teknis. Di sisi lain, pendekatan berbasis masalah dan proyek dinilai efektif dalam mengaitkan CT dengan konteks matematika yang bermakna (Papert, 1980; Kafai & Burke, 2014). Meskipun demikian, keberhasilan pendekatan tersebut sangat bergantung pada kejelasan tujuan pembelajaran dan keselarasan antara aktivitas CT dan konten matematika. Beberapa studi melaporkan hasil yang inkonsisten, di mana integrasi CT tidak selalu menghasilkan peningkatan signifikan pada hasil belajar matematika. Ketidakkonsistenan ini mengindikasikan bahwa persoalan utama bukan hanya pada jenis pendekatan, tetapi pada bagaimana pendekatan tersebut diimplementasikan di kelas. Oleh karena itu, literatur menekankan perlunya desain pembelajaran yang eksplisit mengaitkan praktik CT dengan strategi pemecahan masalah matematika, serta menyediakan dukungan pedagogis yang memadai bagi guru. Kajian ini memperkuat argumen bahwa integrasi CT harus dipahami sebagai intervensi pedagogis yang kompleks, bukan sekadar inovasi kurikuler (Bers et al., 2014; Kafai & Burke, 2014).

### **Fidelity implementasi dalam penelitian pendidikan**

Fidelity implementasi merujuk pada sejauh mana suatu intervensi pendidikan dilaksanakan sesuai dengan desain dan tujuan awalnya. Dusenbury et al. (2003) dan Carroll et al. (2007) mengemukakan bahwa fidelity mencakup dimensi kepatuhan, kualitas pelaksanaan, dan paparan intervensi. Dalam penelitian pendidikan, variasi fidelity sering kali menjadi sumber utama perbedaan hasil, namun kerap diabaikan dalam analisis. Durlak dan DuPre (2008) menegaskan bahwa tanpa pengukuran fidelity, kesimpulan tentang efektivitas intervensi menjadi lemah dan sulit direplikasi. Dalam konteks integrasi CT, fidelity implementasi menjadi sangat krusial karena inovasi ini menuntut perubahan praktik pedagogis guru, bukan sekadar penggunaan materi baru. Literatur menunjukkan bahwa guru sering kali menyesuaikan intervensi dengan kondisi kelas, yang dapat memperkuat atau justru melemahkan dampak CT terhadap pembelajaran matematika. Oleh karena itu, mengkaji fidelity implementasi tidak hanya berfungsi sebagai kontrol metodologis, tetapi juga sebagai sumber informasi teoretis tentang mekanisme

kerja intervensi. Landasan ini memperjelas posisi fidelity sebagai variabel penting dalam penelitian ini (Dusenbury et al., 2003; Durlak & DuPre, 2008).

### **Sintesis literatur dan celah penelitian**

Berdasarkan sintesis literatur, dapat disimpulkan bahwa computational thinking memiliki landasan teoretis yang kuat dan relevan dengan pembelajaran matematika sekolah dasar, khususnya dalam mendukung pemecahan masalah dan transfer pengetahuan. Namun, literatur juga menunjukkan beberapa celah penting. Pertama, masih terbatas penelitian kuasi-eksperimental yang secara eksplisit menguji dampak integrasi CT terhadap transfer pemecahan masalah matematika pada siswa SD. Kedua, aspek fidelity implementasi jarang dianalisis secara sistematis, padahal teori implementasi menegaskan perannya dalam menentukan keberhasilan intervensi. Ketiga, hubungan antara desain pedagogis, proses pembelajaran, dan hasil transfer belum terjabarkan secara komprehensif. Celah-celah ini menunjukkan perlunya penelitian yang menggabungkan pendekatan kuasi-eksperimental dengan analisis fidelity implementasi untuk menghasilkan pemahaman yang lebih utuh. Dengan demikian, penelitian ini diposisikan untuk berkontribusi pada penguatan basis empiris dan teoretis integrasi CT dalam pembelajaran matematika sekolah dasar, sekaligus menjawab keterbatasan utama dalam literatur yang ada (Shadish et al., 2002; Weintrop et al., 2016).

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimental tipe nonequivalent groups pretest–posttest untuk menguji pengaruh integrasi computational thinking (CT) dalam pembelajaran matematika sekolah dasar terhadap transfer pemecahan masalah, sekaligus menilai peran fidelity implementasi sebagai faktor penjelas variasi efek. Pemilihan desain ini didasarkan pada kenyataan bahwa penugasan acak individual sulit dilakukan di sekolah, sehingga unit kelas dipertahankan untuk menjaga keutuhan proses belajar dan etika pendidikan. Dua kelompok dibentuk, yakni kelompok intervensi yang menerima pembelajaran matematika terintegrasi CT dan kelompok pembanding yang menerima pembelajaran matematika sesuai praktik reguler sekolah. Pengukuran dilakukan sebelum intervensi (pretest) dan setelah intervensi (posttest) menggunakan instrumen transfer pemecahan masalah yang dirancang mencakup transfer dekat dan transfer jauh. Untuk memperkuat inferensi kausal, penelitian menerapkan strategi pengendalian kovariat melalui kesetaraan awal, serta prosedur dokumentasi implementasi untuk memastikan bahwa perbedaan hasil dapat ditautkan pada karakteristik intervensi, bukan semata perbedaan konteks pengajaran. Dengan kerangka ini, desain penelitian memungkinkan evaluasi efek intervensi yang realistis dan relevan bagi konteks sekolah dasar, sekaligus memfasilitasi analisis mekanisme melalui indikator fidelity (Campbell & Stanley, 1963; Shadish, Cook, & Campbell, 2002).

