

ASSESSMENT OF COMPUTATIONAL THINKING: SEBUAH KAJIAN LITERATUR SISTEMATIS

Fanny Rahmatina Rahim^{1,5)*}, Ari Widodo²⁾, Yusi Riksa Yustiana³⁾, Minsu Ha⁴⁾

^{1,2,3}Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

⁴Seoul National University, South Korea

⁵Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Email: fannyrahmatina@upi.edu

Abstract

The main objective of this study was to conduct a systematic literature review of the evaluation of computational thinking skills. The research method utilized was a comprehensive search of various databases through Google Scholar using the keyword "computational thinking" to retrieve relevant articles. A total of 96 articles were selected as research samples and analyzed using content analysis technique to examine the variables of education level and evaluation tools. The study found that the education level variable was categorized into four levels: elementary school (26.17%), junior high school (29.91%), senior high school (19.63%), and college (24.30%). Meanwhile, the evaluation tool variable was divided into four categories, which include traditional (22.73%), portfolio (33.33%), interview (15.91%), and survey (28.03%).

Keywords: Assessment, computational thinking, SLR, evaluation tools, educational level

Abstrak

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan tinjauan literatur sistematis tentang evaluasi kemampuan berpikir komputasional. Metode penelitian yang digunakan adalah pencarian secara menyeluruh berbagai database melalui Google Scholar dengan menggunakan kata kunci "computational thinking" untuk mendapatkan artikel yang relevan. Sebanyak 96 artikel dipilih sebagai sampel penelitian dan dianalisis menggunakan teknik analisis isi untuk mengkaji variabel tingkat pendidikan dan alat evaluasi. Hasil penelitian menemukan bahwa variabel tingkat pendidikan dikategorikan menjadi empat tingkatan: SD (26,17%), SMP (29,91%), SMA (19,63%), dan perguruan tinggi (24,30%). Sedangkan variabel alat evaluasi dibagi menjadi empat kategori, yaitu tradisional (22,73%), portofolio (33,33%), wawancara (15,91%), dan survei (28,03%).

Kata Kunci: Penilaian, computational thinking, SLR, alat evaluasi, tingkat pendidikan

PENDAHULUAN

Computational Thinking (CT) telah menarik perhatian publik di bidang pendidikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM). CT yang pertama kali diperkenalkan oleh Wing (J. M. Wing, 2006), didefinisikan sebagai pemikiran yang terlibat dalam menyusun masalah dan mencari solusinya, sehingga solusi tersebut dapat diterapkan secara efektif oleh orang atau mesin yang memproses informasi (J. Wing, 2011). CT tidak hanya menjadi dasar dalam ilmu komputer (J. M. Wing, 2008), tetapi juga berperan penting dalam penelitian modern yang berhubungan dengan STEM (Henderson et al., 2007).

Oleh karena itu, CT hendaknya ditanamkan dalam sistem pendidikan sebagai salah satu langkah untuk mempersiapkan kompetensi siswa untuk bersaing di masa depan (Grover & Pea, 2013).

Pada tahun 2011, ISTE & CSTA (*International Society for Technology in Education* dan *Computer Science Teachers Association*) berkolaborasi untuk menciptakan sumber daya yang berfokus pada pendekatan yang mengintegrasikan CT ke dalam lingkungan K-12 (CSTA & ISTE, 2011). Sementara itu, *National Research Council* (NRC) mengorganisir dua workshop dengan alumni perguruan

tinggi di bidang pendidikan dan ilmu komputer seputar cakupan, sifat, dan aspek pedagogis CT (Council, 2010, 2011). Itu semua merupakan upaya untuk mempromosikan CT dalam pendidikan STEM. Pada tahun 2013, *Next Generation Science Standards* (NGSS) mencantumkan "*mathematics and Computational Thinking*" sebagai salah satu kompetensi yang mengintegrasikan kedua inti konsep disiplin ilmu dalam STEM.

