Mathematical and Data Analytics,
Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

Singular Spectrum Analysis (SSA) sebagai Kerangka Pembelajaran Berbasis Data untuk Mengembangkan Berpikir Komputasi Siswa

Maulana Hasan[1], yahfizham[2],
[1,2)] Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Maulamahasan2004@gmail.com[1)], yahfizham@uinsu.ac.id

Histori Naskah:
Diajukan: 12-05-2025
Disetujui: 20-05-2025
Publikasi: 06-06-2025

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital dan meningkatnya pemanfaatan data menuntut pengembangan berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini bertujuan memetakan Singular Spectrum Analysis (SSA) sebagai kerangka konseptual untuk mengembangkan berpikir komputasi siswa. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif melalui mini systematic literature review terhadap sembilan artikel relevan yang membahas SSA dan computational thinking. Sintesis tematik menunjukkan bahwa SSA memiliki kesesuaian konseptual dengan komponen berpikir komputasi, yakni dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma, sehingga memungkinkan siswa melakukan analisis dan interpretasi data secara sistematis. Hasil penelitian ini menawarkan model konseptual pembelajaran matematika berbasis data yang dapat menjadi dasar penelitian empiris selanjutnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasi dan literasi data siswa.

Kata kunci: *Berpikir Komputasi, Pendidikan Matematika, Singular Spectrum Analysis, Pembelajaran Berbasis Data, Mini Systematic Literature Review.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dan meningkatnya pemanfaatan data dalam berbagai aspek kehidupan menuntut dunia pendidikan untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik. Salah satu kompetensi kunci abad ke-21 yang mendapat perhatian luas adalah berpikir komputasi (computational thinking), yaitu kemampuan untuk memformulasikan masalah, mengorganisasi dan menganalisis data, serta merancang solusi secara sistematis dan logis (M. Wing, 2006). Dalam konteks pendidikan matematika, berpikir komputasi memiliki keterkaitan erat dengan penalaran matematis, pemodelan, dan pemecahan masalah berbasis data.

Sejumlah kajian literatur terbaru menunjukkan bahwa integrasi berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika telah menjadi tren penelitian yang berkembang pesat dalam lima tahun terakhir. Tinjauan sistematis yang dilakukan oleh (Rosadi et al., 2025), (Fitriyah et al., 2024), dan (Fauzi et al., 2024) menunjukkan bahwa berpikir komputasi mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, penalaran logis, dan pemahaman konsep matematika siswa. Namun demikian, mayoritas implementasi berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika masih berfokus pada pendekatan berbasis pemrograman, algoritma formal, atau penggunaan perangkat lunak komputasi.

Pendekatan tersebut, meskipun efektif dalam konteks tertentu, berpotensi menimbulkan kendala baru bagi siswa yang belum memiliki kesiapan keterampilan teknis pemrograman. Akibatnya, pengembangan berpikir komputasi sering kali terlepas dari aktivitas matematis

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

berbasis data yang lebih kontekstual dan dekat dengan fenomena nyata (Fitriyah et al., 2024). Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam menafsirkan data, mengenali pola, dan menerapkan konsep matematika dalam situasi autentik, sebagaimana tercermin dalam hasil Programme for International Student Assessment (PISA) yang menunjukkan lemahnya literasi matematika berbasis data pada siswa Indonesia (OECD, 2024).

Salah satu pendekatan alternatif yang berpotensi menjembatani kesenjangan tersebut adalah pemanfaatan metode analisis data berbasis komputasi dalam pembelajaran matematika. Singular Spectrum Analysis (SSA) merupakan metode non-parametrik dalam analisis deret waktu yang digunakan untuk mendekomposisi data menjadi komponen tren, pola periodik, dan gangguan (*noise*) tanpa memerlukan asumsi model statistik yang ketat (Paris et al., 2025). Proses SSA melibatkan tahapan dekomposisi, rekonstruksi, dan interpretasi data yang secara konseptual selaras dengan aktivitas berpikir matematis tingkat tinggi.

