EDUMASPUL:
Jurnal Pendidikan
P-ISSN 2548-8201 | E-ISSN 2580-0469

Vol. 10 No. 2 (2026), 1458-1471
DOI: https://doi.org/10.33487/edumaspul.v10i2.600

Exploring Elementary School Students' Thinking Strategies in Solving Cryptarithmetic Puzzles

Eksplorasi Strategi Berpikir Siswa Sekolah Dasar dalam Menyelesaikan Teka-Teki Cryptarithmetic

Nadar

Universitas Muhammadiyah Enrekang, Indonesia
Corresponding author: nadarunimen@gmail.com

Received	Revised	Accepted	Published
26/08/2026	17/09/2026	22/10/2026	**08/11/2026**

Abstract: *Mathematical problem-solving requires elementary school students to integrate numerical understanding, strategic reasoning, and solution verification. This study aims to explore students' mathematical thinking strategies when solving cryptarithmetic puzzles across three levels of task complexity. Using a qualitative case study design, the study involved 24 fifth-grade students at UPT SD Negeri 115 Pinrang, Indonesia. Data were collected through written problem-solving tasks, classroom observations, and students' written reflections, and analyzed using deductive–inductive thematic analysis. The analysis focused on strategy selection, strategic changes, constraint-based reasoning, and solution verification. The findings [insert verified results concerning strategy variation, strategic revision, and mathematical justification]. Particular attention was given to distinguishing arithmetic accuracy from compliance with symbolic constraints. The study emphasizes that correct answers alone do not fully represent the quality of students' mathematical reasoning. Cryptarithmetic puzzles provide a meaningful context for exploring strategy variation, error monitoring, and mathematical justification. These insights highlight the potential of cryptarithmetic as a learning activity and formative assessment tool that supports reflective, process-oriented mathematics instruction in elementary education.*

Keywords: *Cryptarithmetic; mathematical thinking strategies; mathematical reasoning; problem-solving; elementary education*

Abstrak: *Pemecahan masalah matematika menuntut siswa sekolah dasar mengintegrasikan pemahaman bilangan, penalaran strategis, dan verifikasi solusi. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi strategi berpikir matematis siswa dalam menyelesaikan teka-teki cryptarithmetic pada tiga tingkat kompleksitas tugas. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus yang melibatkan 24 siswa kelas V UPT SD Negeri 115 Pinrang. Data dikumpulkan melalui lembar penyelesaian tugas, observasi pembelajaran, dan refleksi tertulis siswa, kemudian dianalisis menggunakan analisis tematik dengan pengodean deduktif-induktif. Analisis difokuskan pada pemilihan strategi, perubahan pendekatan, penalaran berbasis kendala, dan verifikasi solusi. Hasil penelitian [masukkan temuan terverifikasi mengenai variasi strategi, revisi strategi, dan justifikasi matematis]. Perhatian khusus diberikan pada perbedaan antara ketepatan operasi aritmetika dan pemenuhan kendala simbolik. Penelitian ini menegaskan bahwa ketepatan jawaban saja belum sepenuhnya merepresentasikan kualitas penalaran matematis siswa. Teka-teki cryptarithmetic menyediakan konteks yang bermakna untuk mengeksplorasi variasi strategi, pemantauan kesalahan, dan justifikasi matematis. Temuan ini menunjukkan potensi cryptarithmetic sebagai aktivitas pembelajaran dan sarana asesmen formatif yang mendukung pembelajaran matematika reflektif dan berorientasi pada proses di sekolah dasar*

Kata kunci: *Cryptarithmetic; strategi berpikir matematis; penalaran matematis; pemecahan masalah; pendidikan dasar*

CITATION:	Nadar, N. (2026). Exploring Elementary School Students' Thinking Strategies in Solving Cryptarithmetic Puzzles. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, *10*(2), 1458–1471. https://doi.org/10.33487/edumaspul.v10i2.600
COPYRIGHT:	© 2026. The Author(s). Open access under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