Dalam rangka menjawab minat yang semakin meningkat dalam pengintegrasian CT ke dalam pendidikan STEM, bidang ini dengan giat melakukan upaya untuk mempromosikan dan mengevaluasi keterampilan CT siswa. Beberapa upaya tersebut meliputi: (a) mengembangkan kurikulum yang mengintegrasikan CT (Rich et al., 2020; Sung, 2019); (b) menciptakan alat pembelajaran yang terinspirasi oleh CT (Bers, 2010; Grover, 2017b, 2017a; Weintrop, 2014); (c) membangun lingkungan pembelajaran yang mengintegrasikan CT (García-Valcárcel-Muñoz-Repiso & ..., 2019), dan (d) mengembangkan penilaian yang memfokuskan pada keterampilan CT siswa (González, 2015). Melalui studi-studi ini, telah dihasilkan sejumlah literatur yang membantu memahami sifat CT, integrasi CT di kelas STEM, serta fitur-fitur kinerja siswa dalam praktik CT.

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan sintesis pekerjaan yang terkait dengan CT. Contohnya, Lockwood dan Mooney telah merangkum penelitian CT di pendidikan sekunder dengan memberikan informasi tentang mata pelajaran yang digunakan untuk mengajarkan CT, alat yang digunakan untuk mengajarkan dan menilai CT, serta manfaat dan hambatan dalam mengintegrasikan CT di pendidikan sekunder (Lockwood & Mooney, 2018). Selain itu, Hsu dan tim telah mengeksplorasi kegiatan dan strategi pengajaran dan pembelajaran yang dapat mempromosikan CT (Hsu et al., 2018). Namun, dari kedua penelitian ini belum

ada yang memperlihatkan refleksi sistematis dari alat evaluasi untuk kompetensi CT siswa sehingga ini dapat berdampak pada perkembangan CT dan asesmennya di masa yang akan datang. Sehingga perlu adanya penelitian lanjutan yang memperlihatkan secara detail mengenai alat evaluasi keterampilan CT di semua tingkat pendidikan. Penelitian ini khususnya fokus pada penelitian CT yang menerapkan penilaian untuk tingkat pendidikan mulai dari TK hingga perguruan tinggi.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan tinjauan sistematis dengan tujuan untuk merefleksikan studi sebelumnya yang kemudian didapatkan usulan mengenai penelitian selanjutnya terkait penilaian CT. Pertanyaan penelitian berikut (RQ) membentuk dasar tinjauan ini:

RQ1 : Bagaimana penerapan penilaian CT pada setiap level pendidikan?

