JKPI: Jurnal Kajian Pendidikan IPA
Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Garut

p-ISSN 2798-5636
e-ISSN 2798-7043
Vol. 7 No. 1 Tahun 2027

Analisis *Computational Thinking* (CT) dalam Pembelajaran Fisika SMA: *A Systematic Literature Review*

Zakhia Jilan Fadhila [1*], Lusi [2], Rayandra Asyhar [3], Ilham Falani [4]

Program Studi Magister Pendidikan IPA, Universitas Jambi, Jl. Arif Rahman Hakim, Telanaipura, Kec. Telanaipura, Kota Jambi, Jambi 36361
[1] zakiajhilanfadhila@gmail.com*; [2] lusi14park@gmail.com; [3] rayandra@unja.ac.id; [4] ilhamfalani@unja.ac.id
*korespondensi penulis

ARTICLE HISTORY
Received: 19 June 2026 Revised: 06 October 2026 Accepted: 31 October 2026

ABSTRAK

Pembelajaran fisika di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam mengaitkan konsep-konsep abstrak dengan konteks kehidupan nyata serta pengembangan kompetensi abad ke-21. Salah satu pendekatan yang dinilai relevan untuk menjawab tantangan tersebut adalah *Computational Thinking* (CT), yang mencakup kemampuan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dan memetakan tren studi CT dalam pembelajaran fisika SMA di Indonesia. Data diperoleh melalui *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap 21 artikel yang dipublikasikan pada periode 2019–2026 dengan menggunakan pedoman PRISMA. Hasil penelitian menunjukkan pemetaan atribut penelitian CT dalam pembelajaran fisika didominasi oleh pendekatan eksperimen sebesar 38,10% yang berfokus pada pengujian efektivitas penerapan CT dalam pembelajaran fisika. Selain itu, penelitian yang ada menunjukkan bahwa penerapan CT berkontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pemahaman konsep fisika peserta didik, meskipun kemampuan algoritma masih menjadi aspek yang relatif lemah dan kompetensi guru dalam mengintegrasikan CT masih terbatas. Temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan kebaruan penelitian serta mengidentifikasi peluang dan arah penelitian selanjutnya. Keterbatasan utama kajian ini terletak pada cakupan strategi pencarian yang masih terbatas pada basis data nasional sehingga belum sepenuhnya mencakup seluruh studi yang relevan.

Kata kunci: *computational thinking*, fisika, pembelajaran, sekolah menengah atas

ABSTRACT

Computational Thinking (CT) Analysis in High School Physics Learning: A Systematic Literature Review. Physics learning at the senior high school (SMA) level still faces various challenges, particularly in linking abstract concepts to real-life contexts and developing 21st-century competencies. One approach considered relevant to address these challenges is Computational Thinking (CT), which encompasses decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm skills. Therefore, this study aims to investigate and map trends in CT studies in high school physics learning in Indonesia. Data were obtained through a Systematic Literature Review (SLR) of 21 articles published in the 2019–2026 period using the PRISMA guidelines. The results show a mapping of CT research attributes in physics learning, which is dominated by the development of CT-based learning tools and integration of topics on motion, work-energy, and waves. Furthermore, existing research indicates that the application of CT contributes positively to improving students' critical thinking skills, problem-solving, and understanding of physics concepts, although algorithm skills remain a relatively weak aspect and teachers' competency in integrating CT is still limited. These findings can be used as a basis for determining research novelty and identifying opportunities and directions for further research. The main limitation of this study lies in the scope of the search strategy which is still limited to national databases so that it does not fully cover all relevant studies.

Keywords: computational thinking, high school, learning, physics

Pendahuluan

Abad ke-21 merupakan periode yang erat kaitannya dengan Revolusi Industri 4.0, yaitu masa ketika perkembangan teknologi digital, kecerdasan buatan, dan sistem otomatisasi berkembang sangat pesat hingga memengaruhi hampir seluruh aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Kondisi tersebut menuntut lembaga pendidikan untuk tidak hanya menghasilkan peserta didik yang unggul secara akademik, tetapi juga mampu berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif sebagai kompetensi utama abad modern (Widyasari et al., 2026). Bersamaan dengan berkembangnya konsep *Society 5.0*, kemampuan berpikir komputasional atau *Computational Thinking* (CT) semakin dipandang sebagai keterampilan penting yang perlu ditanamkan sejak pendidikan menengah agar generasi muda mampu beradaptasi dan bersaing di era masyarakat berbasis pengetahuan (Triana et al., 2025).

Konsep CT pertama kali diperkenalkan oleh Seymour Papert pada tahun 1980 melalui pengembangan *logo programming language* yang dirancang untuk membantu anak-anak memahami konsep matematika melalui aktivitas pemrograman komputer (Saputra et al., 2023). Selanjutnya, Jeannette Wing pada tahun 2006 kembali mengangkat konsep tersebut dan mendefinisikannya sebagai seperangkat kemampuan intelektual yang menggambarkan bagaimana manusia memanfaatkan bahasa komputer untuk belajar dan menyelesaikan masalah. CT kemudian dipahami sebagai kemampuan dalam memecahkan persoalan, merancang sistem, serta memahami perilaku manusia dengan memanfaatkan konsep dasar ilmu komputer (Irvani et al., 2024). Pendekatan ini terdiri atas empat komponen utama yang saling berkaitan, yaitu (1) dekomposisi (*decomposition*), yakni kemampuan memecah persoalan kompleks menjadi bagian yang lebih sederhana; (2) pengenalan pola (*pattern recognition*), yaitu kemampuan menemukan kesamaan atau keteraturan pada data maupun fenomena; (3) abstraksi (*abstraction*), yaitu kemampuan menyeleksi informasi penting dan mengabaikan unsur yang tidak relevan; serta (4) perancangan algoritma (*algorithm design*), yakni kemampuan menyusun langkah-langkah logis dan sistematis dalam penyelesaian masalah (Rosandhi & Haryadi, 2024).

Dalam pembelajaran fisika, penerapan CT memiliki keterkaitan yang sangat kuat. Fisika sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam memuat berbagai konsep yang abstrak dan kompleks sehingga membutuhkan pola pikir logis, sistematis, dan analitis dalam memahami gejala alam maupun menyelesaikan persoalan kuantitatif dan kualitatif (Nasruddin et al., 2025). Salah satu tujuan utama pembelajaran fisika ialah melatih kemampuan penalaran induktif dan deduktif peserta didik, yang pada dasarnya sejalan dengan prinsip-prinsip CT. Melalui integrasi CT dalam pembelajaran fisika, siswa dapat menguraikan masalah yang rumit menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana (dekomposisi), menemukan pola dari hasil pengamatan atau eksperimen (pengenalan pola), membangun model konseptual untuk merepresentasikan fenomena fisika (abstraksi), serta menyusun prosedur penyelesaian masalah secara sistematis (algoritma) (Dwiyanti et al., 2023). Dengan demikian, CT tidak hanya berfungsi sebagai pendekatan berpikir, tetapi juga menjadi penghubung antara konsep fisika teoretis dengan pemanfaatan teknologi digital.

Meskipun demikian, pembelajaran fisika di tingkat SMA masih menghadapi sejumlah persoalan mendasar. Mata pelajaran fisika sering dianggap sulit, terlalu abstrak, dan kurang dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga menyebabkan rendahnya motivasi belajar serta

capaian hasil belajar siswa. Permasalahan tersebut diperkuat oleh praktik pembelajaran konvensional yang masih berfokus pada hafalan rumus dan metode pembelajaran pasif sehingga peserta didik kurang memperoleh kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Rosandhi & Haryadi, 2024). Hasil PISA 2022 yang menunjukkan bahwa kemampuan penalaran dan penerapan konsep siswa Indonesia masih rendah semakin menegaskan perlunya inovasi pembelajaran fisika yang berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21 (Widyasari et al., 2026).