Berbagai penelitian mutakhir menunjukkan bahwa SSA efektif dalam mengenali pola tersembunyi dan menyaring informasi penting dari data yang kompleks dan tidak stasioner (Grover & Pea, 2013). Pengembangan SSA dalam bentuk Generalized Singular Spectrum Analysis (GSSA) bahkan memungkinkan analisis data yang bersifat adaptif terhadap perubahan karakteristik sinyal, sehingga memperluas fleksibilitas dan daya aplikasinya (Paris et al., 2025). Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut hampir seluruhnya berorientasi pada aspek teknis dan performa algoritmik, dengan penekanan pada akurasi dan efisiensi komputasi.

Di sisi lain, kajian berpikir komputasi dalam pendidikan matematika termasuk tinjauan sistematis terbaru belum secara spesifik mengkaji pemanfaatan metode analisis data lanjutan seperti SSA sebagai kerangka pembelajaran (Rosadi et al., 2025; (Fauzi et al., 2024). Dengan kata lain, terdapat kesenjangan penelitian antara perkembangan metode analisis data berbasis komputasi dan penerapannya secara konseptual dalam pembelajaran matematika untuk mengembangkan berpikir komputasi siswa.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada upaya memposisikan ulang Singular Spectrum Analysis (SSA) dari metode teknis analisis deret waktu menjadi kerangka konseptual pembelajaran matematika berbasis data. Penelitian ini secara sistematis memetakan tahapan-tahapan dalam SSA dekomposisi, rekonstruksi, dan interpretasi ke dalam komponen utama berpikir komputasi, yaitu dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis berupa model konseptual yang menjembatani analisis data dan pengembangan berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika, serta menjadi landasan bagi penelitian empiris dan pengembangan desain pembelajaran di masa mendatang.

METOODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode mini systematic literature review (mini-SLR). Pendekatan ini dipilih untuk menelaah dan mensintesis secara sistematis temuan-temuan penelitian terkait Singular Spectrum Analysis (SSA) dan relevansinya dalam pengembangan berpikir komputasi pada pembelajaran matematika. Mini-SLR digunakan karena penelitian ini tidak bertujuan untuk melakukan meta-analisis kuantitatif, melainkan membangun kerangka konseptual berbasis sintesis literatur yang relevan dan mutakhir.

Sumber Data dan Strategi Pencarian Literatur

Sumber data penelitian berupa artikel jurnal dan prosiding ilmiah yang diperoleh dari basis data akademik bereputasi, meliputi Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, dan Portal SINTA. Proses pencarian literatur dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci sebagai berikut:

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

"Singular Spectrum Analysis", *"computational thinking"*, *"mathematics education"*, dan *"data-driven learning"*.
Pencarian dibatasi pada publikasi yang terbit dalam rentang tahun 2020–2025 untuk memastikan keterkinian (state of the art) kajian.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Untuk menjamin kualitas dan relevansi literatur yang dianalisis, penelitian ini menetapkan kriteria sebagai berikut:

- Kriteria inklusi:

Artikel dipublikasikan pada jurnal atau prosiding ilmiah yang memiliki kredibilitas akademik.
Artikel membahas Singular Spectrum Analysis (SSA) atau pengembangannya (misalnya GSSA), atau kajian tentang berpikir komputasi dalam pendidikan matematika.
Artikel tersedia dalam full text dan dapat diakses secara legal.
Artikel memiliki implikasi konseptual atau metodologis yang relevan dengan pembelajaran matematika.

- Kriteria eksklusi:

Artikel yang hanya berfokus pada aspek teknis SSA tanpa relevansi konseptual terhadap pembelajaran.
Publikasi berupa opini, editorial, atau ringkasan tanpa metode ilmiah yang jelas.
Artikel duplikat atau tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap.

Prosedur Seleksi Literatur

Proses seleksi literatur dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu identifikasi, penyaringan (screening), kelayakan (eligibility), dan inklusi. Pada tahap awal, seluruh artikel yang diperoleh dari hasil pencarian dikumpulkan dan disaring berdasarkan judul serta abstrak. Artikel yang memenuhi kriteria awal kemudian dibaca secara menyeluruh untuk menilai kesesuaian isi dengan tujuan penelitian. Dari proses tersebut, diperoleh lima artikel utama yang dianalisis secara mendalam sebagai basis sintesis konseptual.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis isi (content analysis) dengan pendekatan sintesis tematik. Setiap artikel yang terinklusi dianalisis untuk mengidentifikasi:

(1) karakteristik dan tahapan SSA,
(2) temuan utama penelitian, serta
(3) potensi keterkaitannya dengan komponen berpikir komputasi, yaitu dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma.

