

Analisis Kemampuan *Computational Thinking* dan *Science Reasoning* Siswa SMP pada Materi Gerak dan Gaya

Mulyono¹, Muhammad Syaipul Hayat², Fenny Roshayanti³

^{1,2,3}Universitas Persatuan Guru Republik Indonesia Semarang, Indonesia

¹m.syaipulhayat@upgris.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil kemampuan *Computational Thinking* (CT) dan *Science Reasoning* (SR) siswa kelas VIII SMP IT PAPB Semarang pada materi Gerak dan Gaya. Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya penguatan keterampilan berpikir abad ke-21 dalam pembelajaran IPA, khususnya dalam menghadapi tantangan global dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah berbasis sains dan teknologi. Sebanyak 58 siswa dijadikan responden dalam studi ini. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan instrumen berupa soal tes CT dan SR serta lembar penilaian portofolio siswa yang telah divalidasi oleh ahli dan diuji coba. Data dianalisis menggunakan persentase kategori kemampuan serta korelasi Pearson Product Moment untuk melihat hubungan antara CT dan SR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas siswa berada pada kategori sedang dalam kemampuan CT (62,07%) dan SR (65,52%). Pada aspek CT, *decomposition* (71%) dan *pattern recognition* (68%) merupakan kemampuan yang paling dominan, sedangkan *abstraction* (54%) dan *algorithmic thinking* (49%) tergolong masih rendah. Dalam kemampuan SR, sebagian besar siswa mampu mengidentifikasi variabel (72%) dan menyusun hipotesis (69%), namun mengalami kesulitan dalam menafsirkan data eksperimen secara ilmiah (56%). Rata rata kesimpulan Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara CT dan SR dengan nilai $r = 0,642$ dan $p < 0,01$, yang mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan CT dapat mendukung penguatan kemampuan SR. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya integrasi strategi pembelajaran yang mengembangkan aspek CT dan SR secara seimbang, khususnya dalam materi Gerak dan Gaya di mata pelajaran IPA. Implikasi dari penelitian ini adalah perlunya pengembangan model pembelajaran inovatif yang mengajak keterlibatan siswa untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa.

Kata kunci: *Computational Thinking*, *Science Reasoning*, Gerak dan Gaya, Pembelajaran IPA

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di abad ke-21 telah mendorong perubahan paradigma dalam pendidikan, khususnya pada bidang sains. Siswa tidak lagi cukup hanya menguasai pengetahuan faktual, melainkan dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi yang mampu memecahkan masalah kompleks, kreatif, dan adaptif terhadap tantangan global. Salah satu tantangan yang sering muncul dalam pembelajaran fisika di SMP adalah kesulitan siswa dalam memahami konsep dasar gerak dan gaya. Penelitian sebelumnya menunjukkan banyak siswa masih mengalami miskonsepsi terkait hukum Newton, percepatan, serta gaya gesek, sehingga pemahaman mereka bersifat parsial dan tidak aplikatif dalam kehidupan sehari-hari (Çalik *et al.*, 2017; Yeo & Zadnik, 2016). Kondisi ini menandakan adanya masalah empiris yang perlu diatasi melalui pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif.

Dalam dua dekade terakhir, dua keterampilan berpikir yang dianggap sangat penting dalam pendidikan sains adalah *Computational Thinking* (CT) dan *Science Reasoning* (SR). CT, sebagaimana dikemukakan Wing (2006), bukan hanya bagian dari ilmu komputer, melainkan juga kerangka berpikir lintas disiplin yang membantu siswa memecahkan masalah dengan cara sistematis dan logis. CT meliputi kemampuan decomposition, pattern recognition, abstraction, dan algorithmic thinking (Weintrop *et al.*, 2016; Brennan & Resnick, 2017). Studi terbaru oleh Angeli & Valanides (2020) menegaskan bahwa CT berhubungan erat dengan peningkatan keterampilan pemecahan masalah dalam pembelajaran IPA. Sementara itu, SR mencakup keterampilan mengidentifikasi variabel, menyusun hipotesis, menafsirkan data, hingga menarik kesimpulan berbasis bukti (Zimmerman, 2015; Kind & Osborne, 2017). Penelitian oleh Hidayat & Susanti (2020) membuktikan bahwa strategi pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan penalaran ilmiah siswa. Di Indonesia, Fitriyani & Sari (2022) serta Nugroho & Wahyuni (2021) menemukan bahwa sebagian besar siswa SMP masih berada pada kategori sedang baik dalam CT maupun SR, sehingga diperlukan upaya lebih lanjut untuk mengoptimalkannya.