Subjek penelitian terdiri dari siswa kelas V sekolah dasar pada empat kelas paralel di dua sekolah negeri yaitu SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini yang memiliki karakteristik sosial-ekonomi relatif sebanding dan menerapkan kurikulum nasional yang sama. Dua kelas ditetapkan sebagai kelompok intervensi dan dua kelas sebagai kelompok pembanding, dengan pertimbangan kesetaraan kemampuan awal berdasarkan nilai matematika semester sebelumnya serta skor pretest transfer pemecahan masalah. Penelitian dilaksanakan pada semester genap selama delapan minggu agar intervensi memiliki durasi yang cukup untuk memengaruhi kebiasaan berpikir siswa, namun tetap realistis dalam kalender akademik. Guru yang terlibat adalah guru kelas yang biasa mengajar matematika, sehingga intervensi diuji dalam kondisi autentik tanpa mengganti tenaga pengajar. Untuk meminimalkan contamination, jadwal pembelajaran dan materi pendukung dibedakan antar kelompok, serta dilakukan pengarahan agar perangkat ajar intervensi tidak digunakan pada kelas pembanding selama periode penelitian. Secara etis, penelitian memperoleh persetujuan sekolah dan orang tua, serta menekankan kerahasiaan data, hak siswa untuk tidak berpartisipasi, dan penggunaan hasil hanya untuk kepentingan ilmiah. Penetapan konteks yang terkontrol namun naturalistik ini bertujuan meningkatkan validitas eksternal, sehingga temuan dapat dipertimbangkan untuk replikasi di sekolah dasar dengan kondisi serupa (Creswell & Creswell, 2018; Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2019).

Intervensi dirancang sebagai paket pembelajaran matematika yang secara eksplisit mengintegrasikan praktik CT ke dalam kegiatan pemecahan masalah, bukan sekadar menambahkan aktivitas teknologi di luar tujuan matematika. Setiap pertemuan mengikuti alur: orientasi masalah kontekstual, dekomposisi masalah menjadi submasalah, identifikasi pola dan hubungan kuantitatif, abstraksi melalui representasi (diagram, tabel, model bar), dan perancangan langkah solusi berbentuk

algoritma sederhana atau pseudocode yang dapat “dijalankan” melalui penalaran siswa. Aktivitas debugging diterapkan ketika siswa memeriksa kesalahan langkah, membandingkan strategi, dan merevisi solusi berdasarkan bukti. Materi matematika difokuskan pada topik yang kaya akan masalah nonrutin, seperti pecahan, perbandingan sederhana, dan soal cerita multilangkah, sehingga ruang transfer pemecahan masalah dapat diamati secara lebih bermakna. Intervensi memadukan pendekatan unplugged (misalnya kartu langkah, permainan pola, dan simulasi prosedur) dan representasi visual untuk menjaga kesesuaian perkembangan kognitif anak, serta menempatkan diskusi strategi sebagai inti pembelajaran. Guru memperoleh lesson plan, lembar kerja, dan panduan pertanyaan pemantik metakognitif agar praktik CT muncul konsisten dalam interaksi kelas. Dengan desain demikian, intervensi menargetkan perubahan pada proses berpikir siswa saat menyelesaikan masalah matematika, yang secara teoretis mendukung peningkatan transfer (Wing, 2006; Weintrop et al., 2016).

Pengukuran utama penelitian adalah tes transfer pemecahan masalah matematika yang dikembangkan untuk membedakan transfer dekat (struktur masalah mirip dengan latihan) dan transfer jauh (struktur baru dengan prinsip sama), sehingga efek intervensi dapat ditafsirkan melampaui peningkatan prosedural. Butir soal dirancang berbasis kerangka pemecahan masalah dan representasi, kemudian dinilai menggunakan rubrik analitik yang mencakup pemahaman masalah, strategi, ketepatan representasi, ketelitian prosedur, dan justifikasi jawaban. Validitas isi diperoleh melalui penilaian panel ahli (dosen pendidikan matematika dan guru berpengalaman), sedangkan uji coba terbatas digunakan untuk memastikan keterbacaan dan tingkat kesukaran sesuai karakteristik siswa SD. Reliabilitas internal dihitung untuk memastikan konsistensi skor, dan reliabilitas antarpenilai diterapkan pada jawaban uraian melalui pelatihan penilai serta perhitungan koefisien kesepakatan. Untuk mengukur fidelity implementasi, digunakan instrumen observasi kelas yang memetakan dimensi kepatuhan terhadap rencana, kualitas pelaksanaan, dan paparan waktu, dilengkapi catatan lapangan serta jurnal refleksi guru. Fidelity tidak hanya diperlakukan sebagai kontrol, tetapi sebagai variabel yang memungkinkan analisis mengapa efek intervensi berbeda antar kelas. Dengan demikian, instrumen penelitian dirancang agar mampu menangkap hasil dan proses, sehingga kesimpulan tidak berhenti pada “apakah berhasil,” melainkan juga “bagaimana berlangsung di kelas” (Carroll et al., 2007; Dusenbury et al., 2003).

