
TREN PEMBELAJARAN BERBASIS *COMPUTATIONAL THINKING* 2020-2024 DAN POTENSINYA DALAM PEMBELAJARAN SAINS

Arif Widiyatmoko¹, Tiara Dwi Wulandari²

^{1,2}Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

*Email korespondensi: arif.widiyatmoko@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Pembelajaran di abad ke-21 menekankan pada penguasaan keterampilan berpikir komputasi atau *Computational Thinking* (CT). Hal ini dikarenakan CT membantu siswa dalam memecahkan masalah secara sistematis dan logis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan pembelajaran sains berbasis CT secara global. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur artikel dengan metode PRISMA. Pada penelitian ini, analisis difokuskan pada artikel yang dipublikasikan pada tahun 2020-2024 pada database jurnal Scopus, Eric, dan Springer. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa terdapat 20 negara yang menerapkan pembelajaran berbasis CT. Penerapan pembelajaran berbasis CT sebagian besar dilakukan di tingkat sekolah dasar dengan kurikulum dan kebijakan tertentu. Namun, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis CT pada mata pelajaran sains. Oleh karena itu, perlu dianalisis potensi dan strategi implementasinya dalam pembelajaran sains. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memberikan wawasan kepada pendidik tentang bagaimana menerapkan CT khususnya dalam pembelajaran sains dan rencana penerapan CT dalam pembelajaran sains. Hal ini berpotensi dapat meningkatkan kualitas pembelajaran sains agar menghasilkan peserta didik yang memiliki kompetensi, keterampilan, dan sikap yang baik sehingga dapat bersaing di tingkat global.

Kata kunci: Berpikir Komputasional; Pembelajaran Sains; Tren

PENDAHULUAN

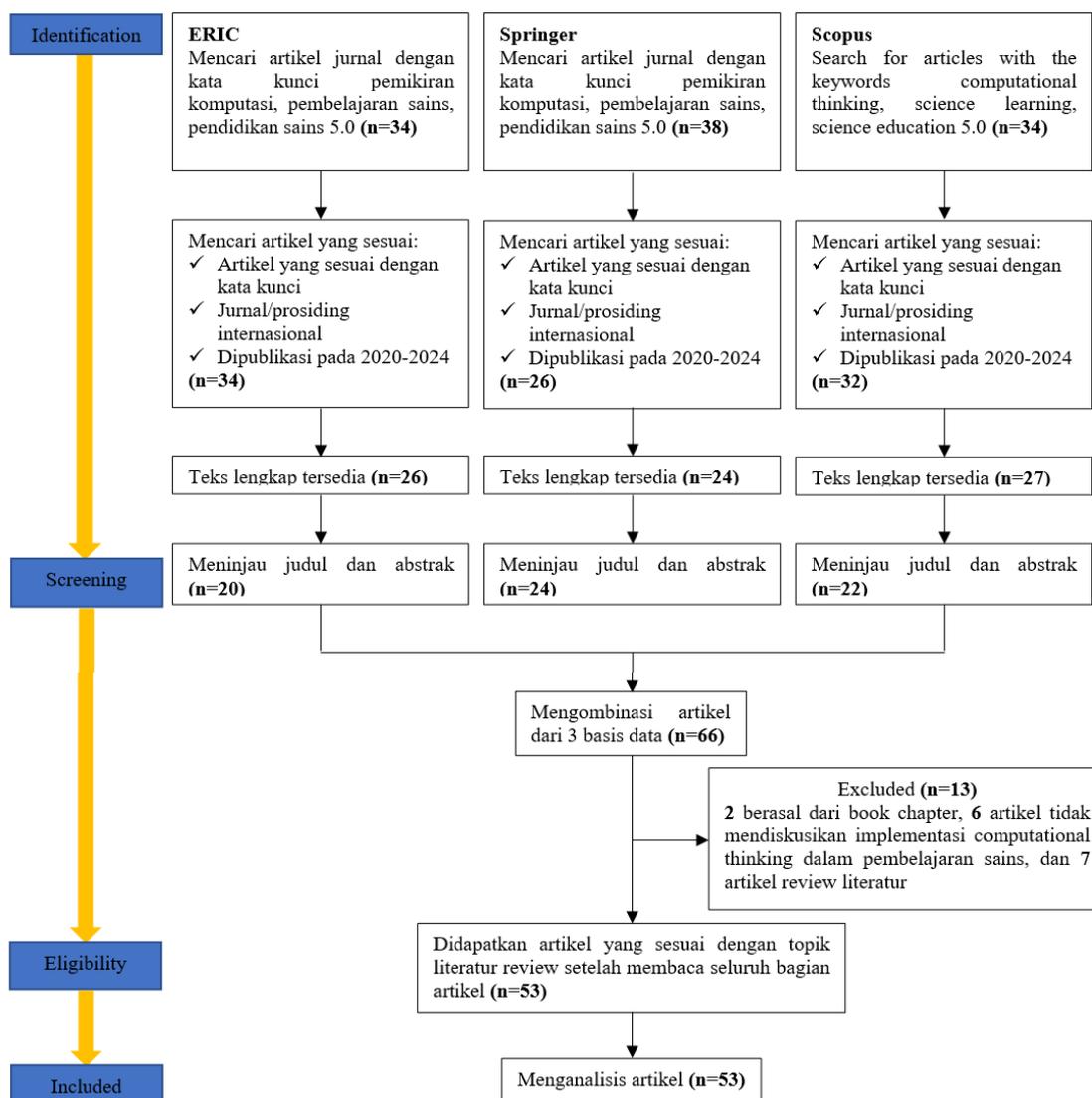
Era abad 21 dihadapkan dengan era society 5.0 yang dicirikan dengan integrasi teknologi informasi di berbagai aspek kehidupan. Adanya era society 5.0 memberikan berbagai tantangan salah satunya pada bidang pendidikan 5.0 agar mampu mempersiapkan generasi berkualitas yang dapat bersaing di tingkat global, menghadapi banyaknya permasalahan, dan kompleksitas kehidupan. Pembelajaran di abad 21 diartikan sebagai pembentukan kepribadian atau perubahan sikap dan tingkah laku melalui usaha mendidik sehingga terdapat peningkatan budi pekerti, pola pikir, dan keadaan jasmani suatu manusia untuk mencapai kualitas tertentu agar kehadirannya di lingkungan tempat tinggal menjadi lebih bermakna (Suryanti *et al.*, 2021). *Computational Thinking* (CT) merupakan keterampilan dasar yang diperlukan dalam pendidikan abad 21 (Juldial & Haryadi, 2024). *Computational thinking skills* penting diterapkan saat ini agar membantu memahami alam dan sosial serta dapat menyelesaikan masalah di kehidupan sehari-hari dengan menerapkan pengetahuan keilmuannya (Jamalludin *et al.*, 2022).