Walaupun terdapat banyak penelitian yang mengkaji CT dan SR secara terpisah, studi yang meneliti hubungan empiris antara keduanya dalam konteks pembelajaran IPA di SMP masih terbatas. Beberapa penelitian menekankan pada efektivitas model pembelajaran tertentu, namun jarang mengaitkannya dengan profil keterampilan CT dan SR siswa dalam topik fisika mendasar seperti gerak dan gaya. Selain itu, penelitian internasional lebih banyak dilakukan pada konteks sekolah di negara maju dengan dukungan teknologi tinggi, sementara konteks sekolah Indonesia yang memiliki karakteristik berbeda masih jarang dikaji. Hal ini menimbulkan kesenjangan empiris dan teoretis yang penting untuk diteliti lebih lanjut.

Dalam konteks Indonesia, urgensi penelitian ini semakin tinggi dengan adanya implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pada Profil Pelajar Pancasila dan keterampilan abad ke-21, termasuk berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (4C). Pembelajaran IPA diharapkan tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir yang adaptif. Integrasi CT dan SR sejalan dengan prinsip Kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning) dan pembelajaran kontekstual. Dengan demikian, penelitian mengenai hubungan CT dan SR dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih sesuai dengan arah kebijakan pendidikan nasional.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini berusaha menjawab pertanyaan: Bagaimana profil kemampuan *Computational Thinking* dan *Science Reasoning* siswa SMP pada materi gerak dan gaya, dan apakah terdapat hubungan antara keduanya? Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kemampuan CT siswa pada materi gerak dan gaya, mendeskripsikan kemampuan SR siswa pada materi yang sama, serta menganalisis hubungan antara CT dan SR. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang secara bersamaan mengukur CT dan SR siswa SMP dalam konteks topik fisika mendasar, serta menekankan keterkaitannya dalam mendukung keterampilan abad ke-21. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan strategi pembelajaran IPA berbasis CT dan SR yang lebih kontekstual dan relevan dengan kebutuhan siswa Indonesia.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan desain studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menggambarkan kondisi nyata kemampuan *Computational Thinking* (CT) dan *Science Reasoning* (SR) siswa SMP pada

topik gerak dan gaya, serta menganalisis keterkaitan di antara keduanya. Metode deskriptif kuantitatif dianggap tepat untuk menjawab pertanyaan penelitian yang bersifat eksploratif sekaligus konfirmatif, sebab peneliti tidak melakukan manipulasi variabel melainkan mengamati dan mengukur fenomena sebagaimana adanya. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang objektif mengenai profil CT dan SR siswa dalam konteks pembelajaran IPA di SMP.

Desain Penelitian

Desain studi kasus dipilih untuk memungkinkan peneliti melakukan analisis mendalam terhadap kelompok siswa yang menjadi subjek penelitian. Studi kasus pada dasarnya berupaya memotret fenomena secara menyeluruh dan detail, sehingga pembaca dapat memahami konteks serta karakteristik yang menyertai fenomena tersebut (Yin, 2018). Dalam penelitian ini, kasus yang diteliti adalah profil CT dan SR siswa kelas VIII SMP IT PAPB Semarang. Pemilihan desain ini juga memungkinkan adanya triangulasi data melalui tes, observasi, dan wawancara sehingga validitas temuan lebih kuat.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian terdiri atas 58 siswa kelas VIII SMP IT PAPB Semarang. Sekolah ini dipilih secara purposif karena memiliki karakteristik yang mendukung penelitian, yaitu penerapan pendekatan pembelajaran berbasis STEAM dan penekanan pada keterampilan abad ke-21. Purposive sampling digunakan karena peneliti membutuhkan sampel yang relevan dengan tujuan penelitian, bukan sekadar representasi statistik semata. Jumlah 58 siswa dianggap cukup untuk menggambarkan variasi kemampuan CT dan SR, sekaligus memberikan dasar untuk melakukan analisis statistik, termasuk uji korelasi. Selain siswa, seorang guru IPA juga dilibatkan sebagai informan dalam wawancara untuk memperkuat data kualitatif mengenai praktik pembelajaran di kelas.