Analisis data dilakukan secara bertahap untuk memastikan inferensi yang kuat dan transparan. Pertama, dilakukan analisis deskriptif untuk memeriksa sebaran skor pretest–posttest, mendeteksi pencilan, dan menilai kesetaraan awal antar kelompok. Kedua, uji asumsi (normalitas residual, homogenitas varians, dan linearitas hubungan kovariat) dilakukan sebagai dasar pemilihan model inferensial. Pengujian efektivitas intervensi utama menggunakan ANCOVA dengan skor posttest transfer sebagai variabel terikat, kelompok sebagai faktor, dan skor pretest sebagai kovariat, karena pendekatan ini meningkatkan presisi estimasi efek ketika kelompok tidak dibentuk secara acak. Mengingat data bersarang dalam kelas, analisis juga diperkaya dengan pemodelan multilevel sebagai uji ketahanan (robustness check) untuk mengakomodasi pengaruh konteks kelas terhadap skor siswa. Untuk menjawab tujuan kedua, fidelity implementasi dianalisis sebagai moderator melalui interaksi kelompok  $\times$  fidelity, sehingga dapat diuji apakah intervensi menghasilkan efek lebih besar pada kelas dengan fidelity tinggi. Ukuran efek dilaporkan (partial eta squared atau Hedges’) agar makna praktis temuan dapat ditafsirkan, bukan hanya signifikansi statistik. Jika terdapat data hilang, penanganannya dilakukan secara terencana melalui pemeriksaan pola kehilangan dan metode imputasi yang sesuai agar bias dapat diminimalkan. Rangkaian analisis ini dipilih untuk menghubungkan desain kuasi-eksperimental dengan evaluasi implementasi secara koheren, sehingga temuan dapat memberi rekomendasi pedagogis yang berbasis bukti (Shadish et al., 2002; Raudenbush & Bryk, 2002)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk menggambarkan perubahan kemampuan transfer pemecahan masalah matematika siswa kelas V pada empat kelas paralel di SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini, baik pada kelompok intervensi maupun kelompok pembanding. Pada tahap pretest, rerata skor transfer pemecahan masalah siswa pada kelompok intervensi berada pada nilai  $M = 58,42$  dengan simpangan baku  $SD = 9,36$ , sedangkan kelompok pembanding menunjukkan rerata  $M = 57,91$  dengan  $SD = 9,11$ . Distribusi skor pada kedua kelompok relatif sebanding dan berada pada kategori sedang, yang mengindikasikan bahwa kemampuan awal siswa dalam transfer pemecahan masalah masih terbatas. Setelah pelaksanaan intervensi selama delapan minggu, terjadi peningkatan skor posttest pada

kedua kelompok, namun dengan pola yang berbeda. Kelompok intervensi menunjukkan rerata posttest  $M = 74,63$  ( $SD = 8,27$ ), sementara kelompok pembanding meningkat lebih rendah dengan rerata  $M = 66,18$  ( $SD = 8,95$ ). Peningkatan skor rata-rata pada kelompok intervensi sebesar 16,21 poin terlihat lebih besar dibandingkan kelompok pembanding yang hanya meningkat sebesar 8,27 poin. Secara visual, pergeseran distribusi skor pada kelompok intervensi menunjukkan konsentrasi yang lebih kuat pada rentang skor tinggi, sedangkan distribusi kelompok pembanding masih relatif menyebar. Statistik deskriptif ini memberikan indikasi awal bahwa integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika berpotensi menghasilkan peningkatan transfer pemecahan masalah yang lebih substansial dibandingkan pembelajaran reguler.

Untuk memastikan bahwa perbedaan hasil posttest tidak disebabkan oleh perbedaan kemampuan awal, dilakukan analisis kesetaraan awal antar kelompok menggunakan skor pretest transfer pemecahan masalah. Hasil uji perbedaan rerata pretest menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok intervensi dan kelompok pembanding, dengan nilai  $t(118) = 0,31$  dan  $p = 0,756$ . Ukuran efek perbedaan awal juga sangat kecil (Cohen's  $d = 0,06$ ), yang menunjukkan bahwa perbedaan rerata pretest secara praktis dapat diabaikan. Selain itu, pemeriksaan kesetaraan dilakukan pada level sekolah untuk mengantisipasi adanya perbedaan konteks antara SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata pretest antar sekolah tidak berbeda secara signifikan ( $p > 0,05$ ), sehingga kedua sekolah dapat diperlakukan sebagai konteks yang relatif sebanding dalam analisis selanjutnya. Kesetaraan awal ini juga diperkuat oleh pemeriksaan nilai matematika semester sebelumnya yang menunjukkan pola distribusi yang serupa antar kelas. Temuan ini penting karena desain penelitian bersifat kuasi-eksperimental dan tidak melibatkan randomisasi individu. Dengan adanya bukti kesetaraan awal, maka penggunaan analisis kovariat pada tahap berikutnya menjadi layak dan interpretasi perbedaan posttest dapat lebih valid dikaitkan dengan intervensi pembelajaran matematika terintegrasi computational thinking.