Computational thinking skills menjadi satu keterampilan yang memudahkan siswa saat memecahkan masalah dengan efektif melalui langkah yang sistematis dan logis (Ansori, 2020). Keterampilan ini memungkinkan siswa memecahkan masalah secara sistematis dan efektif dengan 5 tahap utama yaitu dekomposisi, abstraksi, pengenalan pola, menyusun algoritma, dan generalisasi (Rahman, 2022). Dekomposisi berkaitan dengan keterampilan siswa mengidentifikasi informasi yang tersedia atau telah diketahui dengan informasi yang ditanyakan dari sebuah masalah. Abstraksi merupakan keterampilan siswa untuk menganalisis informasi dengan menghilangkan unsur-unsur yang tidak digunakan pada pemecahan masalah. Pengenalan pola dan berpikir algoritma berkaitan dengan keterampilan berpikir siswa menemukan pola yang sama atau berbeda dan menentukan langkah-langkah untuk merumuskan penyelesaian suatu masalah. Adapun generalisasi untuk menyimpulkan pola dan memperoleh cara efektif menyelesaikan masalah (Jamaluddin *et al.*, 2022).

Pembelajaran dengan menerapkan CT sangat ditekankan di berbagai negara. Indonesia melalui Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia merencanakan CT menjadi salah satu keterampilan yang perlu dikuasai oleh pelajar Indonesia sejak dimasukkannya pada studi PISA (*Programme for International Student Assessment*) tahun 2022 (Yuliana *et al.*, 2021). Adapun di negara maju seperti Jepang dan Cina telah melaksanakan pembelajaran berbasis CT dengan mengintegrasikan dalam kurikulum untuk membekali generasi muda dengan kompetensi dan skill yang relevan dengan kemajuan zaman untuk menjadi pribadi yang mumpuni dan bersaing di dunia global (Sun *et al.*, 2021). Trend pembelajaran berbasis CT hingga saat ini terus meningkat secara. Hal ini perlu dilakukan kajian lebih lanjut dari tren pembelajaran berbasis CT di era pendidikan 5.0. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menganalisis penerapan pembelajaran berbasis CT secara global. Harapannya hasil penelitian ini dapat menambah literatur dari penelitian sebelumnya tentang penerapan CT dalam pembelajaran IPA 5.0. Selain itu, penelitian ini berkontribusi memberi wawasan yang lebih banyak kepada pendidik/guru tentang bagaimana penerapan CT, khususnya dalam pembelajaran IPA dan rencana penerapan CT dalam pembelajaran IPA.

METODE PENELITIAN

Artikel ini menggunakan metode *literature review*. Telaah artikel mencakup pembahasan tentang tren pembelajaran berbasis CT pada kurun waktu 5 tahun terakhir. Artikel yang diidentifikasi berasal dari artikel jurnal internasional yang terbit pada tahun 2020-2024 dari sumber jurnal Scopus, ERIC, dan Springer. Proses pencarian artikel menggunakan kata kunci tentang *computational thinking*, pembelajaran, dan Pendidikan 5.0. Langkah-langkah dalam kajian literatur diawali dengan *identification*, *screening*, *eligibility*, dan *included*. Keseluruhan tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA

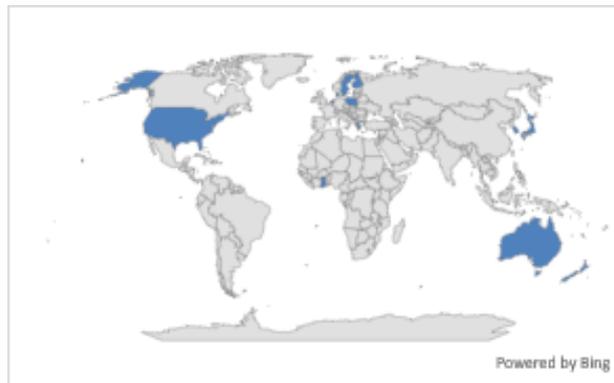
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran di abad ke-21 menekankan pada pelatihan siswa untuk memiliki berbagai keterampilan, salah satunya adalah CT (Barcelos *et al.*, 2018). Pada penelitian ini, studi literatur dilakukan dari jurnal-jurnal internasional yang berkaitan dengan tren pembelajaran berbasis CT. Artikel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 53 artikel dari sumber data ERIC, Springer, dan Scopus yang diterbitkan pada tahun 2020-2024. Berdasarkan hasil studi literatur, ditemukan bahwa pembelajaran berbasis CT telah diterapkan di berbagai negara, dengan level yang berbeda, dan strategi implementasi yang berbeda pula.