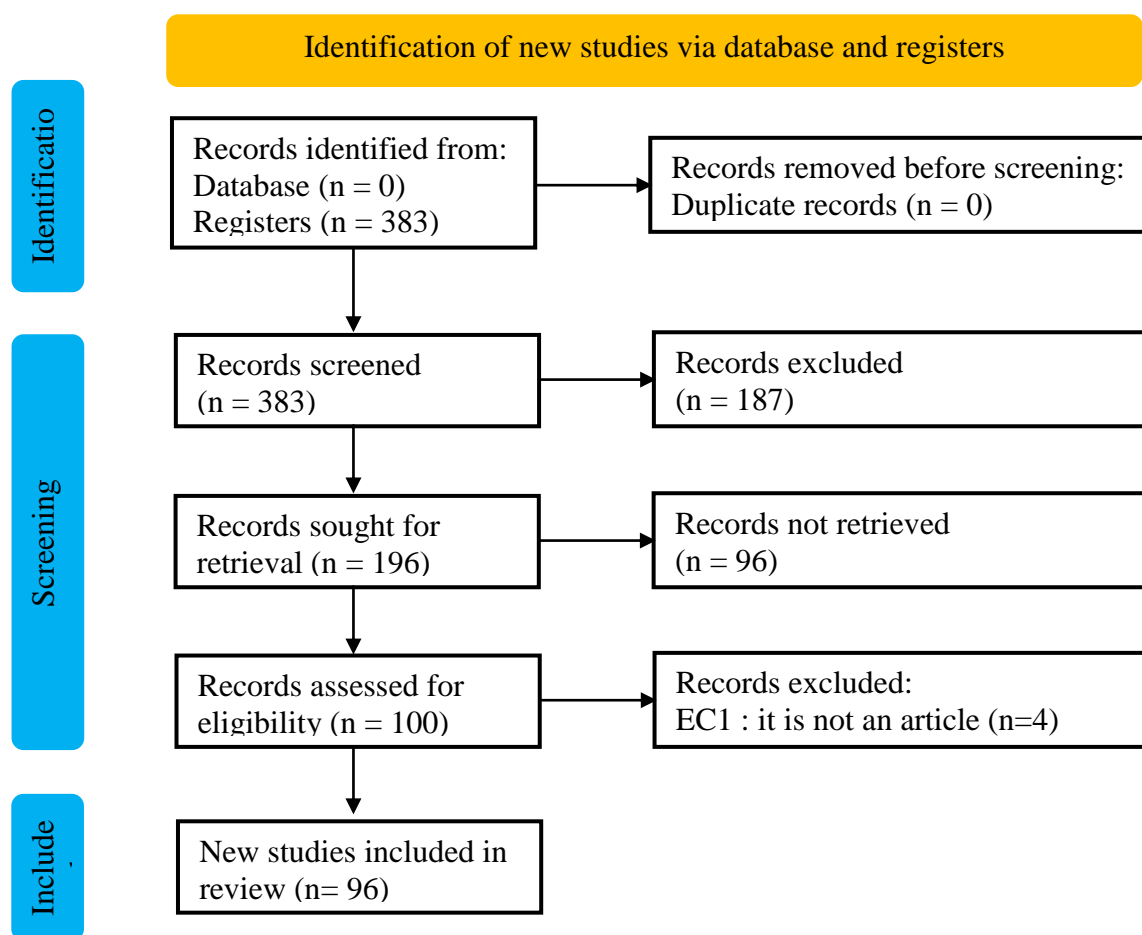
RQ2 : Apa saja alat evaluasi yang digunakan untuk mengukur CT?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian *Systematic Literature Review*. *Literature review* dilakukan dengan mengumpulkan, menyeleksi, mengekstraksi, dan mengkaji artikel ilmiah yang relevan dengan topik. Artikel didapatkan dari database digital Google Scholar (<http://www.scholar.google.com/>) dengan menggunakan aplikasi Publish or Perish. Seleksi sumber literatur menggunakan PRISMA. Seleksi artikel dilakukan dengan menggunakan kriteria eligibilitas. Kriteria artikel yang digunakan adalah sebagai berikut: (1) artikel menggunakan kata "*Computational Thinking*" di bagian judul, abstrak, atau kata kunci; (2) artikel diterbitkan sejak tahun 2013 – Maret 2023; (3) tersedia dalam teks lengkap; (4) terdapat studi empiris tentang asesmen untuk keterampilan CT; (5) ditulis dalam Bahasa Inggris. Pencarian literatur awal ini menghasilkan 383 artikel jurnal.

Selanjutnya, penulis mengeliminasi artikel berdasarkan sejumlah kriteria, yaitu: (1) CT tidak menjadi topik utama dalam penelitian; (2) tidak ada informasi mengenai RQ. Berdasarkan dua hal ini, penulis mendapatkan 96 artikel yang akan direviu. Literatur yang sudah dikumpulkan kemudian diberikan kode dan

diklasifikasikan secara sistematis ke dalam dua kategori yaitu berdasarkan level Pendidikan dan alat evaluasi. Tabel 1 menunjukkan frekuensi dan proporsi untuk setiap kategori.



Gambar 1. Flowchart dari proses seleksi literatur

Tabel 1. Konteks pendidikan dan alat penilaian dari penilaian CT

Variabel	Kategori	Jumlah Artikel*	Persentase
Level Pendidikan	TK – Sekolah Dasar	28	26.17%
	Sekolah Menengah Pertama	32	29.91%
	Sekolah Menengah Atas	21	19.63%
	Perguruan Tinggi	26	24.30%
Alat Evaluasi	Traditional	30	22.73%
	Portofolio	44	33.33%
	Interview	21	15.91%
	Survey	37	28.03%

*Beberapa artikel memasuki lebih dari 1 kategori

HASIL DAN PEMBAHASAN

RQ1 : Bagaimana penerapan penilaian CT pada setiap level pendidikan?