Pengujian utama pengaruh intervensi dilakukan menggunakan analisis kovarians (ANCOVA) dengan skor posttest transfer pemecahan masalah sebagai variabel terikat, kelompok sebagai faktor tetap, dan skor pretest sebagai kovariat. Hasil analisis menunjukkan bahwa setelah mengontrol perbedaan kemampuan awal, terdapat pengaruh yang signifikan dari kelompok terhadap skor posttest transfer pemecahan masalah, dengan nilai  $F(1,117) = 29,84$  dan  $p < 0,001$ . Temuan ini menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran matematika terintegrasi computational thinking memperoleh skor transfer pemecahan masalah yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan siswa pada pembelajaran reguler. Uji asumsi ANCOVA juga menunjukkan bahwa hubungan antara skor pretest dan posttest bersifat linear, serta interaksi antara kelompok dan kovariat tidak signifikan ( $p = 0,41$ ), sehingga asumsi homogenitas kemiringan regresi terpenuhi. Rerata terkoreksi (adjusted mean) posttest menunjukkan nilai 74,21 untuk kelompok intervensi dan 66,54 untuk kelompok pembanding. Dengan demikian, perbedaan hasil tidak hanya disebabkan oleh variasi kemampuan awal, tetapi secara statistik dapat dikaitkan dengan karakteristik intervensi pembelajaran. Hasil ANCOVA ini menjadi bukti inferensial utama bahwa integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika sekolah dasar berpengaruh positif terhadap kemampuan transfer pemecahan masalah siswa di SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini.

Untuk menilai makna praktis dari pengaruh intervensi, ukuran efek dihitung dan dilaporkan bersamaan dengan hasil signifikansi statistik. Berdasarkan hasil ANCOVA, nilai partial eta squared ( $\eta^2$ ) sebesar 0,203 menunjukkan bahwa sekitar 20,3% varians skor posttest transfer pemecahan masalah dapat dijelaskan oleh perbedaan kelompok setelah mengontrol skor pretest. Berdasarkan kriteria umum dalam penelitian pendidikan, nilai ini termasuk dalam kategori efek sedang hingga besar, yang mengindikasikan bahwa intervensi memiliki dampak yang bermakna secara pendidikan. Selain itu, ukuran efek juga dihitung dalam bentuk Hedges'  $g$  untuk membandingkan rerata posttest terkoreksi antar kelompok, dengan nilai  $g = 0,89$ . Nilai ini menunjukkan bahwa perbedaan antara kelompok intervensi dan pembanding mendekati satu simpangan baku, yang secara praktis mencerminkan peningkatan kemampuan transfer yang substansial. Pelaporan ukuran efek ini penting karena memberikan informasi tambahan di luar signifikansi statistik, terutama mengingat ukuran sampel yang moderat pada penelitian berbasis kelas. Dengan ukuran efek yang relatif besar, integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika dapat dipertimbangkan sebagai inovasi pedagogis yang memiliki potensi dampak nyata terhadap kualitas pembelajaran, bukan sekadar perbedaan yang signifikan secara statistik tetapi kecil secara praktis.

Mengingat data siswa bersarang dalam kelas dan sekolah, analisis multilevel dilakukan sebagai uji ketahanan untuk memastikan bahwa hasil ANCOVA tidak terdistorsi oleh pengabaian struktur hierarkis data. Model nol (null model) menunjukkan nilai intraclass correlation coefficient (ICC) sebesar 0,11, yang mengindikasikan bahwa sekitar 11% variasi skor transfer pemecahan masalah berada pada level kelas. Nilai ini cukup untuk membenarkan penggunaan pendekatan multilevel. Pada model berikutnya, skor pretest dimasukkan sebagai prediktor level siswa, dan kelompok (intervensi vs pembandingan) dimasukkan sebagai prediktor level kelas. Hasil model menunjukkan bahwa efek kelompok tetap signifikan dengan koefisien  $\beta = 7,42$ ,  $SE = 1,36$ , dan  $p < 0,001$ , yang berarti bahwa siswa pada kelas intervensi memperoleh skor posttest rata-rata sekitar 7,4 poin lebih tinggi dibandingkan kelas pembandingan setelah mengontrol kemampuan awal. Temuan ini konsisten dengan hasil ANCOVA dan menunjukkan bahwa efek intervensi stabil ketika variasi antar kelas dan antar sekolah diperhitungkan. Dengan demikian, analisis multilevel memperkuat kesimpulan bahwa pengaruh integrasi computational thinking terhadap transfer pemecahan masalah bukan artefak dari struktur data, melainkan mencerminkan pola yang robust pada konteks pembelajaran nyata di sekolah dasar.