Instrumen Penelitian

Instrumen utama penelitian adalah tes diagnostik CT dan SR, yang dikembangkan berdasarkan indikator yang telah teruji secara teoretis. Untuk CT, indikator mengacu pada kerangka Brennan & Resnick (2017), yaitu decomposition (menguraikan masalah menjadi bagian kecil), pattern recognition (mengidentifikasi pola berulang), abstraction (membuat generalisasi dari data), dan algorithmic thinking (menyusun langkah sistematis pemecahan masalah). Untuk SR, indikator mengacu pada kerangka Lawson (2000) serta Kind & Osborne (2017), yaitu identifikasi variabel, penyusunan hipotesis, interpretasi data, dan penarikan kesimpulan berbasis bukti.

Tes terdiri dari 20 butir soal, dengan rincian 10 soal CT dan 10 soal SR. Bentuk soal bervariasi antara pilihan ganda beralasan dan uraian singkat, sehingga mampu mengukur baik pengetahuan deklaratif maupun proses penalaran siswa. Soal didesain dengan konteks nyata yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari, misalnya eksperimen sederhana tentang hukum Newton atau gaya gesek. Selain tes, peneliti menggunakan lembar observasi untuk mencatat perilaku siswa selama pembelajaran. Observasi dilakukan pada kegiatan eksperimen sederhana yang relevan dengan materi gerak dan gaya, misalnya percobaan menggunakan mobil udara buatan siswa. Lembar observasi memuat indikator perilaku yang merepresentasikan CT dan SR, seperti bagaimana siswa mengidentifikasi variabel, membandingkan pola, atau menyusun langkah penyelesaian masalah. Instrumen kualitatif lain adalah pedoman wawancara yang diberikan kepada lima siswa dan seorang guru IPA. Pertanyaan wawancara difokuskan pada pengalaman belajar siswa, kesulitan yang mereka hadapi dalam mengembangkan CT dan SR, serta strategi guru dalam mendukung keterampilan tersebut.

Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Instrumen penelitian diuji validitas isi melalui penilaian oleh dua dosen ahli pendidikan sains dan seorang guru IPA berpengalaman. Mereka memberikan masukan terkait kesesuaian indikator dengan tujuan penelitian, kejelasan redaksi soal, serta relevansi konteks dengan kehidupan siswa SMP. Instrumen juga diuji coba pada kelompok kecil siswa di sekolah lain yang memiliki karakteristik serupa. Hasil uji coba menunjukkan bahwa instrumen memiliki reliabilitas tinggi dengan nilai Cronbach's Alpha 0,84, yang menunjukkan konsistensi internal soal sangat baik (Field, 2018).

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah pelaksanaan tes tertulis CT dan SR kepada seluruh siswa. Siswa diberi waktu yang cukup untuk mengerjakan soal, dan suasana tes dibuat kondusif agar hasil mencerminkan kemampuan sebenarnya. Tahap kedua adalah observasi terhadap aktivitas pembelajaran berbasis eksperimen. Observasi ini dilakukan untuk melihat secara langsung bagaimana siswa menampilkan indikator CT dan SR dalam situasi nyata. Tahap ketiga adalah wawancara dengan siswa dan guru. Wawancara dilakukan setelah tes dan observasi selesai, untuk menggali informasi tambahan tentang pengalaman belajar siswa dan perspektif guru mengenai tantangan dalam mengembangkan CT dan SR.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari tes dianalisis secara kuantitatif-deskriptif. Skor siswa dihitung berdasarkan rubrik penilaian yang telah disusun, kemudian dikategorikan ke dalam lima tingkat kemampuan: sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi (Juliati et al., 2020). Analisis statistik dilakukan menggunakan SPSS versi 25 dan Microsoft Excel untuk menghitung distribusi frekuensi, persentase, nilai rata-rata, dan standar deviasi. Selanjutnya, uji korelasi Pearson Product Moment digunakan untuk menganalisis hubungan antara CT dan SR dengan tingkat signifikansi 0,01.