Negara yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis Computational Thinking

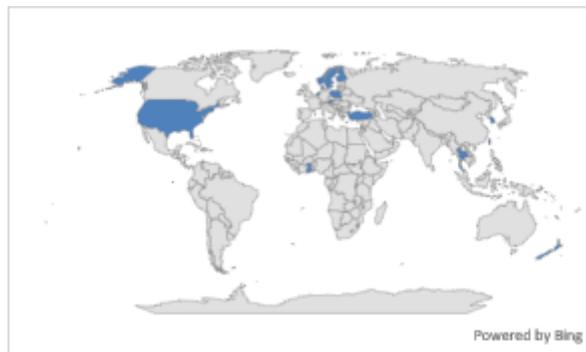
Pembelajaran berbasis CT telah diakui secara global dalam beberapa tahun terakhir (Kampylis *et al.*, 2023). Pembelajaran ini semakin mendapat perhatian seiring dengan tuntutan dalam dunia pendidikan untuk mendorong penguasaan keterampilan, termasuk CT (Rich *et al.*, 2019). Berdasarkan studi literatur, diketahui bahwa terdapat 20 negara yang menerapkan pembelajaran berbasis CT, baik di tingkat sekolah dasar maupun sekolah menengah. Hasil

analisis tersebut juga menggambarkan strategi pengintegrasian CT dalam pembelajaran sesuai dengan kebijakan dan kurikulum yang berlaku di negara tersebut.



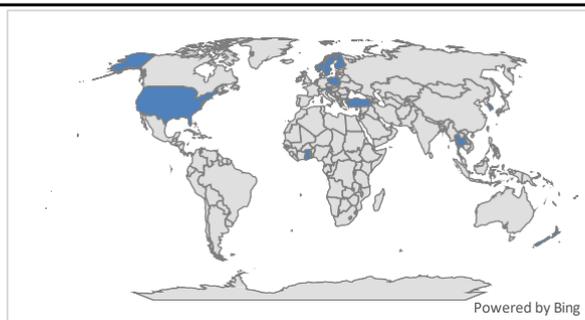
Gambar 2. Negara yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis CT Jenjang Sekolah Dasar (*Primary Schools*)

Berdasarkan Gambar 2, terdapat beberapa negara yang menerapkan pembelajaran berbasis CT di sekolah dasar. Negara-negara tersebut antara lain Korea Selatan, Hong Kong, Jepang, Australia, Polandia, Belanda, Finlandia, Swedia, Amerika Serikat, Singapura, Selandia Baru, Ghana, Denmark, dan Yunani. Penerapan pembelajaran berbasis CT diintegrasikan dalam berbagai disiplin ilmu. Analisis artikel jurnal menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis CT paling sering diterapkan di tingkat sekolah dasar.



Gambar 3. Negara yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis CT Jenjang Sekolah Menengah Pertama (*Secondary Schools*)

Negara-negara yang menerapkan pembelajaran berbasis CT di tingkat SMP antara lain Korea Selatan, Taiwan, Austria, Polandia, Belanda, Finlandia, Swedia, Amerika Serikat, Singapura, Selandia Baru, Ghana, Turki, Thailand, Denmark, dan Norwegia. Beberapa negara yang menerapkan CT di tingkat sekolah dasar juga menerapkannya di tingkat sekolah menengah pertama dengan mengintegrasikan disiplin ilmu lain seperti pemrograman, sains, matematika, dan lain-lain.



Gambar 4. Negara-negara yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis CT di Tingkat Sekolah Menengah Atas (*High Schools*)

Sementara itu, negara-negara yang menerapkan pembelajaran berbasis CT di tingkat SMA antara lain Korea Selatan, Taiwan, Polandia, Swedia, Turki, Afrika Selatan, dan Norwegia. Strategi penerapan pembelajaran berbasis CT di setiap negara berbeda-beda. Beberapa di antaranya adalah dengan memanfaatkan TIK, seperti Artificial Intelligence, proyek pemrograman, dan kelas coding.

Pendidikan di Jepang, pembelajaran CT diterapkan di sekolah-sekolah menengah (Prahmana *et al.*, 2024). Korea Selatan dan Thailand merupakan salah satu negara yang sangat fokus pada penerapan teknologi dalam pendidikan, termasuk pembelajaran berbasis kecerdasan buatan (artificial intelligence/AI) (Katchapakirin *et al.*, 2022). Mereka menerapkan pendekatan ini untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir komputasional di berbagai tingkat pendidikan, mulai dari sekolah dasar hingga universitas (So *et al.*, 2020). Sejak diterbitkannya kurikulum yang direvisi oleh Republik Korea mulai tahun 2022, Korea dan Thailand mulai mengintegrasikan pemrograman komputer dan kecerdasan buatan ke dalam kurikulum sekolah dasar dan menengah. Pemerintah merancang pelajaran yang melibatkan siswa dalam proyek-proyek yang menantang untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam CT, seperti memecahkan masalah menggunakan algoritma, pemrograman, dan AI. Sekolah-sekolah menggunakan platform berbasis AI yang membantu siswa belajar dengan cara yang lebih personal. Misalnya, aplikasi AI yang dapat menganalisis kemampuan individu siswa dan memberikan saran pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa.