Fidelity implementasi dianalisis untuk menggambarkan kualitas pelaksanaan pembelajaran matematika terintegrasi computational thinking pada kelas intervensi di SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini. Berdasarkan hasil observasi kelas dan dokumentasi pelaksanaan, rerata skor fidelity berada pada nilai  $M = 3,78$  ( $SD = 0,42$ ) pada skala 1–5, yang dikategorikan sebagai fidelity sedang hingga tinggi. Dimensi kepatuhan terhadap urutan aktivitas CT menunjukkan skor tertinggi, terutama pada fase dekomposisi masalah dan identifikasi pola, sedangkan fase debugging dan refleksi strategi menunjukkan variasi antar kelas. Kelas dengan skor fidelity lebih tinggi ditandai oleh konsistensi guru dalam mengarahkan siswa untuk menjelaskan langkah solusi, membandingkan strategi, dan merevisi jawaban berdasarkan kesalahan yang teridentifikasi. Sebaliknya, kelas dengan fidelity lebih rendah cenderung mempersingkat diskusi reflektif dan kembali pada prosedur rutin matematika. Variasi ini menunjukkan bahwa meskipun perangkat pembelajaran sama, implementasi di lapangan tetap dipengaruhi oleh praktik pedagogis guru. Deskripsi fidelity ini memberikan konteks penting untuk memahami variasi hasil belajar dan menegaskan bahwa integrasi computational thinking merupakan intervensi pedagogis yang kompleks dan sensitif terhadap kualitas pelaksanaan.

Untuk menguji apakah fidelity implementasi memengaruhi kekuatan pengaruh intervensi, dilakukan analisis moderasi dengan memasukkan interaksi antara kelompok dan fidelity implementasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi kelompok  $\times$  fidelity signifikan secara statistik, dengan nilai  $F(1,114) = 6,92$  dan  $p = 0,010$ . Temuan ini menunjukkan bahwa pengaruh integrasi computational thinking terhadap transfer pemecahan masalah bergantung pada tingkat fidelity implementasi. Analisis lanjutan memperlihatkan bahwa pada kelas dengan fidelity tinggi, selisih skor posttest antara kelompok intervensi dan pembandingan mencapai rata-rata 11,3 poin, sedangkan pada kelas dengan fidelity sedang selisihnya menurun menjadi sekitar 5,6 poin. Pola ini menunjukkan bahwa manfaat terbesar dari integrasi CT diperoleh ketika praktik CT dilaksanakan secara konsisten dan berkualitas. Dengan kata lain, keberhasilan intervensi tidak hanya ditentukan oleh desain pembelajaran, tetapi juga oleh bagaimana guru memfasilitasi proses berpikir siswa di kelas. Temuan moderasi ini memberikan penjelasan mekanistik yang penting dan memperkuat argumen bahwa fidelity implementasi merupakan faktor kunci dalam keberhasilan inovasi pembelajaran berbasis computational thinking.

Analisis terpisah terhadap transfer dekat dan transfer jauh dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai jenis transfer yang dipengaruhi oleh intervensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk transfer dekat, kelompok intervensi memperoleh skor posttest yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok pembandingan, dengan  $F(1,117) = 18,47$  dan  $p < 0,001$ . Namun, perbedaan yang lebih mencolok ditemukan pada transfer jauh, dengan nilai  $F(1,117) = 31,62$  dan  $p < 0,001$ . Ukuran efek pada transfer jauh ( $\eta^2 = 0,213$ ) lebih besar dibandingkan transfer dekat ( $\eta^2 = 0,136$ ), yang menunjukkan bahwa integrasi computational thinking memberikan kontribusi lebih kuat pada kemampuan siswa menerapkan strategi pemecahan masalah ke konteks baru yang berbeda struktur permukaannya. Temuan ini sejalan dengan karakteristik CT yang menekankan abstraksi dan generalisasi strategi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran yang hanya menekankan prosedur rutin mungkin cukup untuk transfer dekat, tetapi tidak memadai untuk mendukung transfer jauh. Dengan demikian, integrasi CT dalam pembelajaran matematika memberikan nilai tambah yang signifikan terutama dalam pengembangan kemampuan transfer tingkat tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi computational thinking dalam pembelajaran matematika sekolah dasar di SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kemampuan transfer pemecahan masalah siswa kelas V. Statistik deskriptif dan inferensial secara konsisten menunjukkan bahwa kelompok intervensi mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan kelompok pembanding. Analisis ANCOVA dan multilevel mengonfirmasi bahwa pengaruh tersebut tetap signifikan setelah mengontrol kemampuan awal dan struktur data hierarkis. Ukuran efek yang berada pada kategori sedang hingga besar menunjukkan bahwa temuan ini memiliki makna praktis bagi pembelajaran di kelas. Lebih lanjut, analisis fidelity implementasi dan uji moderasi menegaskan bahwa kualitas pelaksanaan merupakan faktor penentu kekuatan efek intervensi, sehingga integrasi CT tidak dapat dipahami sebagai resep tunggal yang otomatis efektif. Analisis transfer dekat dan jauh juga memperlihatkan bahwa manfaat utama intervensi terletak pada penguatan kemampuan transfer jauh, yang merupakan tujuan penting pembelajaran matematika abad ke-21. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya menjawab pertanyaan apakah integrasi CT efektif, tetapi juga memberikan pemahaman tentang kondisi dan mekanisme yang mendukung efektivitas tersebut secara berkelanjutan.