Hasil penelitian menunjukkan bahwa CT sudah diterapkan di berbagai tingkat pendidikan. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, sekolah menengah pertama dan sekolah dasar adalah tingkat pendidikan yang paling banyak diteliti yang masing-masing menunjukkan angka lebih dari 26%, diikuti oleh perguruan tinggi sebesar 24.30%. Sedangkan sekolah menengah atas memiliki angka sebesar 19.63%.

Secara umum, banyak penelitian tentang penilaian CT yang telah dikhususkan untuk sekolah dasar dan menengah pertama (K-8), melebihi penelitian tingkat sekolah menengah atas dan seterusnya. Pada dasarnya, sulit untuk melakukan pengembangan alat evaluasi CT yang sesuai dengan perkembangan anak-anak dan remaja awal karena keterbatasan kemampuan membaca dan pemahaman mereka (Zhang & Nouri, 2019). Namun, peneliti telah mencoba untuk menerapkan CT pada tahap awal perkembangan kognitif siswa. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan mengkaji literatur tentang alat evaluasi CT untuk siswa sekolah menengah atas dan perguruan tinggi untuk memperkaya data yang diperoleh sebelumnya.

Terdapat beberapa alasan mengapa siswa sekolah dasar dan menengah pertama paling banyak diteliti. Anak-anak di sekolah dasar berada pada tahap perkembangan di mana mereka lebih responsif terhadap konsep dan ide baru. Hal ini membuat lebih mudah untuk memperkenalkan dan mengajarkan keterampilan berpikir komputasional, yang dapat menjadi dasar yang kuat bagi siswa untuk belajar dan memahami konsep yang lebih kompleks di masa depan. Anak-anak diajarkan konsep dasar pemrograman, logika, algoritma, dan sebagainya pada usia dini. Hal ini memungkinkan mereka belajar dan memahami konsep-konsep

tersebut lebih baik di masa yang akan datang.

RQ2 : Apa saja alat evaluasi yang digunakan untuk mengukur CT?

Terdapat empat kategori alat evaluasi yang digunakan dalam literatur, yaitu tes tradisional, portofolio, interview, dan survei. Beberapa penelitian dalam literatur menggunakan lebih dari satu jenis alat evaluasi untuk mengumpulkan data keterampilan CT siswa. Frekuensi pada masing-masing kategori diungkapkan pada Tabel 1. Penggunaan alat evaluasi portofolio memiliki angka yang lebih dominan (44%) sedangkan penilaian menggunakan interview paling sedikit (21%) diantara alat evaluasi lainnya.

Penggunaan jenis penilaian tradisional menunjukkan kecenderungan untuk menganggap CT sebagai hasil pembelajaran, meskipun sebenarnya CT adalah proses berpikir kognitif. Oleh karena itu, keterampilan CT sering diukur sebagai penguasaan pengetahuan yang terkait dengan komponen CT. Dalam hal ini, guru dan peneliti dapat menemukan penilaian pengetahuan yang dapat diandalkan dan valid untuk mengukur pengetahuan CT siswa. Namun, dalam perspektif lain, penilaian tradisional dianggap tidak cukup untuk merekam proses pembelajaran CT yang terjadi ketika siswa bekerja dalam proyek. Oleh karenanya, Fields merekomendasikan penggunaan penilaian formatif untuk mempromosikan pengalaman pembelajaran yang sedang berlangsung, yang memungkinkan siswa menerima umpan balik terus menerus dan membuat perubahan dalam proyek mereka selama proses pembelajaran (D. A. Fields et al., 2019).