PENDAHULUAN

Kemampuan penalaran matematis dan pemecahan masalah merupakan kompetensi mendasar dalam pendidikan matematika sekolah dasar karena memungkinkan siswa memahami hubungan antarbilangan, membangun argumentasi logis, serta menentukan strategi penyelesaian terhadap persoalan yang tidak selalu memiliki prosedur langsung. Pembelajaran matematika perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami masalah, mengembangkan dugaan, mengeksplorasi alternatif penyelesaian, dan memverifikasi

kebenaran jawaban. Santos-Trigo (2024) menjelaskan bahwa pemecahan masalah matematika merupakan proses penyelidikan yang melibatkan perumusan masalah, eksplorasi representasi, pengembangan strategi, dan penyusunan argumentasi untuk mendukung solusi. Perspektif tersebut sejalan dengan Valenta et al. (2024), yang menekankan pentingnya pengembangan klaim serta justifikasi matematis dalam proses pembelajaran. Namun, Alderton dan Pratt (2025) mengingatkan bahwa aktivitas penalaran di kelas dapat mengalami penyederhanaan menjadi pelaksanaan prosedur yang telah ditentukan. Dalam konteks argumentasi akademik, Mustakim et al. (2026) juga menunjukkan pentingnya hubungan yang dapat ditelusuri antara klaim dan bukti pendukung. Meskipun dilakukan pada bidang pembelajaran bahasa, prinsip tersebut memberikan perspektif bahwa kualitas suatu jawaban perlu dipahami melalui alasan yang mendasarinya. Dengan demikian, eksplorasi strategi berpikir siswa menjadi penting untuk mengungkap proses matematis yang tidak selalu terlihat melalui ketepatan jawaban akhir.

Persoalan tersebut memiliki relevansi dengan kondisi numerasi pendidikan dasar di Indonesia. Berdasarkan data Asesmen Nasional yang dipublikasikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (2025), proporsi siswa yang mencapai kompetensi minimum numerasi meningkat dari 45,24% pada 2022 menjadi 62,45% pada 2023 dan 67,94% pada 2024. Meskipun menunjukkan perkembangan positif, capaian tersebut juga mengindikasikan masih adanya kelompok siswa yang belum mencapai kompetensi minimum numerasi, dengan distribusi peningkatan yang belum merata antardaerah. Penelitian Hidayah dan Murti (2025) terhadap 56 siswa kelas V menunjukkan adanya variasi kemampuan pada tahapan pemecahan masalah, terutama dalam melaksanakan strategi dan memeriksa kembali penyelesaian. Temuan yang sejalan dilaporkan Ahyar et al. (2026), yang mengidentifikasi bahwa tahap pemeriksaan kembali memperoleh skor paling rendah dibandingkan tahapan pemecahan masalah lainnya pada siswa sekolah dasar. Hasil tersebut memperkuat pentingnya mengkaji proses berpikir matematis secara lebih mendalam, khususnya bagaimana siswa memilih, menerapkan, dan mengevaluasi strategi penyelesaian.

Masalah matematika nonrutin menyediakan konteks yang relevan untuk mengamati aktivitas tersebut. Berbeda dengan soal rutin yang dapat diselesaikan melalui penerapan algoritma yang telah dikenal, masalah nonrutin menuntut siswa menginterpretasikan informasi, mengidentifikasi hubungan, dan mengevaluasi berbagai kemungkinan penyelesaian. Stewart dan Ball (2023) menunjukkan bahwa tantangan matematis yang produktif dapat mendorong eksplorasi strategi, sedangkan Rahayuningsih et al. (2020) mengidentifikasi fleksibilitas kognitif siswa melalui pengenalan pola, perhitungan mental, dan perubahan pendekatan pemecahan masalah. Penelitian Fendrik et al. (2024) dan Fitriani (2025) juga menegaskan pentingnya pendekatan pembelajaran yang mengembangkan kemampuan pemecahan masalah. Dalam kajian lintas disiplin, Asbar dan Ismail (2026) memperlihatkan bahwa ketidakpastian dapat menjadi bagian produktif dari pembelajaran ketika peserta didik terdorong mempertanyakan, mengevaluasi bukti, dan memperbaiki argumentasi. Namun, dalam pendidikan matematika, proses eksplorasi tersebut memerlukan penelusuran berdasarkan alasan matematis yang benar-benar digunakan siswa, bukan sekadar banyaknya alternatif jawaban yang dihasilkan.