### **Makna temuan utama bagi pembelajaran matematika SD**

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *computational thinking* (CT) dalam pembelajaran matematika menghasilkan peningkatan kemampuan transfer pemecahan masalah yang lebih tinggi dibanding pembelajaran reguler pada siswa kelas V di SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini. Secara “jadi apa”, hasil ini menegaskan bahwa pembelajaran matematika yang tidak hanya menekankan prosedur, tetapi juga menstrukturkan proses berpikir melalui dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, algoritmik, dan *debugging*, lebih efektif mendorong siswa menerapkan strategi pada situasi baru. Peningkatan yang teramati tidak sekadar menggambarkan latihan yang lebih banyak, melainkan perubahan kualitas aktivitas kognitif saat siswa memaknai masalah, memilih strategi, dan memverifikasi solusi. Dalam perspektif literatur, CT dipahami sebagai cara berpikir universal yang relevan lintas disiplin, termasuk matematika, sehingga integrasi CT wajar apabila berkontribusi pada pemecahan masalah yang lebih adaptif. Kerangka CT yang menekankan praktik dan perspektif komputasional juga membantu menjelaskan mengapa siswa tidak berhenti pada jawaban akhir, tetapi mengeksternalisasi langkah solusi sebagai proses yang dapat diperiksa dan diperbaiki. Dengan demikian, temuan penelitian ini memiliki makna praktis bahwa integrasi CT dapat menjadi strategi pedagogis yang kredibel untuk memperkuat kompetensi inti matematika SD, khususnya ketika targetnya adalah kemampuan transfer, bukan sekadar ketuntasan prosedural (Wing, 2006; Brennan & Resnick, 2012).

### **Mekanisme kognitif yang menjelaskan peningkatan transfer**

Secara “mengapa”, peningkatan transfer pemecahan masalah pada kelompok intervensi dapat dijelaskan melalui mekanisme kognitif yang selaras antara CT dan penalaran matematis. Ketika siswa dilatih melakukan dekomposisi, mereka memecah masalah menjadi submasalah sehingga beban kognitif menurun dan struktur masalah lebih terlihat; ketika siswa mengenali pola, mereka menemukan regularitas yang dapat digunakan lintas konteks; dan ketika melakukan abstraksi, mereka memisahkan prinsip matematis dari “cerita” permukaan, yang merupakan prasyarat transfer. Proses algoritmik dan *debugging* juga memberi ruang bagi metakognisi: siswa memeriksa konsistensi langkah, mendeteksi kesalahan, serta merevisi strategi secara sadar. Literatur pemecahan masalah matematika menekankan bahwa keberhasilan bukan hanya pada pengetahuan prosedur, tetapi pada kemampuan mengelola strategi, representasi, dan keputusan selama proses menyelesaikan masalah. Pada saat yang sama, kajian CT untuk kelas sains dan matematika menunjukkan bahwa praktik komputasional seperti pemodelan, algoritmik, dan evaluasi solusi berkontribusi pada cara siswa “memikirkan” masalah, bukan hanya “mengerjakan” masalah. Dengan kata lain, integrasi CT berpotensi meningkatkan kualitas kontrol kognitif dan fleksibilitas strategi, yang secara langsung berkaitan dengan transfer pemecahan masalah. Oleh karena itu, temuan penelitian ini dapat dibaca sebagai bukti bahwa CT bekerja sebagai penguat proses berpikir matematis yang lebih generatif, sehingga siswa lebih siap menghadapi variasi masalah nonrutin yang menuntut adaptasi strategi (Schoenfeld, 2013; Weintrop et al., 2016).

### **Kekuatan bukti dari efek dan uji ketahanan**

Secara “jadi apa”, konsistensi hasil antara ANCOVA dan analisis multilevel memperkuat keyakinan bahwa dampak intervensi bukan artefak analitik, melainkan pola yang stabil pada data yang

bersarang dalam kelas dan sekolah. Dalam penelitian berbasis sekolah, pengabaian struktur hierarkis dapat mengaburkan kesimpulan karena siswa dalam satu kelas cenderung lebih mirip dibanding siswa antar kelas, sehingga standar error dapat bias. Ketika model multilevel masih menunjukkan efek kelompok yang signifikan setelah mengontrol kemampuan awal, maka kesimpulan tentang efektivitas integrasi CT menjadi lebih kokoh. Hal ini penting karena penelitian kuasi-eksperimental sering dikritik terkait ancaman validitas internal; penggunaan kontrol kovariat dan uji ketahanan berbasis multilevel membantu mereduksi kekhawatiran tersebut dan meningkatkan kredibilitas inferensi. Selain itu, ukuran efek yang berada pada kategori sedang hingga besar memiliki implikasi praktis bahwa intervensi berpotensi relevan untuk perbaikan pembelajaran nyata, bukan hanya “bermakna secara statistik”. Dalam konteks dua sekolah, temuan robust juga mengindikasikan bahwa efek tidak bergantung pada satu kelas tertentu saja, melainkan dapat muncul pada lebih dari satu konteks sekolah dengan karakteristik serupa. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menyajikan perbedaan hasil, tetapi juga memberi argumen metodologis bahwa kesimpulan tentang manfaat integrasi CT terhadap transfer pemecahan masalah memiliki dasar bukti yang relatif kuat untuk konteks pembelajaran matematika SD (Raudenbush & Bryk, 2002; Hox, Moerbeek, & van de Schoot, 2018).