Alat evaluasi berikutnya adalah portofolio. Penilaian portofolio adalah suatu bentuk penilaian kinerja yang sistematis dan tujuannya adalah untuk mengumpulkan dan mengevaluasi berbagai jenis produk siswa guna

memeriksa pencapaian target pembelajaran (McMillan, 2011). Lebih dari sepertiga dari literatur yang direview menggunakan portofolio untuk mengevaluasi keterampilan CT siswa. Penilaian portofolio tersebut didapat melalui proyek, catatan, atau pengamatan langsung. Seperti halnya penilaian kinerja, guru dan peneliti menggunakan rubrik penilaian untuk menunjukkan tingkat ketercapaian pada setiap dimensi CT atau daftar periksa untuk menunjukkan apakah kriteria CT telah terpenuhi. Salah satu bentuk penilaian portofolio yang banyak digunakan adalah analisis proyek Scratch. Banyak guru dan peneliti menggunakan rubrik yang telah dikembangkan oleh Dr. Scratch untuk menganalisis proyek Scratch siswa (Moreno-León, 2017; Román-González et al., 2017). Rubrik ini menggunakan tujuh indikator yaitu abstraksi dan dekomposisi masalah, paralelisme, pemikiran logis, sinkronisasi, gagasan algoritma kontrol aliran, interaktivitas pengguna, dan representasi data, pada tiga tingkat penguasaan setiap dimensi: dasar, menengah, dan mahir. Karena jenis rubrik ini biasanya dinilai oleh penilai manusia, diperlukan perbedaan yang jelas antara tingkat kinerja agar penilai dapat mengidentifikasi peringkat yang paling mewakili tingkat CT siswa. Metode analisis portofolio lainnya adalah dengan menghitung keberadaan setiap dimensi CT. Metode ini berguna bagi para peneliti yang tertarik untuk melacak komponen CT mana yang lebih sering digunakan siswa melalui komunikasi verbal atau analisis proyek siswa.

Ringkasnya, portofolio menggambarkan secara keseluruhan keterampilan yang diperoleh siswa melalui kegiatan proyek. Selain menilai keterampilan siswa dalam mengerjakan proyek, guru dan peneliti juga dapat mengevaluasi keterampilan komunikasi siswa dalam literasi CT seperti yang dijelaskan oleh Lui (D. A. Fields et al., 2019) serta memberikan umpan balik

formatif yang bermanfaat bagi siswa untuk pembelajaran kedepannya. Banyak peneliti menggunakan penilaian portofolio untuk kegiatan pembelajaran yang berhubungan dengan pemrograman. Ini menjadi tantangan dalam menilai kinerja untuk mengukur CT karena sejauh ini CT diimplementasikan untuk pembelajaran berbasis pemrograman atau komputasi (Chen, 2017; Chen et al., 2017). Namun, dengan portofolio ini dapat membantu menilai CT siswa untuk bidang studi lain.

Alat evaluasi selanjutnya yaitu survei. Survei biasanya digunakan untuk menyelidiki hasil pembelajaran non kognitif atau bersifat afektif, misalnya motivasi dan sikap siswa terhadap pembelajaran CT. Survei dikembangkan dengan menggunakan item kuantitatif seperti skala Likert atau open questions. Beberapa survei yang digunakan bertujuan untuk mengumpulkan pengalaman atau refleksi siswa. Sedangkan yang lainnya dilakukan guru untuk mengumpulkan persepsi siswa tentang CT selama diterapkannya pembelajaran CT (Yadav et al., 2014). Selain untuk menyelidiki afektif siswa, survey ternyata juga digunakan untuk menyelidiki kognitif siswa, seperti penguasaan konsep CT oleh siswa (Bower et al., 2017). Namun, survei sulit untuk berdiri sendiri karena ada responden yang mungkin kurang memahami pertanyaan survei. Oleh karenanya, dibutuhkan instrumen lain seperti wawancara untuk menggali lebih dalam jawaban responden.

Namun, saat ini, wawancara masih kurang digunakan untuk mengukur CT. Karena CT berfungsi sebagai kumpulan operasi mental yang kompleks, maka perlu untuk menjelaskan komponen yang terkait dengan proses kognitif ini (Ambrosio et al., 2014). Untuk mengetahui sejauh mana kemampuan CT siswa, guru atau peneliti bisa melakukan lebih banyak wawancara atau think-aloud untuk mengumpulkan data kualitatif yang mendalam seperti yang disarankan oleh Werner (Werner et al., 2014)(Werner et al., 2014). Apalagi saat

ini sudah banyak program transkripsi dan analisis otomatis, wawancara ataupun think-aloud dapat memainkan peran yang lebih penting daripada sebelumnya dalam mempelajari CT siswa.