Pembelajaran berbasis proyek di tingkat sekolah menengah sering kali melibatkan penggunaan AI untuk memecahkan masalah dunia nyata. Proyek-proyek semacam itu mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan CT karena mereka tidak hanya belajar teori, tetapi juga menerapkannya dalam konteks nyata pemecahan masalah dengan langkah-langkah yang sistematis dan logis. Pembelajaran berbasis CT diimplementasikan dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu seperti matematika, sains, seni, dan berbagai mata pelajaran lainnya. Di tingkat perguruan tinggi, negara ini telah memfokuskan banyak universitas untuk menawarkan program khusus di bidang AI, pemrograman, dan ilmu data. Program-program ini tidak hanya mencakup aspek teknis seperti algoritma dan pemrograman, tetapi juga mengajarkan keterampilan pemecahan masalah untuk meningkatkan keterampilan CT.

Negara Taiwan menerapkan kurikulum untuk mempromosikan keterampilan berpikir komputasi dan membangun literasi teknologi informasi dan komunikasi pada tahun 2019. Kurikulum tersebut menguraikan komponen CT yang diintegrasikan ke dalam kurikulum sekolah. Topik-topiknya meliputi konsep CT, literasi, serta konsep lanjutan. Kurikulum ini diimplementasikan di tingkat sekolah menengah selama 1 jam untuk kelas 7 hingga 9 dan sekolah menengah atas selama 2 jam untuk kelas 10 hingga 12 setiap minggunya. Sementara di Austria, konsep CT diintegrasikan dalam mata pelajaran informatika di sekolah menengah.

Siswa diharapkan mempelajari dasar-dasar algoritma, prinsip-prinsip pengoperasian mesin, dan pemrograman (Hörmann *et al.*, 2023).

TIK dan Media diintegrasikan di seluruh mata pelajaran di pendidikan dasar dan menengah ke bawah (Li *et al.*, 2020). TI dan Media mencakup keterampilan seperti pemecahan masalah dan pemikiran logis, tetapi tidak semua karakter utama CT. *Coding Class* adalah proyek yang melibatkan Asosiasi Industri TI Denmark, enam kotamadya, Kementerian Pendidikan, dan organisasi non-pemerintah Coding Pirates yang bekerja sama untuk memperkenalkan pemikiran komputasi ke sekolah-sekolah dasar dan sekolah tinggi pendidikan guru di Denmark. Tujuan dari *Coding Class* adalah untuk membuat anak-anak menggunakan TI sehingga mereka mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang dunia yang mengelilingi mereka, sekarang dan di masa depan. *Coding Class* juga berusaha untuk menempatkan pendidikan TI dalam agenda para politisi sehingga menjadi bagian reguler dari kurikulum sekolah dasar.

Proyek coding ini menyediakan kelas dengan instruktur kelas coding yang, pada tahun pertama, mengajarkan anak-anak berpikir komputasi dalam kolaborasi yang erat dengan para guru. Tujuannya adalah agar sekolah dan pemerintah kota dapat menyelenggarakan kelas-kelas semacam itu sendiri di tahun kedua. Kelas Coding berlangsung selama satu tahun: Siswa kelas 6 diperkenalkan pada pemikiran aljabar dan abstrak, struktur logika dan pemecahan masalah, serta pemrograman. Di Denmark, mata pelajaran pilihan 'Memahami Teknologi' memosisikan siswa sebagai produsen yang kreatif dan inovatif, menumbuhkan kemampuan mereka untuk merancang dan mengimplementasikan produk digital. Siswa juga diharuskan untuk mempertimbangkan kepentingan sosial dari produk digital.

Negara lain seperti Turki dan Norwegia, terdapat mata kuliah yang disebut 'Pemrograman Pilihan' menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir algoritmik. Mata pelajaran ini terutama membahas langkah-langkah yang terlibat dalam memecahkan masalah dengan pemrograman (Usta & Düzalan, 2021; Rajapakse Mohottige *et al.*, 2024). Pemodelan fenomena dalam matematika dan ilmu pengetahuan alam adalah bagian utama dari hal ini. Siswa diharapkan untuk mengembangkan program mereka sendiri menggunakan bahasa pemrograman yang berbeda. Fokus utama di sini adalah menangani kompleksitas yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah, dan pilihan bahasa pemrograman yang sesuai Alkis (Küçükaydin & Akkanat, 2022).