Dari sisi kebijakan, pemerintah Indonesia melalui Kurikulum Merdeka telah memasukkan CT sebagai salah satu keterampilan yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran sains. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi guru untuk mengintegrasikan berbagai pendekatan inovatif, termasuk CT, ke dalam proses pembelajaran (Irvani et al., 2024). Kondisi tersebut membuka peluang yang besar bagi peneliti maupun praktisi pendidikan untuk mengembangkan dan menguji model serta media pembelajaran berbasis CT dalam konteks fisika. Berbagai inovasi telah dikembangkan, mulai dari penggunaan media pemrograman Scratch (Saputra et al., 2023), e-modul berbasis web dengan pendekatan CT (A. Rahmawati et al., 2022), lembar kerja peserta didik berbasis CT (F. Falah & Sulisworo, 2023), penerapan model laboratorium pemecahan masalah (Nasruddin et al., 2025), hingga pemodelan komputasional menggunakan Python (H. S. Falah & Falah, 2026).

Walaupun berbagai penelitian tersebut menunjukkan hasil yang positif, kajian yang secara sistematis membahas tren perkembangan, karakteristik implementasi, dan dampak penerapan CT dalam pembelajaran fisika SMA di Indonesia masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya membahas aspek tertentu sehingga belum memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai perkembangan bidang ini. Ketiadaan pemetaan yang sistematis menyulitkan peneliti, praktisi pendidikan, maupun pengambil kebijakan dalam memahami kondisi penelitian terkini, menemukan celah penelitian, serta menyusun rekomendasi berbasis bukti untuk pengembangan pembelajaran fisika di masa mendatang. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perkembangan penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA serta mengidentifikasi karakteristik dan temuan utama yang dilaporkan dalam literatur. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian berikut:

RQ1. Bagaimana ringkasan atribut penelitian *Computational Thinking* (CT) dalam pembelajaran fisika SMA berdasarkan analisis bibliografi?
RQ2. Apa saja fokus penelitian yang dikaji dalam studi *Computational Thinking* (CT) pada pembelajaran fisika SMA?
RQ3. Bagaimana karakteristik metodologi penelitian yang digunakan dalam studi *Computational Thinking* (CT) pada pembelajaran fisika SMA?
RQ4. Bagaimana hasil (*outcomes*) yang dilaporkan dalam penelitian *Computational Thinking* (CT) pada pembelajaran fisika SMA?

Melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang dipadukan dengan analisis bibliometrik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan, fokus kajian, karakteristik metodologi, serta hasil penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA sebagai dasar bagi penelitian dan pengembangan pembelajaran di masa mendatang.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang telah terbukti meningkatkan transparansi dan keterulangan dalam studi literatur (Rizkiyah, 2025). Pendekatan ini dipilih karena mampu menyajikan sintesis yang komprehensif, transparan, dan objektif terhadap berbagai hasil penelitian terdahulu mengenai penerapan CT dalam pembelajaran fisika pada peserta didik SMA. Dalam kerangka logika pengetahuan ilmiah, kajian pustaka sistematis tidak hanya berfungsi sebagai pengumpulan data sekunder, tetapi juga sebagai proses rekonstruksi rasional terhadap temuan empiris yang telah ada, sehingga sangat bermakna dalam penelitian kualitatif yang berfokus pada analisis konseptual mendalam.

Proses pengumpulan artikel dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah bereputasi, yaitu Google Scholar, SINTA, dan Garuda. Google Scholar ditelusuri menggunakan *software* Publish or Perish untuk membantu pencarian metadata artikel, sementara penelusuran pada SINTA dan Garuda dilakukan secara manual melalui laman masing-masing basis data. Strategi pencarian memanfaatkan operator Boolean dengan string pencarian ("senior high school" OR "high school students" OR "SMA" OR "sekolah menengah atas") AND ("physics learning" OR "physics education" OR "pembelajaran fisika" OR "pendidikan fisika") AND ("Computational Thinking" OR "CT" OR "berpikir komputasional" OR "computational skills"). Rentang publikasi dibatasi pada tahun 2019–2026. Kombinasi kata kunci ini dirancang untuk memperoleh cakupan artikel yang seluas mungkin namun tetap relevan dengan topik penelitian. Identifikasi konsep, kata kunci, dan kombinasi *search string* yang digunakan dalam proses penelusuran artikel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Kata Kunci dalam Pencarian Artikel

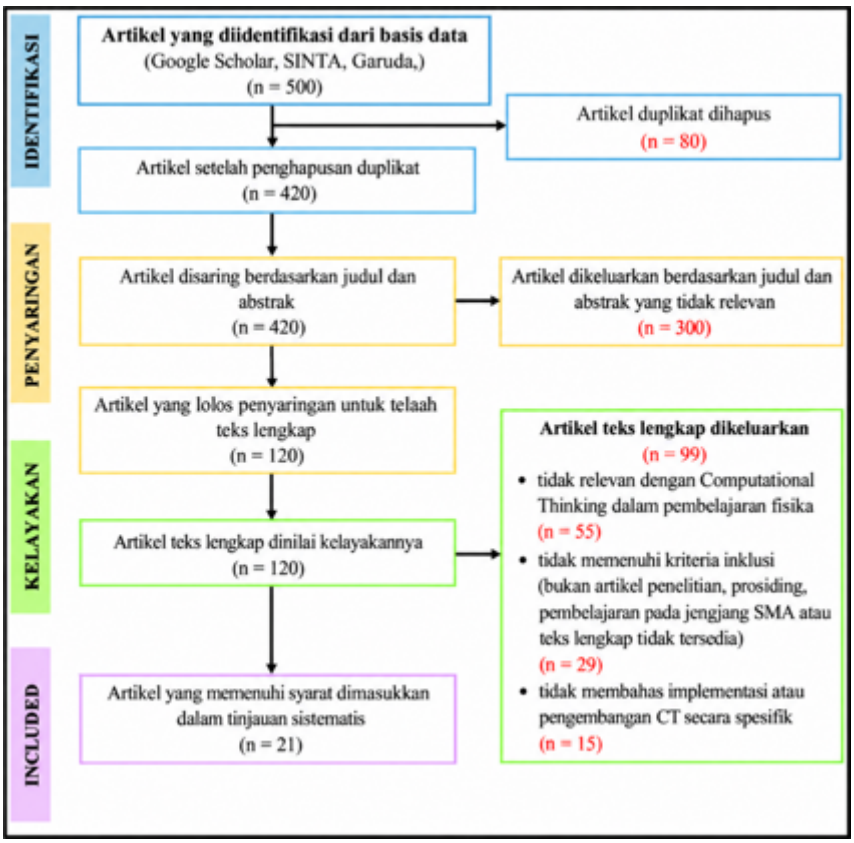
Konsep	**Kata Kunci / *Terms***	***Search Strings***
Peserta Didik SMA	"senior high school", "high school students", "SMA", "sekolah menengah atas"	("senior high school" OR "high school students" OR "SMA" OR "sekolah menengah atas")
Pembelajaran Fisika	"physics learning", "physics education", "pembelajaran fisika", "pendidikan fisika"	("physics learning" OR "physics education" OR "pembelajaran fisika" OR "pendidikan fisika")
Computational Thinking	"Computational Thinking", "CT", "berpikir komputasional", "computational skills"	("Computational Thinking" OR "CT" OR "berpikir komputasional" OR "computational skills")