Data observasi dianalisis menggunakan teknik analisis tematik. Indikator perilaku yang muncul dikode dan dikelompokkan ke dalam tema-tema tertentu, misalnya kecenderungan siswa dalam *decomposition* atau kesulitan mereka dalam *abstraction*. Wawancara dianalisis dengan cara transkripsi jawaban, pengodean, dan pencarian tema yang berkaitan dengan hasil tes dan observasi. Proses triangulasi data dilakukan dengan membandingkan hasil tes, observasi, dan wawancara, sehingga keabsahan temuan dapat dipertanggungjawabkan.

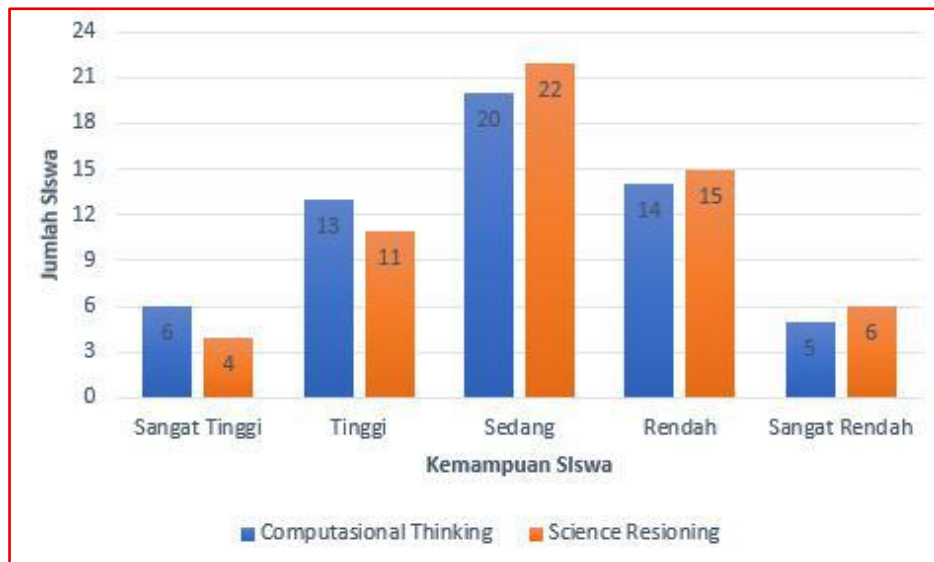
Pertimbangan Etis

Seluruh prosedur penelitian dilakukan dengan memperhatikan prinsip etika penelitian pendidikan. Siswa dan pihak sekolah diberi penjelasan tentang tujuan penelitian, dan partisipasi dilakukan secara sukarela. Data yang diperoleh dijaga kerahasiaannya, dan hasil penelitian hanya digunakan untuk kepentingan akademik. Dengan prosedur penelitian yang rinci ini, diharapkan pembaca memperoleh gambaran yang jelas sehingga penelitian dapat direplikasi dalam konteks serupa. Selain itu, metode yang digunakan memungkinkan penggalian data yang kaya, baik kuantitatif maupun kualitatif, sehingga temuan penelitian lebih komprehensif dan bermakna.

Hasil

Deskripsi Data Kemampuan Computational Thinking (CT)

Untuk mengukur kemampuan CT siswa, digunakan 10 soal terstruktur dengan rubrik indikator berdasarkan aspek: *decomposition*, *pattern recognition*, *abstraction*, dan *algorithmic thinking*. Hasil analisis data kemampuan CT dan SR dapat dilihat pada diagram batang yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil analisis data kemampuan CT dan SR siswa.

Sedangkan secara detail hasil analisis data kemampuan CT disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Distribusi Kemampuan *Computational Thinking* Siswa

Kategori	Rentang Skor	Jumlah Siswa	Persentase (%)
Sangat Tinggi	85–100	6	10,3%
Tinggi	70–84	13	22,4%
Sedang	55–69	20	34,5%
Rendah	40–54	14	24,1%
Sangat Rendah	< 40	5	8,6%
Jumlah	—	58	100%

Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar siswa (34,5%) berada pada kategori sedang, dengan hanya 10,3% siswa yang memiliki kemampuan CT sangat tinggi. Ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa masih berada pada tahap menengah dalam keterampilan pemecahan masalah secara sistematis.