Penilaian memainkan peran penting ketika guru atau peneliti memperkenalkan CT ke dalam kelas K-12 (Grover & Pea, 2013). Kalelioglu juga merekomendasikan untuk lebih banyak membahas tentang bagaimana menilai penguasaan dan keterampilan CT siswa dalam situasi kehidupan nyata (Kalelioglu et al., 2016). Dalam penelitian ini, penulis mengkategorikan penilaian CT sesuai dengan paradigma penilaian kelas McMillan (McMillan, 2011). Beberapa studi CT menggunakan tes respons terpilih atau respons terkonstruksi, misalnya, Shell mengembangkan tes paper-based untuk menilai pengetahuan komputer dan keterampilan CT mahasiswa (Shell & Soh, 2013); juga, Chen merancang instrumen dengan 15 pertanyaan pilihan ganda dan delapan pertanyaan terbuka untuk menilai aplikasi keterampilan CT siswa dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari (Chen, 2017; Chen et al., 2017).

Penilaian kinerja atau portofolio adalah alat penilaian lain yang paling banyak digunakan. Para peneliti membuat aktivitas pemrograman atau CT untuk diselesaikan siswa dan kemudian menggunakan rubrik penilaian untuk mengevaluasi produk kerja mereka, misalnya analisis portofolio digital yang dirancang oleh siswa untuk menyelesaikan proyek e-textiles menggunakan CT (D. Fields et al., 2021; Lui, 2020), dan evaluasi proyek Scratch siswa berdasarkan lingkungan pemrograman visual (Garneli & Chorianopoulos, 2018).

Kuesioner dan wawancara juga telah digunakan, misalnya, Sáez menggunakan kuesioner untuk memeriksa persepsi siswa sekolah dasar tentang konsep komputasi setelah belajar bahasa pemrograman visual di platform Scratch (Sáez-López et al., 2016). Peneliti terdahulu telah meneliti

kualitas penilaian CT. Sebagai contoh, untuk mengevaluasi keandalan dan validitas skala persepsi self-efficacy untuk keterampilan CT, Gülbahar melakukan analisis faktor eksploratori dan konfirmatori (Gülbahar et al., 2019). Wein-trop melakukan wawancara untuk mengeksplorasi strategi siswa dalam merancang video game menggunakan bahasa pemrograman berbasis blok (Weintrop et al., 2016).

CT dapat diintegrasikan ke dalam semua mata pelajaran di semua tingkat pendidikan dan memerlukan berbagai jenis alat penilaian yang tepat untuk berbagai tujuan pendidikan. Berdasarkan tujuan penilaian, guru dapat menggunakan tes tradisional dengan pertanyaan respons yang dipilih atau dibangun sendiri untuk mengevaluasi pengetahuan CT siswa dengan tujuan sumatif. Selain itu, peneliti dapat menggunakan tes CT tradisional dalam mode pretest-posttest untuk mengevaluasi efek intervensi CT.

Pendekatan berbasis portofolio sangat sesuai untuk mengevaluasi kemampuan CT siswa saat mengerjakan proyek secara langsung dan memberikan umpan balik formatif bagi siswa untuk meningkatkan pemahaman dan pengalaman mereka di CT. Survei dapat digunakan untuk menyelidiki persepsi dan sikap siswa terhadap CT dan memberikan informasi tentang peningkatan potensial yang dapat dilakukan oleh guru dan peneliti agar sesuai dengan self-efficacy dan motivasi siswa dalam mempelajari CT.

Wawancara dapat digunakan sebagai pendekatan kualitatif untuk melakukan studi kasus dan memberikan gambaran yang komprehensif tentang proses pemecahan masalah siswa berdasarkan CT dan tantangan yang mereka hadapi. Think-aloud juga dapat digunakan untuk memahami bagaimana siswa menghasilkan solusi untuk setiap pertanyaan CT dan untuk memeriksa apakah mereka menerapkan keterampilan CT yang dinyatakan diukur oleh tes tersebut.