Tahap berikutnya adalah menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi secara sistematis guna menentukan kelayakan artikel yang akan dianalisis. Proses seleksi artikel dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu: (1) penyaringan awal berdasarkan judul dan abstrak artikel, (2) pemeriksaan ketersediaan serta kelengkapan teks penuh artikel, dan (3) evaluasi kelayakan metodologis untuk menentukan artikel yang layak dimasukkan ke tahap sintesis data. Rincian kriteria inklusi dan eksklusi yang digunakan sebagai dasar penentuan kelayakan artikel dalam proses seleksi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel ilmiah yang dipublikasikan pada database Google Scholar dan berasal dari jurnal yang terindeks nasional SINTA atau internasional bereputasi	Literatur berupa review/tinjauan, laporan, skripsi, tesis atau sumber non-akademik lainnya
Artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 2019–2026	Artikel yang dipublikasikan sebelum tahun 2019 atau setelah tahun 2026
Artikel yang membahas penerapan pendekatan *Computational Thinking* (CT) dalam pembelajaran fisika pada jenjang SMA atau setara	Artikel yang tidak membahas pendekatan CT, tidak berkaitan dengan pembelajaran fisika, atau tidak meneliti peserta didik SMA/setara
Penelitian dilakukan di Indonesia (diprioritaskan) atau konteks yang relevan	Sampel penelitian di luar konteks SMA atau tidak dapat diidentifikasi jenjangnya
Artikel yang ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris	Artikel yang ditulis menggunakan bahasa selain Indonesia dan bahasa Inggris
Artikel lengkap dapat diakses dan diunduh	Artikel lengkap tidak dapat diunduh atau hanya tersedia abstrak

Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Proses seleksi artikel mengikuti pedoman PRISMA yang terdiri atas tahap identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi. Visualisasi tahapan penelusuran dan seleksi artikel berdasarkan pedoman PRISMA disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA dalam Penelusuran Artikel

Artikel yang memenuhi kriteria kemudian diekspor dalam format RIS untuk dianalisis menggunakan *software VOSviewer*. Selanjutnya, artikel yang lolos seleksi dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi atribut penelitian, fokus penelitian, karakteristik metodologi,

dan kontribusi yang diberikan. Hasil analisis deskriptif tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai karakteristik penelitian CT dalam pembelajaran fisika pada jenjang sekolah menengah.

Analisis bibliometrik juga dilakukan terhadap 21 artikel yang lolos tahap seleksi, dengan tujuan eksploratif melakukan pemetaan kata kunci dan mengenali tren topik dalam penelitian CT dalam pembelajaran fisika pada tingkat sekolah menengah. Sebelum melakukan pemetaan, langkah penyaringan awal diterapkan untuk menghapus kata kunci yang tidak berhubungan dengan fokus penelitian. Kemudian, analisis visualisasi dilakukan dengan menggunakan software VOSviewer, di mana batas minimum kemunculan kata kunci ditetapkan sebanyak 2 kali. Pemetaan struktur dilakukan dengan metode normalisasi *Association Strength* guna mengukur keterkaitan antaristilah. Pada tahap akhir, pengelompokan topik penelitian ditentukan secara otomatis menggunakan algoritma VOS *clustering technique* yang berbasis pada optimisasi kepadatan jaringan, dengan memperlihatkan hubungan antara kata kunci dalam bentuk jaringan yang terintegrasi.

Hasil dan Pembahasan

Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai perkembangan penelitian *Computational Thinking* (CT) dalam pembelajaran fisika SMA, dilakukan sintesis terhadap 21 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi temuan utama dari setiap penelitian, sehingga dapat diketahui atribut penelitian, fokus penelitian, karakteristik metodologi, dan kontribusi yang diberikan. Ringkasan temuan penelitian yang dianalisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sintesis Hasil Penelitian CT pada Pembelajaran Fisika SMA

Kode	Penulis (Tahun)	Topik/ Materi Fisika	Desain Riset	Media/ Model CT yang Digunakan	Komponen CT yang Diukur	Temuan Penelitian
C1	Kawuri et al. (2019)	Usaha dan Energi	PTK	Penerapan CT dalam pembelajaran fisika	CT; dikaitkan dengan berpikir kritis	Penerapan CT efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran Fisika.
C2	Rahmawati et al. (2022)	Momentum dan Impuls	R&D	E-modul fisika berbasis web dengan CT	CT	Penelitian ini berhasil mengembangkan modul elektronik fisika berbasis web yang mengintegrasikan CT secara efektif.
C3	Latifah et al. (2022)	Fisika	Eksperimen	Model ICARE	CT	Model pembelajaran ICARE efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasi siswa tanpa memandang gender, dan tidak ada interaksi signifikan antara model pembelajaran dan gender dalam konteks ini.
C4	Dwiyanti et al. (2023)	Fisika	Deskriptif	Media pembelajaran berbasis CT	CT; Pemecahan Masalah	Pendekatan CT memiliki potensi besar untuk diintegrasikan ke dalam media pembelajaran fisika.
C5	F. Falah & Sulisworo (2023)	Gerak Lurus	R&D	LKPD berbasis CT dan simulasi fisika	CT	Lembar kerja berbasis CT yang didukung oleh simulasi fisika adalah alat yang valid dan efektif untuk mengembangkan keterampilan CT siswa, terutama bagi mereka yang memiliki gaya belajar reflektif.

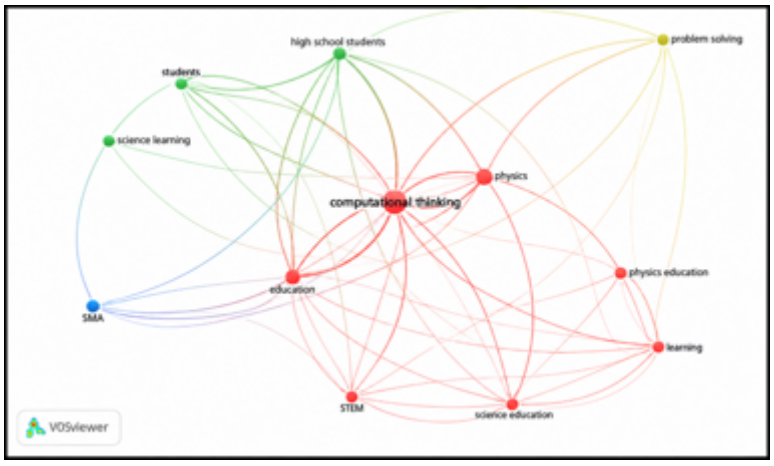
Kode	Penulis (Tahun)	Topik/ Materi Fisika	Desain Riset	Media/ Model CT yang Digunakan	Komponen CT yang Diukur	Temuan Penelitian
C6	Fauzi & Zahroh (2023)	Fisika	Deskriptif	Aktivitas CT	CT	Penelitian ini menyoroti bahwa meskipun ada minat dan potensi besar untuk mengimplementasikan CT melalui aktivitas unplugged dalam pembelajaran fisika di SMA.
C7	Herwinarso et al. (2023)	Hukum Hooke's dan Susunan Pegas	Eksperimen	Pemodelan kolaboratif	CT dan keterampilan proses sains	Pembelajaran berbasis pemodelan kolaboratif adalah strategi yang menjanjikan untuk mengembangkan disposisi berpikir komputasi dan keterampilan proses sains siswa di kelas fisika sekolah menengah, dengan siswa menunjukkan disposisi CT yang baik dan penggunaan elemen CT yang aktif selama proses pembelajaran.
C8	Saputra et al. (2023)	Gerak Parabola	Deskriptif	Scratch	CT	CT adalah keterampilan penting yang dapat dikembangkan melalui praktik pemecahan masalah fisika dan mendukung pengembangan pemikiran kritis, kreatif, dan analitis.
C9	Zakwandi & Istiyono (2023)	Fisika	R&D	Kerangka/ instrumen asesmen CT	CT	Penelitian ini berhasil mengembangkan dan memvalidasi kerangka kerja yang komprehensif untuk menilai keterampilan berpikir komputasi siswa dalam konteks pembelajaran fisika, dengan indikator-indikator yang jelas dan instrumen tes yang terbukti valid dan reliabel.
C10	Anfusiyah et al. (2024)	Hukum Pascal	Eksperimen	*Conceptual Change Model-CT*	CT dan pemahaman konsep	Efektivitas implementasi Model Perubahan Konseptual yang diperkaya dengan pendekatan Berpikir Komputasi (CCM-CT) sebagai strategi yang unggul dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa, khususnya dalam topik Hukum Pascal.
C11	Irvani et al.(2024	Fisika/IPA	Deskriptif	Implementasi CT dalam pembelajaran	CT	Meskipun ada penekanan pada pemikiran komputasional dalam Kurikulum Merdeka, pemahaman dan implementasinya di kalangan guru IPA dan Fisika masih sangat terbatas.
C12	Nasruddin et al.(2025)	Listrik Arus Bolak-balik	Eksperimen	*Problem-Solving Laboratory*	CT	Model pembelajaran PSL adalah alat yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional siswa dalam pendidikan fisika, khususnya pada topik listrik arus bolak-balik.
C13	S. N. Rahmawati et al. (2024)	Fisika	R&D	LKPD berbasis CT dengan siklus pemecahan masalah	CT	Lembar kerja berbasis CT yang dikembangkan, yang mengadaptasi siklus pemecahan masalah Palts dan Pedaste, terbukti praktis untuk digunakan di kelas fisika dalam Kurikulum Merdeka.
C14	Rosandhi & Haryadi	Fisika	Deskriptif	Pendekatan CT	CT	Berpikir komputasi adalah pendekatan yang sangat relevan dan