#### **Fidelity implementasi sebagai penentu dan penjelas variasi hasil**

Secara “mengapa”, temuan moderasi menunjukkan bahwa fidelity implementasi merupakan kunci yang menjelaskan mengapa efek intervensi dapat lebih besar pada sebagian kelas dan lebih kecil pada kelas lainnya. Integrasi CT bukan inovasi yang bekerja otomatis hanya dengan mengganti perangkat ajar, karena inti perubahan terjadi pada interaksi pedagogis: bagaimana guru mengorkestrasi diskusi strategi, mendorong justifikasi, memfasilitasi *debugging*, dan menjaga fokus pada struktur masalah. Ketika fidelity tinggi, komponen CT muncul konsisten dan berulang dalam praktik kelas, sehingga siswa memperoleh kesempatan belajar yang memadai untuk membangun kebiasaan berpikir baru; sebaliknya, ketika fidelity menurun, intervensi dapat tereduksi menjadi aktivitas prosedural yang hanya “berlabel CT” tanpa mengubah cara siswa menalar. Literatur implementasi program pendidikan menegaskan bahwa kualitas pelaksanaan menentukan apakah suatu intervensi menghasilkan dampak yang diharapkan, dan pengukuran fidelity diperlukan agar evaluasi tidak keliru menyimpulkan “program tidak efektif” padahal implementasinya tidak utuh. Temuan penelitian ini, karena itu, berguna untuk menggeser fokus rekomendasi dari sekadar adopsi materi CT menuju penguatan kapasitas guru dan kondisi kelas yang mendukung pelaksanaan berkualitas. Dengan demikian, kontribusi penting penelitian ini bukan hanya menunjukkan bahwa CT terintegrasi dapat efektif, tetapi juga menjelaskan bahwa efektivitas tersebut bersyarat pada fidelity, sehingga rencana replikasi perlu memprioritaskan dukungan implementasi dan pemantauan proses (Carroll et al., 2007; Durlak & DuPre, 2008).

#### **Transfer dekat vs transfer jauh dan implikasi pedagogis**

Secara “jadi apa”, temuan bahwa efek intervensi lebih menonjol pada transfer jauh dibanding transfer dekat memiliki makna pedagogis yang kuat, karena transfer jauh adalah capaian yang paling sulit namun paling bernilai dalam pembelajaran matematika. Transfer dekat sering dapat ditingkatkan melalui latihan yang mirip, sedangkan transfer jauh menuntut kemampuan mengenali prinsip yang sama di balik konteks permukaan yang berbeda. Pola hasil penelitian ini mengisyaratkan bahwa CT membantu siswa membangun representasi masalah yang lebih struktural melalui abstraksi dan generalisasi langkah solusi, sehingga strategi dapat dipindahkan ke situasi baru. Secara “mengapa”, hal ini konsisten dengan teori transfer yang menekankan pentingnya pemahaman struktur mendasar dan penguasaan prinsip, bukan sekadar pengulangan prosedur; ketika siswa memformulasikan solusi sebagai urutan langkah yang dapat diuji dan direvisi, mereka lebih mungkin mengingat “cara berpikir” daripada “cara mengerjakan” satu tipe soal. Konsekuensinya, pembelajaran matematika yang menargetkan transfer jauh perlu memberi ruang eksplisit pada aktivitas seperti membandingkan masalah, mengekstrak pola, dan menjelaskan alasan di balik langkah, bukan hanya menghitung jawaban. Dengan demikian, temuan penelitian ini menawarkan arah praktis bahwa integrasi CT sebaiknya diposisikan sebagai strategi untuk memperkuat *sense-making* dan generalisasi, terutama bila sekolah ingin meningkatkan kesiapan siswa menghadapi soal nonrutin dan literasi numerasi yang menuntut adaptasi (Perkins & Salomon, 1992; Barnett & Ceci, 2002).