Selanjutnya, dilakukan proses pemetaan konseptual dengan mengaitkan tahapan-tahapan SSA (dekomposisi, rekonstruksi, dan interpretasi) terhadap komponen berpikir komputasi. Hasil pemetaan ini kemudian disintesis untuk membangun kerangka konseptual SSA sebagai pendekatan pembelajaran matematika berbasis data.

Keabsahan dan Kredibilitas Data

Untuk meningkatkan keabsahan kajian, penelitian ini menggunakan strategi triangulasi sumber, yaitu membandingkan temuan dari berbagai artikel dan basis data. Selain itu, hanya artikel dengan reputasi akademik dan akses full text yang digunakan, sehingga menjamin kredibilitas dan transparansi sumber data.

Mathematical and Data Analytics,
Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Proses seleksi literatur dalam penelitian ini mengikuti alur *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Dari 32 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, sebanyak 9 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara mendalam.



Gambar. 1 Diagram PRISMA

Berdasarkan proses seleksi literatur, diperoleh sembilan artikel yang dianalisis secara mendalam. Artikel-artikel tersebut mencakup kajian teoretis, systematic literature review, serta analisis bibliometrik terkait computational thinking dan Singular Spectrum Analysis. Ringkasan fokus dan kontribusi masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Tabel.1 Artikel Terinklusi

No	Judul Artikel	Tahun	Fokus Penelitian	Kontribusi Utama terhadap Penelitian Ini
1	*Computational Thinking*	2006	Konseptualisasi berpikir komputasi	Landasan teoretis utama definisi dan komponen berpikir komputasi.
2	*Singular Spectrum Analysis: A New Tool in Time Series Analysis*	2001	Metodologi SSA	Menyediakan kerangka dasar SSA (dekomposisi, rekonstruksi, interpretasi).
3	*Singular Spectrum Analysis: Methodology and Comparison*	2007	Metodologi dan fleksibilitas SSA	Memperkuat SSA sebagai metode non-parametrik untuk analisis data kompleks.
4	*Computational Thinking in Mathematics Education: A Systematic Literature Review*	2024	SLR CT dalam pendidikan matematika	Menunjukkan dominasi pendekatan pemrograman dalam CT matematika dan

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

				keterbatasan pendekatan berbasis data.
5	*Recent Advances in Singular Spectrum Analysis and Its Applications*	2024	Pengembangan mutakhir SSA/GSSA	Menunjukkan perkembangan SSA terkini, namun belum dikaitkan dengan pembelajaran matematika.
6	*Computational Thinking in Mathematics Learning: Exploring Technology, Role, and Components*	2025	Tinjauan sistematis CT dalam pembelajaran matematika	Mengidentifikasi peran teknologi dan komponen CT, namun belum mengaitkan CT dengan metode analisis data seperti SSA.
7	*Computational Thinking Skills in Mathematics Problem-Solving*	2024	SLR CT dalam pemecahan masalah matematika	Menunjukkan hubungan CT dengan problem solving, tetapi masih berbasis strategi umum tanpa pendekatan analisis data kuantitatif.
8	*Mapping the Integration of Computational Thinking in Mathematics Education: A Scopus-Based Bibliometric Analysis*	2025	Analisis bibliometrik CT (Scopus 2015–2025)	Memetakan tren global CT dalam pendidikan matematika dan mengonfirmasi minimnya integrasi metode analisis data lanjutan.
9	*Tren Computational Thinking in Mathematics Education: A Global Bibliometric Analysis (2016–2025)*	2025	Analisis bibliometrik global CT	Memberikan gambaran perkembangan global CT dan menguatkan gap konseptual terkait pendekatan berbasis data.

Sintesis Tematik Literatur Terinklusi

Berdasarkan analisis terhadap sembilan artikel terinklusi, ditemukan bahwa penelitian tentang computational thinking (CT) dalam pembelajaran matematika dapat dikelompokkan ke dalam tiga tema utama, yaitu:

(1) konseptualisasi dan komponen berpikir komputasi,
(2) implementasi berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika, dan
(3) tren penelitian berpikir komputasi berdasarkan kajian sistematis dan bibliometrik.