Kode	Penulis (Tahun)	Topik/ Materi Fisika	Desain Riset	Media/ Model CT yang Digunakan	Komponen CT yang Diukur	Temuan Penelitian
	(2024)					efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, mengembangkan keterampilan penting siswa, dan mempersiapkan mereka untuk tuntutan era digital, meskipun ada beberapa tantangan yang perlu diatasi melalui integrasi dengan metode pembelajaran lain.
C15	Widiningrum et al.(2024)	Materi Gerak	Eksperimen	E-modul Scratch berbasis PBL	CT	E-modul Scratch berbasis PBL efektif dalam meningkatkan keterampilan CT siswa pada berbagai materi fisika gerak, dengan peningkatan yang signifikan di kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol.
C16	Almujaddid et al.(2025)	Fisika	Eksperimen	Experiential Learning dengan STEM-CT	Dekomposisi dan abstraksi; CT	Pendekatan *Experiential Learning* dengan STEM-Ct secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa, meskipun ada tantangan terkait perencanaan solusi dan pemahaman konsep dasar. Integrasi CT, khususnya melalui dekomposisi dan abstraksi, terbukti membantu siswa mengatasi masalah kompleks.
C17	Safitri et al., (2024)	Suhu dan Kalor	Eksperimen	Modul pembelajaran berbasis CT	Dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma	Penerapan modul pembelajaran berbasis CT yang mengintegrasikan dekomposisi, pengenalan pola, algoritma, dan abstraksi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa dibandingkan dengan modul berbasis pendekatan saintifik pada materi suhu dan kalor. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan CT melalui modul pembelajaran belum memberikan keunggulan yang signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa.
C18	Fatmala et al.(2025)	Fisika	PTK	Pembelajaran berbasis proyek dengan diferensiasi	Keterampilan CT	Implementasi pembelajaran berbasis proyek yang disesuaikan dengan diferensiasi siswa merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasi siswa dalam pembelajaran fisika, meskipun perlu upaya berkelanjutan untuk memastikan semua siswa mencapai tingkat yang optimal.
C19	Ni'mah et al.(2025)	Teori Kinetik Gas	R&D	Siklus 5E berbasis kearifan lokal pembuatan batu bata	Keterampilan CT	Perangkat pembelajaran teori kinetik gas berbasis siklus 5E yang mengintegrasikan kearifan lokal proses pembuatan batu bata tidak hanya layak dan berkualitas tinggi, tetapi juga sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasi siswa,

Kode	Penulis (Tahun)	Topik/ Materi Fisika	Desain Riset	Media/ Model CT yang Digunakan	Komponen CT yang Diukur	Temuan Penelitian
						menjadikannya sumber daya yang berharga untuk pembelajaran fisika di masa depan.
C20	Triana et al.(2025)	Fisika	Deskriptif	Pembelajaran Fisika berbasis CT	Dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, algoritma	Penelitian ini menganalisis keterampilan CT siswa dalam pembelajaran fisika. Meskipun siswa menunjukkan kekuatan dalam dekomposisi dan pengenalan pola, mereka masih memerlukan peningkatan signifikan dalam kemampuan abstraksi dan pengembangan algoritma untuk mencapai tingkat CT yang lebih komprehensif.
C21	Nugroho et al. (2025)	Fisika	Eksperimen	Simulasi dan pemecahan masalah algoritmik	Penalaran analitis dan logis	Penerapan aktivitas pembelajaran berbasis CT melalui tugas simulasi dan pemecahan masalah algoritmik, secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran analitis dan logis siswa pada pembelajaran fisika dibandingkan dengan metode konvensional.

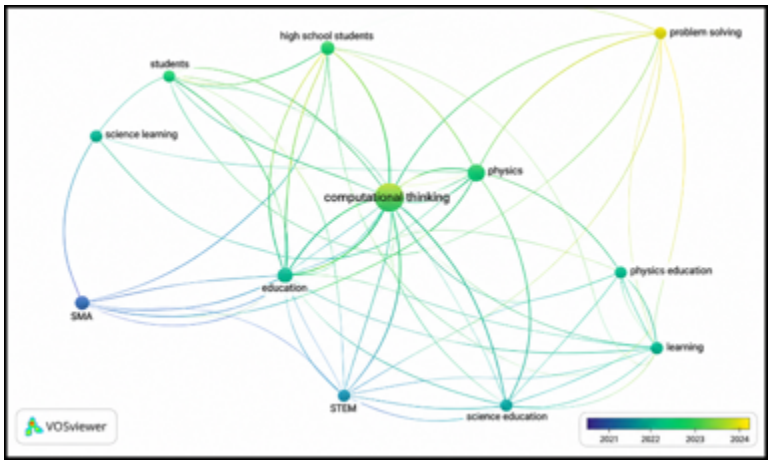
Selanjutnya, temuan-temuan yang dirangkum pada Tabel 3 kemudian dianalisis lebih lanjut dan diintegrasikan dengan hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer untuk memvisualisasikan hubungan antar konsep. Proses ini menghasilkan visualisasi jaringan (*Network Visualization*), visualisasi overlay (*Overlay Visualization*) dan visualisasi kepadatan (*Density Visualization*) yang secara kolektif menggambarkan keterkaitan topik dalam penelitian CT dalam pembelajaran Fisika SMA. Setiap visualisasi memberikan sudut pandang yang berbeda dalam memahami hubungan dan pola kemunculan topik penelitian. Visualisasi ini kemudian ditafsirkan untuk mengidentifikasi tren penelitian saat ini, atribut penelitian, fokus penelitian, karakteristik metodologi, dan kontribusi yang diberikan.

Network Visualization pada Gambar 2 menunjukkan adanya empat klaster utama yang menggambarkan struktur tema penelitian terkait CT dalam pembelajaran fisika berdasarkan 21 artikel yang dianalisis. Kata kunci "computational thinking" berada pada posisi sentral dengan ukuran node terbesar, menandakan frekuensi kemunculan dan keterhubungan yang tinggi dengan kata kunci lainnya. Klaster merah berfokus pada pembelajaran fisika dan sains (*science, STEM, student, mathematics*), klaster hijau pada pengembangan dan siswa tingkat sekolah menengah (*high school student, development*), klaster biru berhubungan dengan aspek konseptual dalam penelitian (*concept*), dan klaster kuning mengarah pada konteks pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah (*high school physics*). Keterhubungan antarklaster menunjukkan adanya keterkaitan antara pengembangan keterampilan berpikir komputasional, karakteristik siswa, dan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Secara keseluruhan, visualisasi ini menunjukkan bahwa penelitian CT dalam pendidikan fisika dan sains berfokus pada pengembangan keterampilan siswa, pemecahan masalah, pembelajaran fisika, dan integrasi STEM.