Di Finlandia dan Swedia, di mana proses pengambilan keputusan telah selesai dan kurikulum yang diperbarui telah tersedia, CT dan Pemrograman dimasukkan sebagai bagian dari kompetensi digital serta bagian dari tujuan untuk mata pelajaran tertentu (Niemelä *et al.*, 2021). Di Finlandia dan Swedia, CT dan Pemrograman diperkenalkan di ISCED 1 dan ISCED 2. Karena CT dan Pemrograman merupakan bagian dari definisi kompetensi digital yang telah direvisi, maka semua mata pelajaran dilibatkan (Piedade & Dorotea, 2022). CT dan Pemrograman juga ditempatkan dalam mata pelajaran yang ada dimana tujuan spesifik dan terkadang kriteria penilaian ditentukan. Sementara keterampilan berpikir komputasi di Amerika Serikat diterapkan di kelas K-8 dengan menggunakan pemrograman (Martínez *et al.*, 2020). Scratch telah digunakan oleh siswa untuk membuat cerita animasi dan laporan yang memenuhi tugas kelas di berbagai bidang studi di kelas K-8.

Di Norwegia dan Denmark, istilah pemrograman memiliki cakupan yang sangat luas, termasuk konsep-konsep utama CT (pemodelan, abstraksi, debugging), serta kewarganegaraan digital. Di Norwegia, mata pelajaran percontohan 'Pemrograman Pilihan' menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir algoritmik. Mata pelajaran ini terutama membahas langkah-langkah yang terlibat dalam memecahkan masalah dengan pemrograman. Pemodelan fenomena dalam matematika dan ilmu pengetahuan alam adalah bagian utama dari hal ini. Siswa diharapkan untuk mengembangkan program mereka sendiri menggunakan bahasa

pemrograman yang berbeda. Fokus utama di sini adalah menangani kompleksitas yang diperlukan dalam memecahkan masalah, dan pilihan bahasa pemrograman yang tepat. Di Denmark, mata pelajaran pilihan ‘Memahami Teknologi’ memposisikan siswa sebagai produsen yang kreatif dan inovatif, mengembangkan kemampuan mereka untuk merancang dan mengimplementasikan produk digital. Siswa juga diharuskan untuk mempertimbangkan kepentingan sosial dari produk digital. Mata pelajaran ini secara eksplisit terhubung dengan matematika, ilmu pengetahuan alam, humaniora dan seni.

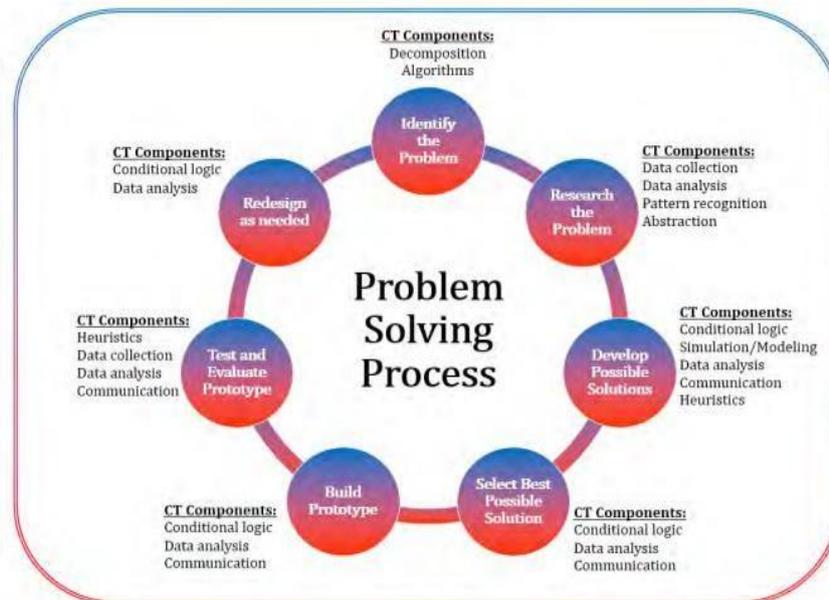
Pembelajaran berbasis CT di Singapura memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan minat mereka dalam pemrograman dan keterampilan komputasi melalui kegiatan yang dapat disentuh pada usia yang berbeda (Seow *et al.*, 2020). Keterampilan komputasi dan CT yang diperkenalkan kepada anak-anak sesuai dengan usia mereka dan dapat melibatkan mereka dalam pembelajaran. Anak-anak kemudian dapat mengembangkan minat dan keterampilan secara progresif, yang mengarahkan mereka untuk memilih Komputasi sebagai mata pelajaran di tingkat ‘O’. Bagian berikut ini menjelaskan karakteristik dari pendekatan tersebut. Pendidikan di Singapura memungkinkan siswa untuk memilih berpartisipasi dalam Ekosistem Pembelajaran untuk Komputasi, yang terdiri dari program pendidikan informal seperti Code for Fun, Kegiatan Kurikuler Inti (CCA) yang berhubungan dengan komputasi seperti klub Komputer dan Robotika, dan Program Pembelajaran Terapan (ALP) yang berbasis komputer.