Tema pertama menekankan definisi dan komponen utama berpikir komputasi, yang meliputi dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma. Kerangka ini menjadi rujukan utama dalam hampir seluruh penelitian CT, baik yang bersifat konseptual maupun empiris (Andriatna & Turmudi, 2025). Namun, pendekatan yang digunakan dalam mengembangkan CT umumnya masih berorientasi pada pemrograman dan aktivitas algoritmik formal.

Tema kedua berkaitan dengan implementasi CT dalam pembelajaran matematika. Artikel-artikel systematic literature review dan studi empiris menunjukkan bahwa CT berkontribusi positif terhadap kemampuan pemecahan masalah, penalaran matematis, dan pemahaman konsep. Meskipun demikian, sebagian besar implementasi CT masih menggunakan pendekatan berbasis teknologi pembelajaran umum, seperti pemrograman visual, penggunaan perangkat

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

lunak tertentu, atau aktivitas algoritmik sederhana, tanpa melibatkan metode analisis data matematis yang lebih mendalam (Afidatunisa & Juandi, 2024).

Tema ketiga ditunjukkan oleh kajian bibliometrik yang memetakan tren global penelitian CT dalam pendidikan matematika (Majid, 2025). Hasil kajian ini mengonfirmasi meningkatnya minat penelitian CT secara signifikan dalam satu dekade terakhir. Namun, kajian-kajian tersebut juga mengungkap bahwa eksplorasi CT masih didominasi oleh pendekatan pedagogis umum dan belum banyak mengintegrasikan metode analisis data kuantitatif lanjutan sebagai bagian dari kerangka pembelajaran matematika (Hikmah et al., 2025).

Mapping *Singular Spectrum Analysis* (SSA) terhadap *Computational Thinking*

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa Singular Spectrum Analysis (SSA) memiliki kesesuaian konseptual yang kuat dengan komponen utama berpikir komputasi (Megawati et al., 2023). Proses SSA secara sistematis mencerminkan tahapan berpikir matematis dan komputasional yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika berbasis data.

Tahap dekomposisi dalam SSA, yang melibatkan pemecahan data deret waktu menjadi komponen-komponen dasar melalui proses embedding dan dekomposisi matriks, selaras dengan komponen dekomposisi masalah dalam berpikir komputasi (Fitriyah et al., 2024). Pada tahap ini, siswa dapat dilatih untuk memecah permasalahan data kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana dan terstruktur.

Tahap rekonstruksi dalam SSA berkaitan dengan pemilihan dan penggabungan kembali komponen-komponen data yang relevan. Proses ini mencerminkan aktivitas pengenalan pola dan abstraksi, di mana siswa mengidentifikasi pola utama, mengabaikan gangguan (*noise*), serta memfokuskan perhatian pada informasi yang bermakna secara matematis (Nurul Fatma Dewi Mardianto & Yahfizham Yahfizham, 2024).

Selanjutnya, tahap interpretasi hasil SSA menuntut kemampuan untuk menjelaskan makna matematis dari pola dan tren yang dihasilkan. Tahap ini sejalan dengan komponen perancangan algoritma dan evaluasi solusi dalam berpikir komputasi, karena siswa perlu menyusun langkah-langkah sistematis untuk menafsirkan hasil analisis data dan menarik kesimpulan yang logis.

Dengan demikian, SSA tidak hanya berfungsi sebagai metode teknis analisis data, tetapi juga dapat diposisikan sebagai kerangka konseptual pembelajaran matematika yang secara alami mengintegrasikan seluruh komponen berpikir komputasi.

Pembahasan

Hasil sintesis tematik dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan pengembangan berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika masih didominasi oleh strategi berbasis pemrograman, teknologi digital umum, dan aktivitas algoritmik sederhana. Temuan ini sejalan dengan hasil systematic literature review yang dilakukan oleh Andriatna & Turmudi, (2025), Afidatunisa & Juandi, (2024), serta Rosadi et al., (2025), yang menyimpulkan bahwa integrasi berpikir komputasi dalam matematika lebih banyak diarahkan pada penggunaan media dan teknologi, bukan pada eksplorasi metode analisis data matematis.