Gambar 2. Network Visualization

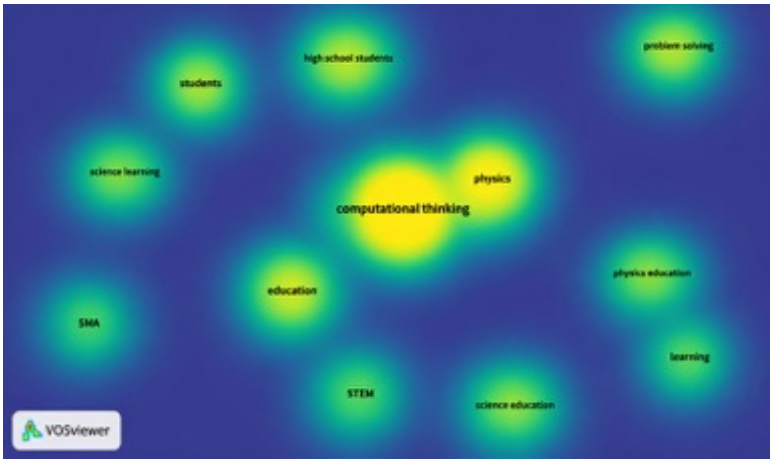
Berdasarkan *overlay visualization* (Gambar 3), perkembangan tren penelitian dapat diamati melalui gradasi warna yang merepresentasikan rata-rata tahun publikasi, mulai dari biru (lebih awal) hingga hijau kekuningan (lebih baru). Pada periode awal, sekitar 2020–2022 (biru hingga biru kehijauan), penelitian didominasi oleh kata kunci *concept*, *science, student*, dan *physics*, yang menunjukkan fokus pada konteks pembelajaran sains dan fisika. Selanjutnya, pada periode 2022–2024 (hijau), CT muncul sebagai tema sentral yang memiliki keterhubungan kuat dengan kata kunci *physics*, *student*, *high school student,* dan *development*, mengindikasikan meningkatnya perhatian terhadap integrasi CT dalam pembelajaran fisika. Adapun pada periode yang lebih mutakhir, yaitu sekitar 2024–2026 (hijau kekuningan), kata kunci *STEM, mathematics*, dan *high school physics* menjadi lebih dominan. Temuan ini menunjukkan bahwa arah penelitian terkini cenderung menuju integrasi CT dengan pendekatan STEM dan pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah.



Gambar 3. *Overlay Visualization*

Density visualization pada Gambar 4 menunjukkan tingkat kepadatan kemunculan dan keterkaitan kata kunci dalam penelitian terkait CT pada pembelajaran fisika. Semakin terang warna yang ditampilkan, khususnya kuning, menunjukkan semakin tinggi frekuensi kemunculan dan keterhubungan suatu kata kunci dalam jaringan penelitian. Berdasarkan visualisasi tersebut, hotspot utama terpusat pada kata kunci CT dan *physics*, yang ditandai dengan warna kuning cerah. Hal ini menunjukkan bahwa kedua tema tersebut merupakan fokus utama dan paling dominan dalam penelitian yang dianalisis. Di sekitar area inti tersebut terdapat kata kunci student dan *high school student* yang berada pada area berwarna hijau

kekuningan yang menunjukkan kepadatan sedang, mengindikasikan bahwa penelitian banyak diarahkan kepada siswa, khususnya siswa sekolah menengah. Sementara itu, kata kunci seperti *concept, development, science, STEM, dan mathematics* berada pada area dengan kepadatan yang lebih rendah, menunjukkan bahwa tema-tema tersebut masih relatif kurang dieksplorasi dibandingkan fokus utama penelitian. Dengan demikian, visualisasi ini menegaskan bahwa penelitian pada bidang ini didominasi oleh kajian integrasi CT dalam pembelajaran fisika serta pengembangan keterampilan berpikir komputasional peserta didik.

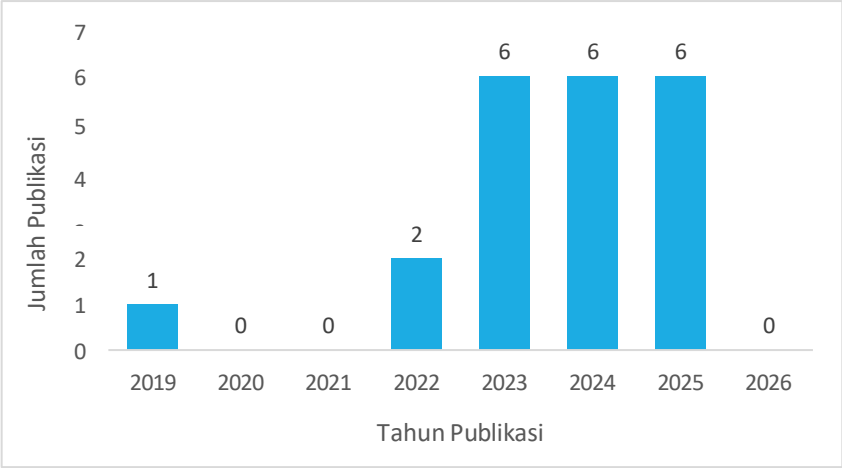


Gambar 4. *Density Visualization*

Pembahasan ini berfokus pada analisis mendalam terhadap temuan-temuan utama dari 21 artikel yang telah memenuhi kriteria inklusi untuk menjawab empat pertanyaan penelitian (*research questions*/RQ). Analisis dilakukan melalui sintesis kualitatif terhadap hasil penelitian yang terpilih dan diperkuat dengan visualisasi bibliometrik menggunakan VOSviewer. Pembahasan mencakup ringkasan atribut penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA, fokus penelitian yang dikaji, karakteristik metodologi penelitian yang digunakan, serta hasil (*outcomes*) yang dilaporkan dalam penelitian CT pada pembelajaran fisika SMA. Hasil sintesis dan analisis bibliometrik tersebut disajikan secara sistematis pada bagian berikut.

RQ1: Bagaimana ringkasan atribut penelitian *Computational Thinking* (CT) dalam pembelajaran fisika SMA

Analisis tren publikasi menunjukkan pola perkembangan yang menarik. Tidak terdapat artikel yang sesuai kriteria dipublikasikan pada tahun 2019 hingga 2021, kecuali satu artikel pionir pada 2019 yang merupakan salah satu penelitian CT pertama dalam konteks fisika SMA di Indonesia. Publikasi mulai meningkat pada tahun 2022 dengan 2 artikel, kemudian melonjak signifikan pada tahun 2023 menjadi 6 artikel. Kemudian jumlah tersebut tetap bertahan pada tahun 2024 dan 2025, masing-masing sebanyak 6 artikel. Di tahun 2026, masih belum terdapat artikel yang memenuhi kriteria. Secara keseluruhan, pola tersebut menunjukkan bahwa minat penelitian terhadap CT dalam pembelajaran fisika mulai berkembang pesat sejak tahun 2022, dengan peningkatan yang cukup jelas antara tahun 2023 hingga 2025. Akan tetapi, jumlah publikasi yang masih tergolong sedikit menunjukkan bahwa isu ini berada dalam tahap awal perkembangan dan masih memiliki ruang untuk diperluas dalam penelitian ke depannya. Gambar 5 menunjukkan distribusi publikasi artikel dari tahun 2019-2026.