Secara rinci, indikator decomposition dan pattern recognition memiliki rata-rata nilai tertinggi, yaitu 76 dan 74, yang menunjukkan bahwa siswa relatif mampu mengidentifikasi bagian-bagian masalah dan mengenali pola. Sementara itu, indikator algorithmic thinking hanya mencapai nilai rata-rata 58, yang menandakan masih rendahnya kemampuan siswa dalam merancang solusi langkah-demi-langkah (Weintrop et al., 2016; Grover & Pea, 2018).

Deskripsi Data Kemampuan Science Reasoning (SR)

Kemampuan *Science Reasoning* diukur melalui 10 soal berbasis konteks eksperimen dan fenomena ilmiah, dengan indikator: identifikasi variabel, hubungan sebab-akibat, prediksi, dan penalaran berdasarkan data.

Tabel 2. Distribusi Kemampuan *Science Reasoning* Siswa

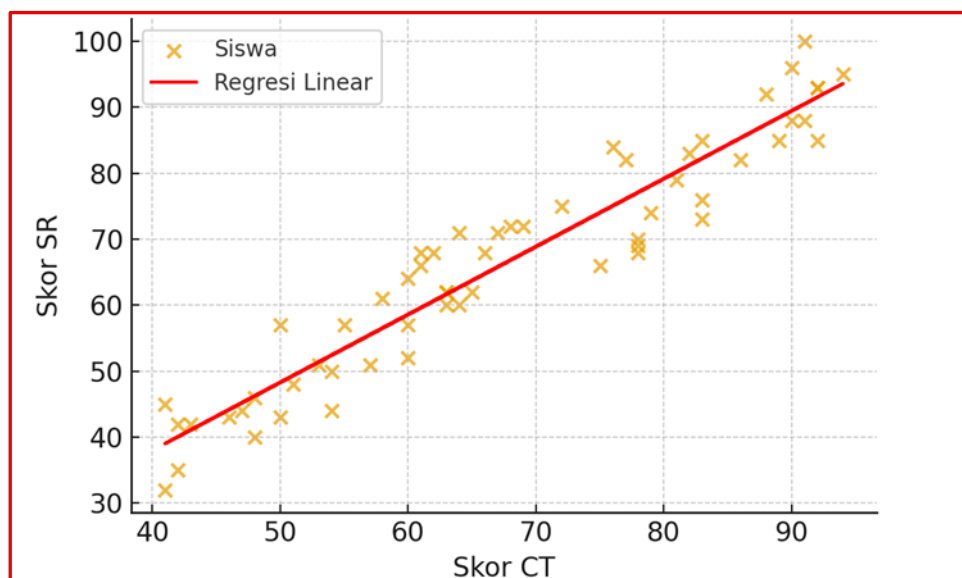
Kategori	Rentang Skor	Jumlah Siswa	Persentase (%)
Sangat Tinggi	85–100	4	6,9%
Tinggi	70–84	11	19,0%
Sedang	55–69	22	37,9%
Rendah	40–54	15	25,9%
Sangat Rendah	< 40	6	10,3%
Jumlah	—	58	100%

Sebagian besar siswa (37,9%) berada pada kategori sedang untuk kemampuan penalaran ilmiah, sementara hanya 6,9% berada pada kategori sangat tinggi. Hasil ini memperlihatkan bahwa siswa masih memerlukan dukungan dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah yang lebih kompleks.

Indikator yang paling menonjol adalah mengidentifikasi variabel (rata-rata skor 72) dan membuat prediksi (rata-rata 70), sedangkan menarik kesimpulan berdasarkan data masih rendah (rata-rata 56), menunjukkan kurangnya keterampilan siswa dalam menginterpretasikan informasi dari grafik atau tabel (Kind & Osborne, 2017; Zimmerman, 2015).

Hubungan antara CT dan SR

Uji korelasi Pearson Product Moment digunakan untuk mengetahui hubungan antara CT dan SR siswa. Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan positif signifikan dengan nilai korelasi $r = 0,642$ ($p < 0,01$). Hal ini ditampilkan secara visual dalam scatter plot pada Gambar 3.



Gambar 2. Scatter Plot Hubungan Computational Thinking (CT) dan Science Reasoning (SR).