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut juga menyoroti keterbatasan pendekatan berbasis pemrograman, terutama dalam konteks kesiapan kognitif siswa dan keterhubungan dengan konsep matematika yang mendalam. (Andriatna & Turmudi, 2025) menegaskan bahwa meskipun teknologi berperan penting, pengembangan berpikir komputasi akan lebih efektif apabila diintegrasikan dengan aktivitas matematis yang bersifat analitis dan berbasis data. Temuan ini mendukung argumen penelitian ini bahwa metode analisis data seperti Singular Spectrum Analysis (SSA) berpotensi menjadi alternatif pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual dan konseptual.

Di sisi lain, hasil kajian bibliometrik oleh Juliangkary et al., (2025) dan Majid, (2025) menunjukkan peningkatan signifikan jumlah publikasi terkait computational thinking dalam

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

pendidikan matematika secara global. Meskipun demikian, kedua studi tersebut juga mengungkap bahwa sebagian besar penelitian masih berada pada ranah pedagogis umum dan belum mengaitkan berpikir komputasi dengan metode analisis data kuantitatif lanjutan. Temuan ini memperkuat posisi penelitian ini yang mengidentifikasi adanya kesenjangan konseptual antara perkembangan metode analisis data dan implementasinya dalam pembelajaran matematika.

Sementara itu, penelitian-penelitian tentang Singular Spectrum Analysis yang dilakukan oleh Paris et al., (2025), menekankan keunggulan SSA dalam mengidentifikasi pola, tren, dan struktur laten dalam data yang kompleks. Akan tetapi, fokus utama penelitian-penelitian tersebut masih terbatas pada aspek teknis dan performa metode, tanpa membahas potensi pedagogis SSA dalam konteks pendidikan matematika. Perbedaan fokus ini menunjukkan bahwa SSA belum diposisikan sebagai kerangka pembelajaran, melainkan hanya sebagai alat analisis statistik.

Perdebatan utama yang muncul dari literatur adalah apakah pengembangan berpikir komputasi harus selalu dikaitkan dengan aktivitas pemrograman. Sejumlah penelitian CT cenderung mengasumsikan bahwa pemrograman merupakan prasyarat utama untuk mengembangkan berpikir komputasi. Namun, pendekatan ini dikritisi oleh beberapa peneliti yang menyatakan bahwa berpikir komputasi dapat dikembangkan melalui aktivitas matematis non-pemrograman yang menekankan analisis, pola, dan abstraksi (Afidatunisa & Juandi, 2024; Andriatna & Turmudi, 2025).

Dalam konteks perdebatan tersebut, temuan penelitian ini memperluas diskursus dengan menunjukkan bahwa Singular Spectrum Analysis dapat berfungsi sebagai jembatan antara aktivitas matematis dan berpikir komputasi tanpa ketergantungan langsung pada pemrograman (Zengin & Tapan Broutin, 2025). SSA memungkinkan siswa untuk terlibat dalam proses dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan interpretasi data secara sistematis, yang merupakan inti dari berpikir komputasi sebagaimana dirumuskan oleh (Wing, 2006).

Dengan demikian, penelitian ini tidak bertentangan dengan temuan-temuan sebelumnya, melainkan melengkapi dan memperluas pendekatan yang telah ada dalam pengembangan berpikir komputasi pada pembelajaran matematika. Integrasi Singular Spectrum Analysis (SSA) diposisikan sebagai kerangka konseptual yang menjembatani aktivitas matematis berbasis data dengan komponen berpikir komputasi secara utuh. Meskipun penelitian ini masih bersifat konseptual, kerangka yang diusulkan membuka peluang bagi penelitian selanjutnya untuk menguji efektivitas penerapan SSA secara empiris dalam konteks pembelajaran matematika pada berbagai jenjang pendidikan, mengembangkan desain pembelajaran dan perangkat ajar berbasis SSA, serta mengevaluasi dampaknya terhadap peningkatan kemampuan berpikir komputasi dan literasi data siswa melalui pendekatan kuantitatif maupun eksperimen pendidikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan berpikir komputasi dalam pembelajaran matematika masih didominasi pendekatan pemrograman dan aktivitas algoritmik sederhana, sehingga kurang mengintegrasikan analisis data nyata. Sintesis literatur mengungkap bahwa Singular Spectrum Analysis (SSA), meskipun awalnya metode teknis analisis deret waktu, sesuai secara konseptual dengan komponen berpikir komputasi dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma. Dengan memposisikan SSA sebagai kerangka pembelajaran berbasis data, penelitian ini menawarkan model konseptual yang memungkinkan siswa melakukan analisis dan interpretasi data secara sistematis, sekaligus menjadi dasar bagi penelitian empiris untuk menguji efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasi dan literasi data siswa.