Gambar 5. Distribusi Publikasi Artikel dari Tahun 2019-2026

Hasil dari analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian terkait *Computational Thinking* (CT) dalam pembelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas memiliki keterkaitan dengan sejumlah tema utama, yakni pembelajaran fisika, keterampilan CT pada siswa, pemecahan masalah, peran pendidik, serta integrasi STEM. Hubungan antar tema ini menunjukkan bahwa penelitian CT tidak hanya terfokus pada keterampilan komputasi siswa, melainkan mencakup strategi pembelajaran dan upaya mengembangkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan fisika. Dalam pembelajaran fisika, CT bisa diterapkan melalui kegiatan yang mendorong siswa untuk memecahkan masalah menjadi bagian-bagian yang lebih mudah untuk dipahami, mengidentifikasi pola dari suatu fenomena, menentukan informasi yang relevan, serta menyusun langkah-langkah penyelesaian secara terstruktur. Oleh karena itu, keterkaitan CT dengan pemecahan masalah menunjukkan adanya fokus pada pengembangan proses berpikir siswa dalam memahami dan menyelesaikan persoalan fisika.

Selain berhubungan dengan keterampilan siswa, penelitian CT juga menunjukkan keterkaitan dengan peran guru serta metode pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan CT dalam pembelajaran fisika tidak hanya bergantung pada kemampuan siswa, tetapi juga berkaitan dengan cara guru merancang dan melaksanakan kegiatan pembelajaran. Guru berperan dalam memberikan permasalahan yang sesuai, membantu siswa mengenali informasi penting, serta mengarahkan penyusunan strategi penyelesaian. Di sisi lain, hubungan CT dengan STEM menandakan adanya fokus pada pembelajaran yang mengaitkan konsep fisika dengan disiplin ilmu lainnya. Hubungan ini menunjukkan bahwa CT dapat menjadi komponen dari metode pembelajaran yang menekankan pada penyelesaian masalah melalui pendekatan berpikir yang terstruktur.

Dilihat dari kemajuan tema riset, pada fase awal sekitar 2020-2022 pembahasan mengenai CT lebih berfokus pada pengajaran sains dan fisika serta peran guru. Kemudian, pada kisaran tahun 2022-2023 perhatian penelitian mulai beralih kepada kemampuan CT siswa serta proses pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika. Di periode yang lebih terkini sekitar tahun 2024-2026, tema seperti Pendidikan fisika, dampak pembelajaran, dan keterampilan CT semakin menonjol. Perkembangan ini menunjukkan adanya kecenderungan dalam penelitian yang tidak hanya menelaah penerapan CT di dalam proses pembelajaran, tetapi juga mulai memperhatikan hasil dari penerapannya. Dengan demikian, penelitian CT dalam pembelajaran

fisika memperlihatkan transisi fokus dari pembahasan mengenai konteks pembelajaran menuju kajian yang lebih dekat dengan keterampilan siswa serta hasil pembelajaran.

Temuan bibliometrik tersebut sejalan dengan hasil sintesis artikel yang menunjukkan bahwa penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA didominasi oleh pendekatan eksperimen. Penelitian dengan pendekatan ini umumnya berfokus pada pengujian efektivitas penerapan CT melalui berbagai model, media, strategi pembelajaran terhadap keterampilan berpikir komputasional, pemahaman konsep, serta kemampuan pemecahan masalah siswa. Selain itu, penelitian juga diarahkan pada pengembangan media dan perangkat pembelajaran berbasis CT, seperti modul elektronik berbasis web, lembar kerja berbasis CT, e-modul Scratch, serta perangkat pembelajaran berbasis pemecahan masalah. Selain itu, penelitian juga banyak diarahkan pada pengukuran keterampilan CT siswa yang meliputi dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Perkembangan tema penelitian yang ditunjukkan melalui visualisasi *overlay* mengindikasikan adanya pergeseran dari kajian implementasi CT menuju evaluasi efektivitas, dampak pembelajaran, dan integrasi CT dengan pendekatan STEM. Karakteristik ini menunjukkan bahwa atribut penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA tidak hanya ditandai oleh dominasi tema CT dan fisika, tetapi juga oleh keterkaitannya dengan pengembangan keterampilan berpikir komputasional, pemecahan masalah, inovasi pembelajaran, serta penguatan kompetensi yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

RQ2: Apa saja fokus penelitian yang dikaji dalam studi *Computational Thinking* (CT) pada pembelajaran fisika SMA?

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik dan sintesis terhadap 21 artikel, fokus penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA menunjukkan beberapa tema utama yang saling berkaitan. Hasil *Network Visualization* menunjukkan bahwa kata kunci *computational thinking* memiliki keterhubungan yang kuat dengan *physics*, *computational thinking skills*, *problem*, *teacher*, *physics education*, dan *STEM*. Temuan ini mengindikasikan bahwa penelitian CT tidak hanya berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir komputasional, tetapi juga mencakup aspek pedagogis, pemecahan masalah, dan inovasi pembelajaran fisika.

Fokus penelitian yang paling dominan adalah pengembangan dan implementasi perangkat pembelajaran berbasis CT, seperti modul elektronik, lembar kerja peserta didik, e-modul berbasis Scratch, dan perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan kearifan lokal (C2, C5, C13, C15, C17, C19). Selain itu, banyak penelitian yang mengkaji pengembangan keterampilan CT siswa melalui indikator dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Berbagai model pembelajaran, seperti ICARE, *Problem Solving Laboratory*, dan pembelajaran berbasis proyek, dilaporkan mampu meningkatkan keterampilan CT siswa (C3, C12, C20). Meskipun aspek algoritma dan abstraksi masih menjadi tantangan utama (C16, C20). Penelitian juga banyak berfokus pada peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika. Temuan menunjukkan bahwa CT membantu siswa menyelesaikan permasalahan fisika secara lebih sistematis serta mendukung pengembangan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (C1, C7, C8, C16, C21). Di samping itu, penelitian yang lebih mutakhir mulai mengarah pada integrasi CT dengan

pendekatan STEM dan teknologi komputasional, seperti Scratch, untuk mendukung simulasi dan pemodelan konsep fisika (C15, C16, C21).

Hasil *Overlay Visualization* menunjukkan bahwa fokus penelitian telah berkembang dari implementasi CT dalam pembelajaran fisika menuju kajian efektivitas, dampak pembelajaran, dan pengembangan keterampilan CT. Sementara itu, *Density Visualization* menegaskan bahwa tema yang paling dominan masih berkaitan dengan integrasi CT dalam pembelajaran fisika, pengembangan keterampilan CT siswa, dan kemampuan pemecahan masalah. Dengan demikian, fokus penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA terutama diarahkan pada pengembangan perangkat pembelajaran, peningkatan keterampilan CT siswa, penguatan kemampuan pemecahan masalah, serta integrasi CT dengan STEM dan teknologi komputasional.

RQ3: Bagaimana karakteristik metodologi penelitian yang digunakan dalam studi *Computational Thinking* (CT) pada pembelajaran fisika SMA?

Analisis terhadap 21 artikel menunjukkan bahwa penelitian CT dalam pembelajaran fisika SMA menggunakan beragam pendekatan metodologis. Distribusi jenis penelitian menunjukkan bahwa metodologi eksperimen muncul sebagai yang paling umum, dengan jumlah 8 artikel (38,10%), diikuti oleh R&D yang menyumbang 5 artikel (23,81%), deskriptif juga sebanyak 6 artikel (28,57%), dan PTK yang memiliki 2 artikel (9,52%). Distribusi ini menunjukkan bahwa penelitian eksperimen menjadi pendekatan yang paling dominan, meskipun pendekatan deskriptif juga digunakan dalam proporsi yang cukup besar.