Kurikulum inti dari sistem pendidikan di Polandia saat ini menggabungkan dua pendekatan: sebagai mata pelajaran terpisah yang wajib di K-12; sebagai mata pelajaran lintas kurikulum yang disarankan; dan pendekatan terintegrasi dalam mata pelajaran lain. Struktur kurikulumnya meliputi (1) Pemahaman dan analisis masalah berdasarkan pemikiran logis dan abstrak, pemikiran algoritmik, dan representasi informasi; (2) Pemrograman dan pemecahan masalah menggunakan komputer dan perangkat digital lainnya—merancang algoritme dan program, mengatur, mencari dan berbagi informasi, menggunakan aplikasi komputer. Komputasi merupakan area pembelajaran khusus dalam Kurikulum Australia yang baru diluncurkan pada tahun 2015 (Stoilescu, 2020). Dalam kurikulum ini, Teknologi Digital dibahas sebagai sebuah disiplin ilmu (wajib di K-10), di mana tindakan dan interaksi manusia dan komputer sama pentingnya dengan pengetahuan dan keterampilan khusus yang dibutuhkan untuk berpikir secara komputasi (Lloyd & Chandra, 2020). Mata pelajaran lain, Desain dan Teknologi, melengkapi instruksi tentang topik tersebut. Kedua mata pelajaran tersebut memberikan kesempatan bagi siswa untuk menciptakan solusi, mengembangkan berbagai keterampilan berpikir (termasuk berpikir sistem, berpikir desain, dan CT), mempelajari cara mengelola proyek, dan mempertimbangkan bagaimana solusi yang dibuat sekarang akan digunakan di masa depan. Kurikulum ini terutama berpusat pada pemecahan masalah dan algoritma. Di Ghana, CT diterapkan di sekolah dasar dan sekolah menengah (Tsevi *et al.*, 2024).

Potensi Penerapan Pembelajaran Berbasis Berpikir Komputasional dalam Mata Pelajaran Sains

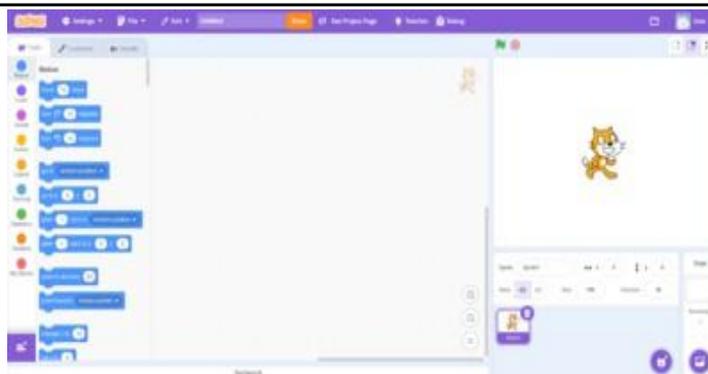
Berdasarkan hasil analisis melalui studi literatur, diketahui bahwa pembelajaran berbasis CT dengan mengintegrasikan disiplin ilmu sains belum banyak diterapkan dan dipublikasikan pada jurnal yang ditargetkan. Padahal, penerapan CT dalam pembelajaran sains berpotensi untuk meningkatkan pemahaman, penguasaan konsep, keterampilan, dan sikap ilmiah siswa sehingga berpengaruh terhadap hasil belajarnya (Huda & Rohaeti, 2024; Ogegbo & Ramnarain, 2022). Pentingnya penguasaan keterampilan CT dalam kehidupan saat ini mendorong integrasi berbagai disiplin ilmu dengan CT (Hurt *et al.*, 2023). Misalnya dengan menerapkan pembelajaran berbasis CT STEM. Dalam implementasinya pada mata pelajaran sains, proses pembelajarannya memadukan disiplin ilmu Science, Technology, Engineering,

and Mathematics dengan CT sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa (Lee *et al.*, 2020). Implementasi pembelajaran sains berbasis CT STEM dapat didukung dengan model pembelajaran yang sesuai seperti *problem-based learning* (PBL), *project-based learning* (PjBL), inquiry learning, dan berbagai model lainnya. Pembelajaran sains dilakukan sesuai dengan sintaks model tersebut dan mengintegrasikannya dengan indikator CT dan aspek STEM. Pada Gambar 5, terdapat diagram tahapan pembelajaran berbasis CT STEM dengan model PBL (Mukhibin *et al.*, 2024).



Gambar 5. Sintaks model PBL berbasis CT STEM Sintaks model PBL berbasis CT STEM

Menurut Palts & Pedaste (2020), penerapan pembelajaran sains berbasis CT dapat meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari sesuai dengan indikatornya. Beberapa indikator kemampuan berpikir komputasional antara lain dekomposisi, abstraksi, berpikir algoritma, dan generalisasi (Dúo-Terrón, 2023). Berdasarkan studi literatur, diketahui bahwa penerapan pembelajaran berbasis CT dapat dilakukan dengan bahasa pemrograman, termasuk dalam disiplin ilmu sains. Scratch merupakan salah satu bahasa pemrograman yang sering digunakan di sekolah dasar dan menengah. Scratch menggunakan blok-blok pemrograman yang dapat disusun seperti puzzle (Jiang & Li, 2021). Siswa dapat membuat berbagai proyek berupa simulasi, animasi, game edukasi, dan berbagai proyek lainnya untuk memvisualisasikan konsep sains sehingga tercipta pemahaman yang lebih mendalam. Melalui pembelajaran sains berbantuan Scratch dapat meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa karena dapat melatih proses berpikir secara sistematis dan logis. Hal ini dikarenakan Scratch mendorong proses berpikir yang sesuai dengan indikator berpikir komputasional.