Kombinasi dari alat penilaian yang berbeda dapat digunakan untuk melakukan triangulasi penilaian CT yang berbeda dan memberikan evaluasi komprehensif pembelajaran CT siswa.

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari temuan penelitian adalah terdapat empat level Pendidikan yang dikaji dalam 96 artikel, mulai dari TK-sekolah dasar, sekolah menengah pertama, sekolah menengah atas, dan perguruan tinggi dengan persentase masing-masing 26.17%, 29.91%, 19.63%, dan 24.30%. Sedangkan untuk alat evaluasi yang biasa digunakan untuk mengases CT adalah alat tradisional (paper-based), portofolio, wawancara, dan survei. Portofolio dan survei memiliki persentase terbesar yaitu di atas 28%, sedangkan wawancara memiliki persentase yang paling sedikit yaitu sekitar 19.63%. CT lebih banyak dievaluasi dikalangan anak-anak karena mereka berada pada tahap perkembangan dimana mereka lebih responsif terhadap konsep baru. Ini membuat lebih mudah untuk mengajarkan konsep dasar CT seperti konsep dasar pemrograman, logika, dan algoritma. Untuk alat evaluasi, portofolio paling sering digunakan untuk mengevaluasi CT karena dapat menggambarkan kemampuan seorang siswa dalam menyelesaikan masalah dan memecahkan masalah yang kompleks. Portofolio juga dapat menunjukkan bukti dari hasil kerja siswa dan proyek yang telah diselesaikan, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kemampuan siswa. Selain itu, penggunaan portofolio juga dapat membantu siswa untuk merenung dan mempertimbangkan proses berpikir mereka, yang dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang Computational Thinking.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) Kemenkeu RI atas dukungan dana yang diberikan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambrosio, A. P., Almeida, L. S., Macedo, J., & Franco, A. H. R. (2014). *Exploring core cognitive skills of computational thinking*. repositorium.uminho.pt. <http://repositorium.uminho.pt/handle/1822/30076>
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*. <https://eric.ed.gov/?id=EJ910910>
- Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W. M., Highfield, K., & ... (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of ...* <https://doi.org/10.3316/aeipt.215475>
- Chen, G. (2017). Programming language teaching model based on computational thinking and problem-based learning. *2017 2nd International Seminar on Education ...* <https://www.atlantispress.com/proceedings/seiem-17/25888806>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education, 109*, 162–175. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2017.03.001>
- Council, N. R. (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. books.google.com. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=Rm5niifL0YsC&oi=fnd&pg>

- =PT1&dq=computational+thinking&ots=9kAMDv4mY7&sig=kijhAjGdelpS2ABi6fvf2Set0rw
- Council, N. R. (2011). *Report of a workshop on the pedagogical aspects of computational thinking*. books.google.com.
https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=1EJBdHEsTFAC&oi=fnd&pg=PR1&dq=computational+thinking&ots=hS856bL3kJ&sig=2AJJG_NCWoRNqMQ1ca9qIm-XwU
- CSTA, & ISTE. (2011). Operational definition of computational thinking. *Report*.
- Fields, D. A., Lui, D., & Kafai, Y. B. (2019). Teaching Computational Thinking with Electronic Textiles: Modeling Iterative Practices and Supporting Personal Projects in Exploring Computer Science. In *Computational thinking education*. library.oapen.org.
<https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/23182/1/1006971.pdf#page=276>
- Fields, D., Lui, D., Kafai, Y., Jayathirtha, G., & ... (2021). ... about computational thinking: understanding affordances of portfolios for assessing high school students' computational thinking and participation practices. *Computer Science*
<https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1866933>
- García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A., & ... (2019). Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. In *Comunicar. Media* scipedia.com.
https://www.scipedia.com/public/Garcia-Valcarcel-Munoz-Repiso_Caballero-Gonzalez_2019a
- Garneli, V., & Chorianopoulos, K. (2018). Programming video games and simulations in science education: exploring computational thinking through code analysis. *Interactive Learning Environments*.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1337036>
- González, M. R. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. *EDULEARN15 Proceedings*.
https://library.iated.org/view/ROMAN_GONZALEZ2015COM
- Grover, S. (2017a). A framework for using hypothesis-driven approaches to support data-driven learning analytics in measuring computational thinking in block-based programming environments. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(3).
<https://doi.org/10.1145/3105910>
- Grover, S. (2017b). Assessing algorithmic and computational thinking in K-12: Lessons from a middle school classroom. ... , *Practice, and Policy on Computational Thinking*.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_17
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*.
<https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Gülbahar, Y., Kert, S. B., & Kalelioğlu, F. (2019). The self-efficacy perception scale for computational thinking skill: Validity and reliability study. *Turkish Journal of Computer and*
<https://www.turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/194>
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. *Proceedings of the 38th SIGCSE*
<https://doi.org/10.1145/1227310.1227378>
- Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296–310.
<https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2018.07.004>
- Kalelioglu, F., Gulbahar, Y., & Kukul, V. (2016). *A framework for computational*