#### **Implikasi, keterbatasan, dan agenda riset lanjutan**

Secara “untuk apa”, temuan penelitian ini dapat diterjemahkan menjadi tiga implikasi utama bagi praktik dan kebijakan sekolah dasar. Pertama, integrasi CT dalam matematika sebaiknya dirancang sebagai penyelarasan tujuan—CT dipakai untuk memperdalam pemecahan masalah matematika—bukan sebagai aktivitas tambahan yang terpisah. Kedua, karena fidelity terbukti memoderasi efek, program pelatihan guru perlu menekankan keterampilan pedagogis spesifik seperti memfasilitasi dekomposisi, mengelola diskusi strategi, dan membimbing *debugging* berbasis alasan matematis. Ketiga, sekolah perlu menyiapkan dukungan implementasi berupa perangkat ajar yang jelas, waktu refleksi yang cukup, serta mekanisme observasi umpan balik agar kualitas pelaksanaan terjaga. Pada saat yang sama, diskusi ini perlu mengakui keterbatasan penelitian, misalnya desain kuasi-eksperimental yang masih berpotensi dipengaruhi faktor kelas yang tidak terukur, durasi intervensi yang terbatas pada satu periode, serta ruang generalisasi yang terutama relevan untuk konteks sekolah dengan karakteristik mirip SDN 006 Langgini dan SDN 004 Langgini. Agenda riset lanjutan dapat memperluas ukuran sampel sekolah, menguji keberlanjutan efek melalui *delayed posttest*, serta mengeksplorasi komponen CT mana yang paling menentukan transfer jauh. Dengan menempatkan implikasi dan keterbatasan secara seimbang, penelitian ini memberikan dasar yang berguna untuk pengembangan pembelajaran matematika berbasis CT yang efektif, terukur, dan dapat direplikasi secara bertanggung jawab (Shadish, Cook, & Campbell, 2002; Shute et al., 2017).

### SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi computational thinking (CT) dalam pembelajaran matematika sekolah dasar memberikan kontribusi positif dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan transfer pemecahan masalah siswa kelas V. Melalui desain kuasi-eksperimental yang dilengkapi pengendalian kovariat dan uji ketahanan berbasis analisis multilevel, temuan menunjukkan bahwa siswa pada kelas intervensi mencapai capaian transfer yang lebih tinggi dibandingkan kelas pembanding. Dampak tersebut tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara praktis, terutama pada transfer jauh yang menuntut kemampuan abstraksi, generalisasi, dan adaptasi strategi. Dengan demikian, integrasi CT terbukti berfungsi sebagai penguat proses berpikir matematis yang melampaui penguasaan prosedural, serta mendorong siswa memahami struktur masalah secara lebih mendalam dan fleksibel.

Lebih lanjut, penelitian ini menegaskan bahwa efektivitas integrasi CT sangat dipengaruhi oleh fidelity implementasi. Kelas dengan fidelity tinggi—ditandai oleh konsistensi penerapan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, perancangan langkah solusi, dan *debugging*—menunjukkan peningkatan transfer yang lebih besar dibandingkan kelas dengan fidelity sedang. Temuan ini memperkaya literatur dengan menunjukkan bahwa keberhasilan inovasi pedagogis tidak hanya ditentukan oleh desain intervensi, tetapi juga oleh kualitas pelaksanaannya di kelas. Oleh karena itu, CT tidak dapat diperlakukan sebagai “paket siap pakai” yang otomatis efektif, melainkan sebagai pendekatan pedagogis yang menuntut kesiapan guru, dukungan perangkat ajar, dan pengelolaan interaksi kelas yang berorientasi pada proses berpikir.

Secara implikatif, hasil penelitian ini memberikan dasar empiris bagi pengembangan pembelajaran matematika sekolah dasar yang berorientasi pada kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kesiapan abad ke-21. Sekolah dan pengambil kebijakan disarankan untuk mengintegrasikan CT secara selaras dengan tujuan matematika, serta memprioritaskan penguatan kompetensi pedagogis guru agar fidelity implementasi terjaga. Keterbatasan penelitian ini—antara lain konteks sekolah yang relatif terbatas dan durasi intervensi yang belum panjang—membuka peluang riset lanjutan untuk menguji keberlanjutan efek, memperluas konteks sekolah, dan mengeksplorasi komponen CT yang paling berpengaruh. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pemahaman teoretis dan praktis tentang bagaimana integrasi CT dapat dimanfaatkan secara efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika dan kemampuan transfer pemecahan masalah siswa sekolah dasar.

### REFERENSI

- Barnett, S. M., & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128(4), 612–637.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. MIT Media Lab.

- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
- Carroll, C., et al. (2007). A conceptual framework for implementation fidelity. *Implementation Science*, 2(40).
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.
- Durlak, J. A., & DuPre, E. P. (2008). Implementation matters: A review of research on the influence of implementation on program outcomes. *American Journal of Community Psychology*, 41, 327–350.
- Dusenbury, L., Brannigan, R., Falco, M., & Hansen, W. B. (2003). A review of research on fidelity of implementation. *Health Education Research*, 18(2), 237–256.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2019). *How to design and evaluate research in education* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Hiebert, J., et al. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann.
- Hox, J. J., Moerbeek, M., & van de Schoot, R. (2018). *Multilevel analysis: Techniques and applications* (3rd ed.). Routledge.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science. *Frontiers in Psychology*, 4, 863.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of learning. *International Encyclopedia of Education* (2nd ed.). Pergamon.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (2nd ed.). SAGE.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1–2), 9–34.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Shute, V. J., et al. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Psychology Review*, 29, 1–28.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 127–147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.