Selain data kuantitatif, penelitian ini juga memperoleh data kualitatif dari observasi dan wawancara. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa cenderung lebih aktif ketika kegiatan pembelajaran berbasis eksperimen dan proyek, misalnya percobaan hukum Newton menggunakan mobil udara sederhana. Dari wawancara, beberapa siswa menyatakan masih mengalami kesulitan dalam menyusun algoritma langkah pemecahan masalah ketika tidak diberikan arahan eksplisit. Guru IPA yang diwawancarai mengonfirmasi bahwa strategi

pembelajaran berbasis eksplorasi dan pemodelan masih belum dilaksanakan secara sistematis di kelas.

Pembahasan

Temuan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori sedang baik pada aspek CT maupun SR memberikan gambaran bahwa pembelajaran IPA di tingkat SMP telah memberikan dasar keterampilan berpikir tingkat tinggi, tetapi belum secara optimal mengembangkan aspek-aspek kunci yang lebih kompleks. Decomposition dan pattern recognition menjadi keterampilan yang lebih dominan, kemungkinan besar karena kegiatan pembelajaran di kelas sudah terbiasa menekankan pemecahan masalah sederhana dan identifikasi pola dalam fenomena alam. Namun, kemampuan abstraction dan algorithmic thinking yang rendah menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa melakukan generalisasi konsep atau menyusun solusi dalam bentuk prosedur sistematis. Hal ini dapat disebabkan oleh metode pembelajaran yang masih dominan berbasis ceramah dan latihan soal rutin, sehingga kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir abstrak dan algoritmik relatif terbatas.

Pada aspek SR, dominasi keterampilan identifikasi variabel dan penyusunan hipotesis menunjukkan bahwa siswa cukup terlatih dalam keterampilan ilmiah dasar. Akan tetapi, kelemahan pada interpretasi data eksperimen memperlihatkan adanya kesenjangan antara kemampuan konseptual dan keterampilan analisis berbasis bukti. Siswa mungkin mampu membuat prediksi atau hipotesis, tetapi ketika berhadapan dengan data numerik atau grafik, mereka cenderung mengalami kesulitan dalam menarik kesimpulan logis. Temuan ini mengindikasikan perlunya strategi pembelajaran yang memberikan lebih banyak kesempatan bagi siswa untuk berlatih mengolah data, membuat grafik, dan melakukan analisis kuantitatif.

Hubungan positif signifikan antara CT dan SR ($r = 0,642$; $p < 0,01$) mempertegas asumsi teoretis bahwa keduanya saling mendukung. CT memberikan kerangka berpikir sistematis yang membantu siswa dalam mengurai masalah, sedangkan SR melatih siswa untuk menarik kesimpulan berbasis data. Dengan kata lain, CT membantu siswa memahami bagaimana cara memecahkan masalah, sementara SR membantu mereka menentukan mengapa solusi tersebut valid secara ilmiah.

Penelitian ini memperkuat temuan dari Wing (2011) yang menyatakan bahwa CT merupakan keterampilan universal yang relevan untuk semua disiplin ilmu, termasuk sains. Shute *et al.* (2017) juga menegaskan bahwa integrasi CT dalam pembelajaran sains mampu meningkatkan keterampilan analisis siswa. Hasil penelitian ini konsisten dengan studi internasional oleh Ching *et al.* (2021), yang menunjukkan bahwa kegiatan eksperimen berbasis simulasi dapat meningkatkan keterampilan CT sekaligus SR secara bersamaan.

Dalam konteks Indonesia, hasil penelitian ini mendukung temuan Nugroho & Wahyuni (2021) bahwa model pembelajaran berbasis problem solving mampu meningkatkan CT siswa SMP. Penelitian Fitriyani & Sari (2022) juga menunjukkan distribusi kemampuan CT siswa Indonesia masih dominan pada kategori sedang, yang sesuai dengan hasil penelitian ini. Di sisi lain, penelitian Marlina *et al.* (2019) menunjukkan bahwa SR siswa cenderung rendah jika pembelajaran tidak berbasis inkuiri atau eksplorasi, sebuah fenomena yang juga ditemukan dalam wawancara penelitian ini.