- thinking based on a systematic research review.*
acikerisim.baskent.edu.tr.
<http://acikerisim.baskent.edu.tr/handle/11727/3831>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). *Developing a computational thinking test using Bebras problems.* mural.maynoothuniversity.ie.
<http://mural.maynoothuniversity.ie/10316>
- Lui, D. (2020). Communicating computational concepts and practices within high school students' portfolios of making electronic textiles. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 284–301.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612446>
- McMillan, J. H. (2011). Classroom assessment : principles and practice for effective standards-based instruction. In *Pearson Education*.
- Moreno-León, J. (2017). On the automatic assessment of computational thinking skills: A comparison with human experts. In *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* (pp. 2788–2795).
<https://doi.org/10.1145/3027063.3053216>
- Rich, K. M., Spaepen, E., Strickland, C., & Moran, C. (2020). Synergies and differences in mathematical and computational thinking: implications for integrated instruction. *Interactive Learning Environments*, 28(3).
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612445>
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2017). Complementary tools for computational thinking assessment. In ... *on Computational Thinking*
[https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Roman-Gonzalez/publication/318469859_Complementary_Tools_for_Computational_Thinking_Assessment/links/596cee18a6fdcc920023b978/Complementary-](https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Roman-Gonzalez/publication/318469859_Complementary_Tools_for_Computational_Thinking_Assessment/links/596cee18a6fdcc920023b978/Complementary-Tools-for-Computational-Thinking-Assessment.pdf)
- Tools-for-Computational-Thinking-Assessment.pdf
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “scratch” in five schools. *Computers and Education*, 97.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Shell, D. F., & Soh, L. K. (2013). Profiles of Motivated Self-Regulation in College Computer Science Courses: Differences in Major versus Required Non-Major Courses. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6). <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9437-9>
- Sung, E. (2019). Fostering computational thinking in technology and engineering education: An unplugged hands-on engineering design approach. *Technology & Engineering Teacher*, 78(5).
- Weintrop, D. (2014). Interactive Assessment Tools for Computational Thinking in High School STEM Classrooms. In *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST* (Vol. 136, pp. 22–25).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-08189-2_3
- Weintrop, D., Holbert, N., Horn, M. S., & ... (2016). Computational thinking in constructionist video games. *International Journal of ...*
<https://www.igi-global.com/article/computational-thinking-in-constructionist-video-games/144213>
- Werner, L., Denner, J., & Campe, S. (2014). Using computer game programming to teach computational thinking skills. In *Learning, education and games.* researchgate.net.
<https://www.researchgate.net/profile/Karen->

- Schrier/publication/303362231_Designing_digital_games_to_teach_history/links/5a28e69eaca2727dd887121d/Designing-digital-games-to-teach-history.pdf#page=44
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. In *The link magazine*. people.cs.vt.edu.
<https://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-What-And-Why.pdf>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881).
<https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1). <https://doi.org/10.1145/2576872>
- Zhang, L. C., & Nouri, J. (2019). A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. *Computers and Education*, 141.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>