Gambar 6. Tampilan Scratch

Pada tahap dekomposisi, pembelajaran sains berbasis CT mengajarkan siswa untuk memecah masalah yang besar (misalnya fenomena alam atau eksperimen sains) menjadi komponen-komponen yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. Dengan cara ini, siswa dapat melihat bagaimana elemen-elemen yang lebih kecil dalam suatu sistem berinteraksi dan membentuk pola yang lebih besar. Melalui pembelajaran komputasi, siswa dapat memahami bagaimana perubahan pada satu komponen dapat mempengaruhi komponen lainnya. Kemudian siswa dilatih untuk menemukan pola dan mengabaikan detail yang tidak relevan (abstraksi). Hal ini membantu siswa memahami hubungan antara konsep-konsep yang lebih luas tanpa terganggu oleh kerumitan detail teknis yang tidak penting. Dengan berpikir dalam pola yang lebih umum, siswa dapat menghubungkan konsep-konsep yang tampaknya terpisah. Selanjutnya, pada tahap berpikir algoritmik, pembelajaran sains berbasis CT mengajarkan siswa untuk membuat langkah-langkah sistematis dalam memecahkan masalah. Hal ini melatih siswa untuk menggunakan algoritma dalam menganalisis data eksperimen atau fenomena sains yang kompleks. Pada tahap terakhir, siswa dapat membuat kesimpulan dan menemukan solusi dari suatu permasalahan (Lee *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2020).

Pembelajaran sains berbasis CT dapat meningkatkan hasil belajar siswa karena mengintegrasikan keterampilan berpikir komputasional dalam memecahkan masalah dalam sains (Mensan *et al.*, 2020; Lapawi & Husnin, 2020; Dağ, *et al.*, 2023). Pemikiran komputasi melatih siswa untuk berpikir secara logis dan terstruktur. Hal ini sangat penting dalam sains karena banyak konsep dalam sains yang melibatkan analisis data, eksperimen, atau prediksi berdasarkan pola yang ada. Dengan berpikir kritis dan terorganisir, siswa dapat menganalisis eksperimen atau fenomena alam dengan cara yang lebih sistematis dan akurat (Liu, 2023). Selain itu, pembelajaran sains berbasis computational thinking dapat membantu memahami proses dan konsep sains secara mendalam. Dalam pembelajaran berbasis CT, siswa tidak hanya mempelajari teori sains, tetapi juga terlibat dalam simulasi atau model komputasi yang memungkinkan mereka untuk melihat bagaimana fenomena sains bekerja di dunia nyata (Wulandari *et al.*, 2024). Misalnya, dengan menggunakan perangkat lunak simulasi, siswa dapat mengamati reaksi kimia, pergerakan partikel, atau interaksi ekologi dengan cara yang lebih visual dan interaktif. Hal ini memudahkan pemahaman dan membuat konsep yang abstrak menjadi lebih konkret. Pembelajaran berbasis pemikiran komputasi juga mendorong kolaborasi antar siswa karena siswa sering bekerja dalam kelompok untuk memecahkan masalah atau membangun model komputasi bersama (Irons & Hartnett, 2020). Hal ini menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan kreatif di mana siswa tidak hanya belajar secara individu, tetapi juga berbagi ide, pengalaman, dan pemahaman (Kaup *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur, diketahui bahwa terdapat 20 negara yang menerapkan pembelajaran berbasis CT, baik di sekolah dasar maupun sekolah menengah. Hasil analisis dari

artikel-artikel jurnal menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis CT lebih banyak diterapkan di sekolah dasar. Strategi penerapan pembelajaran berbasis CT di setiap negara berbeda-beda tergantung pada kebijakan dan kurikulum yang digunakan. Meskipun banyak negara yang telah menerapkan pembelajaran berbasis CT, namun belum banyak artikel jurnal yang menyajikan hasil penelitian terkait penerapan pembelajaran berbasis CT yang diintegrasikan dengan sains. Oleh karena itu, penulis memberikan gambaran mengenai potensi dan strategi implementasi pembelajaran berbasis CT pada mata pelajaran sains yang dapat dikaji lebih dalam pada penelitian selanjutnya. Hal ini berpotensi untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains di era pendidikan 5.0 agar dapat menghasilkan generasi yang memiliki kompetensi, keterampilan, dan sikap yang baik sehingga dapat bersaing di tingkat global.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkis Küçükaydin, M., & Akkanat, Ç. (2022). Adaptation into Turkish of the Computational Thinking Test for Primary School Students. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(6), 765-776.
- Ansori, M. (2020). Pemikiran Komputasi (Computational Thinking) dalam Pemecahan Masalah. *Dirasah: Jurnal Studi Ilmu dan Manajemen Pendidikan Islam*, 3(1), 111-126.
- Barcelos, T. S., Muñoz-Soto, R., Villarroel, R., Merino, E., & Silveira, I. F. (2018). Mathematics Learning through Computational Thinking Activities: A Systematic Literature Review. *J. Univers. Comput. Sci.*, 24(7), 815-845.
- Dúo-Terrón, P. (2023). Analysis of scratch software in scientific production for 20 years: programming in education to develop computational thinking and steam disciplines. *Education Sciences*, 13(4), 404.
- Hörmann, C., Schmidthaler, E., & Sabitzer, B. (2023). Introducing Digital Education as a Mandatory Subject: The Struggle of the Implementation of a New Curriculum in Austria. In *CSEDU* (2), 213-220.
- Huda, N., & Rohaeti, E. (2024). Computational Thinking Skill Level of Senior High School Students Majoring in Natural Science. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(1), 339-359.
- Hurt, T., Greenwald, E., Allan, S., Cannady, M. A., Krakowski, A., Brodsky, L., ... & Dorph, R. (2023). The computational thinking for science (CT-S) framework: Operationalizing CT-S for K–12 science education researchers and educators. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 1.
- Irons, J., & Hartnett, M. (2020). Computational thinking in junior classrooms in New Zealand. *Journal of Open, Flexible and Distance Learning*, 24(2), 28-42.
- Jamalludin, J., Muddakir, I., & Wahyuni, S. (2022). Analisis Keterampilan Berpikir Komputasi Peserta Didik SMP Berbasis Pondok Pesantren pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 265-269.
- Jiang, B., & Li, Z. (2021). Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students. *Journal of Computers in Education*, 8(4), 505-525.
- Juldial, T. U. H., & Haryadi, R. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Komputasional dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 136-144.
- Kampylis, P., Dagienė, V., Bocconi, S., Chiocciariello, A., Engelhardt, K., Stupurienė, G., ... & Earp, J. (2023). Integrating Computational Thinking into Primary and Lower Secondary Education. *Educational Technology & Society*, 26(2), 99-117.
- Katchapakirin, K., Anutariya, C., & Supnithi, T. (2022). ScratchThAI: A conversation-based learning support framework for computational thinking development. *Education and Information Technologies*, 27(6), 8533-8560.