Namun demikian, penelitian ini juga menemukan bahwa kemampuan abstraction dan algorithmic thinking cenderung lebih rendah dibanding penelitian oleh Angeli & Valanides (2020), yang menekankan peran robotika pendidikan dalam melatih keterampilan algoritmik siswa. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis teknologi mungkin lebih efektif dalam

meningkatkan aspek-aspek CT tertentu, dan pembelajaran IPA di sekolah Indonesia masih memiliki ruang untuk penguatan aspek ini.

Secara praktis, hasil penelitian ini memiliki implikasi langsung terhadap praktik pembelajaran IPA. Guru perlu mendesain pembelajaran yang lebih menekankan pada aktivitas eksploratif, seperti eksperimen terbuka atau proyek berbasis masalah, yang tidak hanya melibatkan perhitungan sederhana tetapi juga mengharuskan siswa untuk membuat model, menafsirkan data, dan menyusun algoritma pemecahan masalah. Selain itu, penggunaan teknologi digital seperti simulasi komputer, aplikasi analisis data, atau pemrograman sederhana dapat menjadi sarana untuk meningkatkan abstraction dan algorithmic thinking siswa.

Secara teoretis, penelitian ini menegaskan bahwa CT dan SR tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran sains. Keduanya merupakan keterampilan kognitif yang saling mendukung dan berkontribusi pada pengembangan literasi sains siswa. Hasil ini memberikan kontribusi baru dengan menunjukkan bahwa keterkaitan CT dan SR juga berlaku pada topik dasar fisika seperti gerak dan gaya, yang sebelumnya jarang menjadi fokus penelitian dalam konteks SMP di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini memperluas pemahaman tentang integrasi CT dan SR tidak hanya dalam topik-topik kompleks atau berbasis teknologi, tetapi juga dalam konsep dasar yang fundamental.

Sebagaimana penelitian lain, penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian hanya dilakukan di satu sekolah dengan jumlah responden 58 siswa, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan untuk seluruh populasi siswa SMP di Indonesia. Kedua, instrumen tes yang digunakan meskipun valid dan reliabel, masih didominasi oleh soal tertulis sehingga mungkin belum sepenuhnya mencerminkan proses berpikir siswa dalam konteks nyata. Ketiga, observasi dan wawancara yang dilakukan hanya pada sebagian siswa dan guru, sehingga kemungkinan belum mencakup variasi pengalaman belajar yang lebih luas.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sampel pada berbagai sekolah dengan kondisi berbeda agar hasil lebih representatif. Penggunaan metode campuran (mixed methods) dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses berpikir siswa. Instrumen penilaian juga sebaiknya diperluas dengan menggunakan asesmen autentik seperti proyek, portofolio, atau rubrik kinerja. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi penggunaan teknologi digital dan media pembelajaran berbasis pemrograman untuk menguatkan keterampilan abstraction dan algorithmic thinking. Studi jangka panjang juga perlu dilakukan untuk melihat dampak pengembangan CT dan SR terhadap capaian akademik siswa serta keterampilan abad ke-21 lainnya, seperti kolaborasi dan kreativitas.

Kesimpulan

Penelitian ini menemukan bahwa kemampuan *Computational Thinking* (CT) dan *Science Reasoning* (SR) siswa SMP IT PAPB Semarang pada materi gerak dan gaya secara umum masih berada pada kategori sedang. Pada aspek CT, siswa relatif lebih mampu melakukan decomposition dan pattern recognition, namun masih mengalami kesulitan dalam abstraction dan algorithmic thinking. Pada aspek SR, keterampilan identifikasi variabel dan penyusunan hipotesis lebih menonjol, sedangkan interpretasi data eksperimen masih rendah. Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan positif signifikan antara CT dan SR, yang menegaskan bahwa keterampilan berpikir komputasional dapat mendukung penguatan keterampilan penalaran ilmiah.

Meskipun demikian, temuan ini tidak dapat digeneralisasikan secara luas mengingat penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah sampel terbatas. Instrumen yang digunakan juga masih berbasis tes tertulis, sehingga kemungkinan belum sepenuhnya menangkap proses berpikir siswa secara autentik. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai potret awal mengenai profil CT dan SR siswa SMP pada konteks tertentu, yang perlu dikaji lebih lanjut dalam cakupan yang lebih luas dan dengan instrumen penilaian yang lebih bervariasi.