Metodologi eksperimen mencakup artikel C3, C7, C10, C12, C15, C16, C17 dan C21. Pendekatan ini diarahkan untuk mengevaluasi efektivitas model, media, atau aktivitas pembelajaran yang berbasis CT terhadap kemampuan CT, pemahaman konsep, serta kemampuan pemecahan masalah siswa. Di sisi lain, penelitian R&D yang terdiri dari C2, C5, C9, C13, dan C19 difokuskan pada pengembangan dan penilaian kelayakan alat pembelajaran, media, lembar kerja, dan instrumen evaluasi yang didasarkan pada CT. Kelompok deskriptif meliputi C4, C6, C8, C11, C14, dan C20. Penelitian dalam kelompok ini bertujuan untuk menjelaskan kemampuan CT, potensi penerapan CT, serta kondisi dan tantangan dalam melaksanakan pembelajaran fisika. Sedangkan penelitian PTK pada C1 dan C18 lebih menekankan pada penerapan metode pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan siswa melalui CT. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa penelitian CT dalam pembelajaran fisika tidak hanya berorientasi pada pengembangan produk, tetapi juga memberikan perhatian terhadap kondisi implementasi di lapangan serta evaluasi efektivitas penerapannya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

RQ4: Bagaimana hasil (*outcomes*) yang dilaporkan dalam penelitian *Computational Thinking* (CT) pada pembelajaran fisika SMA?

Hasil sintesis terhadap 21 artikel menunjukkan bahwa implementasi CT dalam pembelajaran fisika SMA secara umum memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil pembelajaran. Temuan yang paling dominan menunjukkan bahwa CT berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan berpikir komputasional siswa, yang meliputi kemampuan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Berbagai model dan perangkat

pembelajaran yang mengintegrasikan CT, seperti ICARE, *Problem Solving Laboratory*, pembelajaran berbasis proyek, serta e-modul dan lembar kerja berbasis CT, terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir komputasi yang mencakup dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma (C3, C5, C12, C15, C19). Temuan ini sejalan dengan Wing (2006) yang menjelaskan bahwa CT merupakan suatu proses berpikir yang mencakup perumusan masalah dan pengembangan solusi yang didasarkan pada konsep-konsep dasar dalam ilmu komputer. Dalam konteks pembelajaran fisika, keterampilan ini membantu siswa untuk memecahkan masalah menjadi elemen yang lebih sederhana, mengenali pola keterkaitan antara berbagai variabel, menentukan informasi yang relevan, serta merancang langkah penyelesaian dengan cara yang sistematis. Selain meningkatkan keterampilan CT, penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan CT berdampak positif terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Beberapa studi melaporkan peningkatan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan proses sains setelah CT diintegrasikan ke dalam pembelajaran fisika (C1, C7, C8, C16, C21). Temuan ini menunjukkan bahwa CT tidak hanya berfungsi sebagai keterampilan komputasional, tetapi juga sebagai pendekatan yang membantu siswa memahami dan menyelesaikan permasalahan fisika secara lebih sistematis dan logis.

Dampak positif lainnya terlihat pada peningkatan pemahaman konsep dan hasil belajar fisika. Integrasi CT melalui simulasi, pemodelan, dan aktivitas berbasis teknologi membantu siswa memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian yang menerapkan *Conceptual Change Model* berbasis CT (C10) dan e-modul berbasis Scratch (C15), yang terbukti mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara signifikan. Hal ini sejalan dengan Weintrop et al. (2016) yang mengemukakan bahwa CT dalam pembelajaran sains melibatkan proses pengolahan data, pemodelan dan simulasi, penyelesaian masalah komputasional, serta berpikir sistem. Oleh karena itu, hasil penelitian yang telah disintesis menunjukkan bahwa penggabungan CT berpotensi memperkuat proses pemecahan masalah fisika melalui aktivitas berpikir yang lebih terstruktur. Dari aspek pengembangan pembelajaran, sejumlah penelitian berhasil menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis CT yang dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran fisika. Produk yang dihasilkan meliputi modul elektronik, lembar kerja peserta didik, instrumen asesmen, serta perangkat pembelajaran yang terintegrasi dengan CT dan kearifan lokal (C2, C5, C9, C13, C19). Temuan ini menunjukkan bahwa CT dapat diimplementasikan melalui berbagai bentuk sumber belajar yang mendukung pembelajaran fisika yang lebih inovatif.

Meskipun demikian, beberapa penelitian juga mengungkapkan adanya tantangan dalam implementasi CT. Kemampuan abstraksi dan algoritma masih menjadi aspek yang relatif sulit dikuasai siswa dibandingkan kemampuan dekomposisi dan pengenalan pola (C16, C20). Selain itu, keterbatasan pemahaman guru mengenai konsep CT serta dukungan infrastruktur pembelajaran yang belum merata masih menjadi hambatan dalam penerapan CT secara optimal di sekolah (C11). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa implementasi CT dalam pembelajaran fisika SMA tidak hanya berdampak pada peningkatan keterampilan berpikir komputasional, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, pemahaman konsep fisika, serta inovasi pembelajaran. Pada saat yang sama, hasil penelitian mengindikasikan perlunya penguatan kompetensi guru dan dukungan

pembelajaran yang memadai agar implementasi CT dapat berjalan secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Kekurangan pada sisi algoritma dapat ditelaah melalui sudut pandang Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*) yang dikemukakan oleh Sweller (1988). Teori ini menjelaskan bahwa kemampuan memori kerja sangat terbatas dalam menerima informasi baru, sehingga aktivitas belajar yang melibatkan banyak elemen yang saling terkait dapat menyebabkan tekanan kognitif yang tinggi. Dalam menyelesaikan masalah fisika, siswa tidak hanya dituntut untuk memahami ide-ide, tetapi juga harus dapat mengaitkan data yang ada, memilih prinsip fisika yang tepat, melakukan perhitungan matematis, dan menentukan langkah penyelesaian dengan urutan yang benar. Ketika semua proses tersebut perlu dilakukan secara bersamaan, beban pada memori kerja dapat meningkat, yang menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam menyusun prosedur algoritmik secara konsisten. Sweller et al. (2019) menjelaskan bahwa pengaturan tingkat kompleksitas tugas dan penyampaian arahan secara bertahap bisa membantu dalam mengelola beban kognitif saat belajar. Berdasarkan perspektif tersebut, kesulitan algoritik yang ditemukan dalam hasil sintesis dapat dijadikan landasan untuk merancang pembelajaran yang dimulai dari masalah yang mudah menuju yang lebih rumit. Namun, hubungan antara beban kognitif dan kemampuan algoritmik dalam studi ini masih menjadi interpretasi teoritis karena belum ada pembuktian langsung melalui pengukuran beban kognitif dalam penelitian yang disintesis.

Secara umum, hasil sintesis ini menunjukkan bahwa penggunaan CT dalam pembelajaran fisika di tingkat SMA memiliki kemampuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional, berpikir kritis, dan pemecahan masalah, serta membantu pemahaman mengenai konsep-konsep fisika. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh dari penelitian ini belum sepenuhnya seragam, terutama disebabkan oleh perbedaan dalam pendekatan pengajaran, karakteristik materi yang diajarkan, dan indikator-indikator hasil yang dianalisis. Nilai dari kajian ini terletak pada kemampuan untuk mengidentifikasi adanya kecenderungan hasil yang positif sekaligus menemukan kesenjangan yang masih ada, terutama dalam penguasaan aspek abstraksi dan algoritma, variasi efektivitas penggunaan CT, serta kesiapan guru untuk mengintegrasikannya dalam pengajaran. Temuan ini memberikan panduan untuk penelitian mendatang dalam menciptakan pembelajaran CT yang lebih terstruktur.