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

DAFTAR PUSTAKA

Afidatunisa, S., & Juandi, D. (2024). Computational Thinking Skills In Mathematics Problem-Solving: A Systematic Literature Review. *Jurnal Nalar Pendidikan*, *12*(2), 131. https://doi.org/10.26858/jnp.v12i2.64838

Andriatna, R., & Turmudi, T. (2025). Exploring Technology, Role, and Components of Computational Thinking in Mathematics Learning: A Systematic Literature Review. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, *9*(3), 714. https://doi.org/10.31764/jtam.v9i3.30440

Fauzi, A. L., Kusumah, Y. S., Nurlaelah, E., & Juandi, D. (2024). Computational Thinking in Mathematics Education : A Systematic Literature Review on its Implementation and Impact on Students' Learning. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, *10*(2), 640. https://doi.org/10.33394/jk.v10i2.11140

Fitriyah, Y., Dahlan, J. A., & Wahyudin, W. (2024). Review and Trend Analysis of Computational Thinking Research in Mathematics Education (2013-2023). *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah Di Bidang Pendidikan Matematika*, *10*(2), 381–394. https://doi.org/10.29407/jmen.v10i2.22039

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. In *Educational Researcher* (Vol. 42, Issue 1, pp. 38–43). https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Hikmah, M. S., Zaenuri, Z., & Walid, W. (2025). Systematic Literatur Review: Integrasi Computational Thinking dalam Pembelajaran Matematika di Era Society 5.0. *Suska Journal of Mathematics Education*, *11*(1), 33. https://doi.org/10.24014/sjme.v11i1.27092

Juliangkary, E., Nengah Suparta, I., Ardana, I. M., & Mahayukti, G. A. (2025). Media Pendidikan Matematika Mapping the Integration of Computational Thinking in Mathematics Education: A Scopus-Based Bibliometric Analysis (2015-2025). *Media Pendidikan Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Fstt Undikma*, *13*(2), 746–757. https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jmpm

M. Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications Of The Acm*, *49*(3), 33–35.

Majid, M. (2025). Tren Computational Thinking in Mathematics Education: A Global Bibliometric Analysis 2016-2025. *EDUKASIA Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *6*(1), 303–314. https://doi.org/10.62775/edukasia.v6i1.1424

Megawati, A. T., Sholihah, M., Limiansih, K., & Sanata Dharma, U. (2023). Implementasi Computational thinking dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Review Pendidikan Dasar*, *9*(2), 96–102. http://journal.unesa.ac.id/index.php/PD

Nurul Fatma Dewi Mardianto, & Yahfizham Yahfizham. (2024). Systematic Literature Review: Penerapan Berpikir Komputasi Dalam Pembelajaran Matematika. *Journal of Student Research*, *2*(4), 41–55. https://doi.org/10.55606/jsr.v2i4.3082

OECD. (2024). *An Evolution Of Mathematics Curriculum Where It Was, Where It Stands And Where It Is Going*. OECD. https://doi.org/10.1787/0ffd89d0-en

Paris, F., Simonella, R., & Casalini, R. (2025). *Singular Spectrum Analysis: Back to basics*.

Rosadi, D., Agustini, K., Dantes, G. R., & Sudatha, I. G. W. (2025). Integrasi Computational Thinking dalam Pendidikan Matematika: Tinjauan Literatur Sistematis. *Indiktika :*

Volume : 02 | Nomor 01 | Juni 2025 | E-ISSN : 3048-0787 | DOI: 10.47709/mda.v2i1.6135

Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika, *7*(2), 650–664. https://doi.org/10.31851/indiktika.v7i2.15591

Zengin, D., & Tapan Broutin, M. S. (2025). An analysis of gifted students' proof and reasoning process based on the Toulmin model. *International Electronic Journal of Mathematics Education* , *20*(4). https://doi.org/10.29333/iejme/17050