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat pemahaman bahwa CT dan SR merupakan keterampilan kognitif yang saling berkaitan dalam pembelajaran sains, sehingga pengembangan keduanya secara simultan sangat penting untuk mendukung tujuan pendidikan abad ke-21. Secara praktis, penelitian ini memberikan kontribusi berupa rekomendasi perlunya integrasi pembelajaran berbasis proyek, inkuiri, dan STEAM-ESD untuk mendorong siswa tidak hanya memahami konsep secara faktual, tetapi juga berpikir kritis, sistematis, dan berbasis bukti. Dengan demikian, penelitian ini telah memajukan pengetahuan ilmiah dengan menegaskan hubungan CT dan SR pada konteks pembelajaran fisika di SMP, sekaligus membuka peluang penelitian lanjutan yang lebih mendalam dan komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Magister Pendidikan IPA Universitas Persatuan Guru Republik Indonesia (UPGRIS) Semarang yang telah memberikan dukungan akademik dan bimbingan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada SMP IT PAPB Semarang yang telah memberikan izin penelitian serta fasilitas untuk pelaksanaan tes, observasi, dan wawancara sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik.

Penulis juga menghargai kontribusi para dosen pembimbing dan rekan sejawat yang telah memberikan masukan berharga dalam penyusunan instrumen, analisis data, serta penyempurnaan naskah artikel ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh siswa kelas VIII SMP IT PAPB Semarang yang telah berpartisipasi aktif dalam penelitian ini. Sebagian dari temuan awal penelitian ini telah dipresentasikan dalam deseminasi dengan rekan sejawat, sehingga masukan dari para peserta kegiatan turut memperkaya penyempurnaan artikel ini. Dukungan moral dari keluarga dan rekan-rekan peneliti juga sangat berarti dalam penyelesaian karya ilmiah ini.

References

- Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young students' computational thinking with educational robotics. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(2), 368–382. <https://doi.org/10.1002/cae.22195>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2017). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Interactive Learning Environments*, 25(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1339200>
- Chalmers, C., & Nason, R. (2022). Computational thinking and STEM integration: A review of research. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1741–1760. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10636-z>
- Çalik, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2017). Investigating the effectiveness of conceptual change text-oriented instruction on overcoming grade 10 students' alternative conceptions of force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(4), 555–593. <https://doi.org/10.1007/s10763-006-9055-7>

- Demirdöğen, B., Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Çalik, M. (2016). Investigating preservice science teachers' pedagogical content knowledge in the context of teaching the nature of science. *Research in Science Education*, 46(4), 555–588. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9467-9>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fitriyani, A., & Sari, D. P. (2022). Analisis kemampuan berpikir komputasional siswa SMP dalam menyelesaikan masalah IPA. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 7(1), 11–20. <https://doi.org/10.26877/jipf.v7i1.10412>
- Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In S. Sentance et al. (Eds.), *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school* (pp. 19–38). Bloomsbury Academic.
- Hidayat, T., & Susanti, E. (2020). Pengaruh pembelajaran berbasis proyek terhadap keterampilan penalaran ilmiah siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 79–88. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15700>
- Kind, P., & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: A cultural rationale for science education? *Science Education*, 101(1), 8–31. <https://doi.org/10.1002/sce.21251>
- Lawson, A. E. (2000). *Classroom test of scientific reasoning: Revised edition*. Arizona State University.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A., Graesser, A., Benson, L., English, L., & Duschl, R. (2020). On thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00027-7>
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2016). Review on teaching and learning of computational thinking through programming. *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.013>
- Marlina, D., Kusnadi, & Yusuf, M. (2019). Profil penalaran ilmiah siswa SMP dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v15i1.20812>
- Redish, E. F. (2017). Teaching physics with real-world contexts. *Physics Education Research*, 54(2), 245–259.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Suprpto, N., & Suryani, N. (2019). Profil penalaran ilmiah siswa SMP dalam menyelesaikan masalah fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v15i1.20812>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Thinking computationally in science. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 9–27. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09811-9>
- 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>
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? *The Link Magazine*, 6–11.

- Yeo, S., & Zadnik, M. (2016). Students' understanding of force and motion concepts: A review of research. *International Journal of Science Education*, 23(2), 213–232. <https://doi.org/10.1080/09500690110066432>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
- Zimmerman, C. (2015). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 35, 34–55. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.12.001>

---Halaman ini sengaja dikosongkan---