Simpulan

Penelitian ini mensintesis 21 artikel tentang CT dalam pembelajaran fisika SMA periode 2019–2026 untuk memetakan perkembangan, fokus kajian, metode, dan hasil penelitian. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan sejak 2022 dengan dominasi tema keterampilan CT, pemecahan masalah, pengembangan perangkat pembelajaran, serta integrasi CT dengan STEM dan teknologi komputasional. Metodologi yang paling banyak digunakan adalah eksperimen diikuti R&D, deskriptif, dan PTK, dengan hasil yang umumnya menunjukkan dampak positif CT terhadap keterampilan berpikir komputasional, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pemahaman konsep fisika. Namun, implementasi CT masih berkembang, terutama pada aspek abstraksi, algoritma, kesiapan guru, penggunaan teknologi yang lebih kompleks, serta dampak jangka panjang. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas implementasi CT pada berbagai

materi fisika, mengembangkan model berbasis STEM dan teknologi digital, serta mengevaluasi efektivitasnya secara lebih luas.

Referensi

Almujaddid, S. A., Yuliati, L., & Wisodo, H. (2025). Experiential learning with STEM-computational thinking (STEM-CT) approach to develop students' problem solving skills. JPPIPA: Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 11(1), 1026–1032. https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.9639

Anfusiyah, D., Samsudin, A., & Danawan, A. (2024). Implementation of conceptual change model-computational thinking (ccm-ct) to increase students' conceptual understanding in pascal's law. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika, 8(1), 44–57. https://doi.org/10.20527/jipf.v8i1.11479

Dwiyanti, U., Al-Qoyyim, T. M., Diarta, M. H., & Jaswadi. (2023). The Potential of Developing Computational Thinking Approach-Based Physics Learning Media as a Means of Increasing Students' Problem-Solving Ability. AMPLITUDO: Journal of Science and Technology Innovation, 2(2), 95–100. https://doi.org/10.56566/amplitudo.v2i2.100

Falah, F., & Sulisworo, D. (2023). Enhancing Computational Thinking Skills Through Physics-Based Worksheet in Linear Motion. Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika, 16(1), 1–8. https://doi.org/10.37729/radiasi.v16i1.2133

Falah, H. S., & Falah, S. A. (2026). Integrasi Pemodelan Komputasional Berbasis Python dalam Pembelajaran Difraksi Gelombang pada Mahasiswa Pendidikan Fisika. Andragogi: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran, 6(1), 114–127. https://doi.org/10.31538/adrg.v6i1.3110

Fatmala, R. I., Marwoto, P., & Ellianawati, E. (2025). Improving Computational Thinking Skills Through The Implementation of Project-Based Learning According to Student Differentiation in Physics Learning. Physics Communication, 9(1), 40–46. https://doi.org/10.15294/pc.v9i1.927

Fauzi, A., & Zahroh, S. H. (2023). Opportunities and challenges of implementing computational thinking through unplugged activities in physics learning. Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika, 9(2), 96–104. https://doi.org/10.30870/gravity.v9i2.17456

Herwinarso, H., Pratidhina, E., Adam, P., Kuswanto, H., & Rahmat, A. D. (2023). Investigation of science process skills and computational thinking dispositions during the implementation of collaborative modeling-based learning in high school physics class. Journal of Education and E-Learning Research, 10(4), 753–760. https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i4.5200

Irvani, A. I., Rochintaniawati, D., Riandi, R., & Sinaga, P. (2024). Analyzing the Integration of Computational Thinking in Science and Physics Education within the Indonesian Curriculum Kajian Implementasi Computational Thinking dalam Pembelajaran IPA dan Fisika pada Kurikulum Merdeka. Kasuari: Physics Education Journal, 7(1), 182–194. https://doi.org/10.30862/kpej.v7i1.620

Kawuri, K. R., Budiharti, R., & Fauzi, A. (2019). Penerapan Computational Thinking untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIA 9 SMA Negeri 1

Surakarta pada Materi Usaha dan Energi 6. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 9(2), 116–121. https://doi.org/10.20961/jmpf.v9i2.38623

Latifah, S., Diani, R., & Malik, S. L. M. (2022). ICARE Model (Introduction, Connection, Application, Reflection, Extension) in Physics Learning: Analysis of its Effect on Students' Computational Thinking Skills based on gender. Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika, 8(2), 229–240. https://doi.org/10.21009/1.08205

Nasruddin, D., Melinda, N., & Rochman, C. (2025). Improving Students' Computational Skills through the Implementation of Problem-Solving Laboratory Learning Models. Jurnal Pendidikan Fisika, 12(3), 185–195. https://doi.org/10.26618/jpf.v12i3.10946

Ni'mah, A. M. B., Jumadi, J., Afifah, R., & Supahar, S. (2025). Development of gas kinetic theory learning tools: 5e & brick making for computational thinking. EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika, 10(3), 474–490. https://doi.org/10.59052/edufisika.v10i2.45367

Nugroho, J. W., Apryani, D., & Babayeva, A. A. (2025). Implementation of Computational Thinking in Physics Learning to Strengthen Analytical and Logical Reasoning. International Journal of Science and Mathematics Education, 2(1), 20–27. https://doi.org/10.62951/ijsme.v2i1.259

Rahmawati, A., Fauzi, A., & Ekawati, E. Y. (2022). Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Web dengan Pendekatan Computational Thinking pada Materi Momentum dan Impuls Kelas X SMA. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 12(2), 76-82. https://doi.org/10.20961/jmpf.v12i2.48544

Rahmawati, S. N., Fauzi, A., & Supurwoko, S. (2024). Computational-Thinking Based Learning Activities for Physics in Indonesian New Curriculum Through a Student Worksheet Development. JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika), 9(3), 426-437. https://doi.org/10.26737/jipf.v9i3.4807

Rizkiyah, N. (2025). Strategi dan Tantangan Manajemen Pendidikan Tinggi: Systematic Literature Review Menggunakan Metode PRISMA. Jurnal Ilmiah Literasi Indonesia, 1(2), 194–202. https://doi.org/10.63822/f1xzej69

Rosandhi, T. M. U., & Haryadi, R. (2024). The Ability of Computational Thinking in Physics Learning. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 14(2), 2024–2102. https://doi.org/10.20961/jmpf.v14i2.79

Safitri, S. Y., Suharno, S., & Fauzi, A. (2024). Computational Thinking and Scientific Modules: Effectiveness on Students' Cognitive Learning Outcomes and Critical Thinking Skills. Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika, 14(1), 9-19. https://doi.org/10.20961/jmpf.v14i1.86266

Saputra, A., Saprudin, S., & Sambiri, U. (2023). The Analysis of Pre-Service Physics Teachers' Computational Thinking Skills in Designing Computer Simulations of Projectile Motion Using the Scratch Application. EduLine: Journal of Education and Learning Innovation, 3(4), 629–637. https://doi.org/10.35877/454ri.eduline2210

Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. Cognitive Science, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Sweller, J., Merriënboer, J. J. G. Van, & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. Educational Psychology Review, 31(2), 261–292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Triana, D., Patonah, S., & Nuroso, H. (2025). Analisis Keterampilan Computational Thinking dan Creativity pada Pembelajaran Fisika di SMA N 1 Pemalang. Lontar Physics Today, 4(2), 099–104. https://doi.org/10.26877/lpt.v4i2.23769

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(1), 127–147. https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. Communications Of the ACM, 49(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Widiningrum, W. N., Wahyuni, S., Hardyanto, W., & Sulhasi, S. (2024). Effect of PBL-based scratch e-module in improving computational thinking and physics concepts. International Journal of Studies in Education and Science, 5(2), 124–139. https://doi.org/10.46328/ijres.76

Widyasari, H., Sumarni, R. A., & Widiyatun, F. (2026). Tren, Tantangan, dan Prospek Penerapan Computational Thinking Dalam Pembelajaran Fisika: Sebuah Kajian Literatur Sistematis. Seminar Nasional Riset Dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK), 266–274. https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/semnasristek/article/view/8867

Zakwandi, R., & Istiyono, E. (2023). A framework for assessing computational thinking skills in the physics classroom: study on cognitive test development. SN Social Sciences, 3(46), 1–15. https://doi.org/10.1007/s43545-023-00633-7