- Kaup, C. F., Pedersen, P. L., & Tvedebrink, T. (2023). Integrating computational thinking to enhance students' mathematical understanding. *Journal of Pedagogical Research*, 7(2), 127-142.
- Lapawi, N., & Husnin, H. (2020). The effect of computational thinking module on achievement in science on thinking modules on achievement in science. *Science Education International*, 31(2), 164-171.
- Lee, I., Grover, S., Martin, F., Pillai, S., & Malyn-Smith, J. (2020). Computational thinking from a disciplinary perspective: Integrating computational thinking in K-12 science, technology, engineering, and mathematics education. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 1-8.
- Lee, I., & Malyn-Smith, J. (2020). Computational thinking integration patterns along the framework defining computational thinking from a disciplinary perspective. *Journal of science education and technology*, 29(1), 9-18.
- Lee, I., Martin, F., & Apone, K. (2014). Integrating computational thinking across the K-8 curriculum. *Acm Inroads*, 5(4), 64- 71.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). On Computational Thinking and STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 3, 147-166.
- Liu, Z. L. (2023). Integrating computational thinking into K-12 education: Bridging the gap between theories and practices. *STEM Education Review*, 1(14), 1-10.
- Lloyd, M., & Chandra, V. (2020). Teaching coding and computational thinking in primary classrooms: Perceptions of Australian preservice teachers. *Curriculum Perspectives*, 40(2), 189-201.
- Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez- López, J. M. (2020). Computational Thinking and Mathematics Using Scratch: An Experiment with Sixth-Grade Students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316-327.
- Mensan, T., Osman, K., & Majid, N. A. A. (2020). Development and validation of unplugged activity of computational thinking in science module to integrate computational thinking in primary science education. *Science Education International*, 31(2), 142-149.
- Mukhibin, A., Herman, T., Aulia, L. S., & Firdaus, H. (2024). Integrating Computational Thinking in STEM Learning: An Effort to Improve Students' Problem-Solving Skills. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 49-62.
- Niemelä, P., Pears, A., Dagienė, V., & Laanpere, M. (2021). Computational thinking— Forces shaping curriculum and policy in Finland, Sweden and the Baltic countries. In *Open Conference on Computers in Education* (pp. 131-143). Cham: Springer International Publishing.
- Ogegbo, A. A., & Ramnarain, U. (2022). A systematic review of computational thinking in science classrooms. *Studies in Science Education*, 58(2), 203-230.
- Palts, T., Pedaste, M. (2020). A Model for Developing Computational Thinking Skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113-128.
- Piedade, J., & Dorotea, N. (2022). Effects of Scratch- Based Activities on 4th Grade Students' Computational Thinking Skills. *Informatics in Education*.
- Prahmana, R. C. I., Kusaka, S., Peni, N. R. N., Endo, H., Azhari, A., & Tanikawa, K. (2024). Cross-cultural insights on computational thinking in geometry: Indonesian and Japanese students' perspectives. *Journal on Mathematics Education*, 15(2), 613-638.
- Rahman, A. A. (2022). Integrasi Computational Thinking dalam Model EDP STEM untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(2), 575-590.

-
- Rajakakse Mohottige, N. U. S., Bjerke, A. H., & Andersen, R. (2024). Teacher education as stakeholder: teacher educator perspectives on the integration of computational thinking into mathematics and science courses. *Teachers and Teaching*, 1-15.
- Rich, P. J., Egan, G., & Ellsworth, J. (2019). A Framework for Decomposition in Computational Thinkng. *In Proceedings of The 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 416- 421.
- Seow, P., Looi, C. K., How, M. L., Wadhwa, B., & Wu, L. K. (2020). Educational policy and implementation of computational thinking and programming: Case study of Singapore. *Computational thinking education*, 345-361.
- So, H. J., Jong, M. S. Y., & Liu, C. C. (2020). Computational thinking education in the Asian Pacific region. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29, 1-8.
- Stoilescu, D. (2020). Exploring the Introduction of Computational Thinking in STEM Education in Australian Schools. *Southeast Asian Mathematics Education Journal*, 9(1), 17-24.
- Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2021). Improving 7th- Graders' Computational Thinking Skills Through Unplugged Programming Activities: A Study on the Influence of Multiple Factors. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100926.