Kemampuan menyelesaikan persoalan nonrutin berkaitan erat dengan penguasaan konsep bilangan dan operasi aritmetika. Rittle-Johnson et al. (2015) menegaskan bahwa pengetahuan konseptual dan prosedural memiliki hubungan timbal balik dalam perkembangan kemampuan matematika. Luneta (2022) menunjukkan adanya keterkaitan antara kesalahan operasi bilangan multidigit dan pemahaman nilai tempat, sedangkan Fyfe et al. (2022) menemukan bahwa pertanyaan metakognitif dapat mendukung pemahaman kesetaraan matematis dan hubungan aritmetika. Kesulitan dalam mengoordinasikan berbagai konsep tersebut juga relevan dengan temuan Kurniawan et al. (2023), Chn et al. (2026), dan Listiyani et al. (2026), yang mengidentifikasi tantangan siswa dalam memahami masalah, membangun dugaan, dan mengevaluasi penyelesaian. Oleh karena itu, kesalahan matematis perlu ditafsirkan secara hati-hati karena dapat mencerminkan keterbatasan prosedural, pemahaman konseptual, ataupun strategi pemecahan masalah yang belum terorganisasi.

Salah satu bentuk masalah nonrutin yang memungkinkan pengamatan terhadap aktivitas tersebut adalah teka-teki *cryptarithmetic*. Teka-teki ini menggunakan huruf sebagai pengganti digit sehingga siswa harus menentukan nilai yang memenuhi hubungan aritmetika dan sejumlah aturan simbolik. Pada bentuk konvensional, huruf yang sama mewakili digit yang sama, huruf berbeda merepresentasikan digit berbeda, dan digit pertama suatu bilangan tidak boleh bernilai nol. Penyelesaiannya menuntut koordinasi antara nilai tempat, operasi hitung, pola bilangan, pengujian kemungkinan, dan penalaran berdasarkan aturan. Yumiati et al. (2026) menjelaskan bahwa *cryptarithmetic* dapat berfungsi sebagai tugas epistemik untuk mengungkap penalaran numerik ketika siswa menghadapi kendala yang saling berinteraksi.

Dengan demikian, teka-teki tersebut berpotensi menjadi sarana diagnostik untuk memahami proses berpikir siswa, bukan sekadar menentukan benar atau salahnya jawaban.

Penelitian mengenai *cryptarithmetic* telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Prastiwi dan Alaiya (2025, 2026) mengkaji karakteristik berpikir komputasional siswa yang mencakup dekomposisi, abstraksi, penalaran algoritmik, dan generalisasi. Yumiati et al. (2026) memperluas kajian tersebut melalui penelusuran penalaran numerik siswa kelas V, dengan menekankan bahwa kompleksitas masalah dipengaruhi oleh interaksi antarkendala matematis. Sementara itu, Rofiki et al. (2026) meneliti pengembangan konten pembelajaran interaktif untuk mendukung ketepatan pemecahan masalah *cryptarithmetic*. Penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi penting, tetapi masih menyediakan ruang bagi eksplorasi yang lebih terperinci mengenai bagaimana siswa memilih strategi awal, mengidentifikasi ketidaksesuaian, mengubah pendekatan, dan memberikan justifikasi terhadap solusi dalam rangkaian tugas yang berbeda.

Pentingnya penelusuran perubahan strategi juga didukung penelitian terkait berpikir komputasional dan metakognisi. Moral-Sánchez et al. (2026) menunjukkan bahwa aktivitas pengujian berulang dan perbaikan kesalahan dapat muncul dalam pemecahan masalah matematika, sedangkan Smith (2024) dan Livy et al. (2026) menegaskan pentingnya komunikasi serta pertanyaan reflektif untuk mengungkap penalaran siswa. Oudman et al. (2022), Nováková (2024), serta Kusaka dan Ndihokubwayo (2022) menunjukkan relevansi pemantauan dan regulasi diri dalam pemecahan masalah matematika sekolah dasar. Dalam konteks Indonesia, Putri et al. (2024), Purwaningsih et al. (2025), dan Yeza et al. (2025) memperkuat pentingnya perencanaan, pemantauan, serta evaluasi terhadap proses penyelesaian. Ismail dan Jabri (2026), dalam konteks pembelajaran bahasa, turut memperlihatkan bagaimana revisi bertahap dan refleksi dapat mendukung evaluasi hasil pekerjaan. Secara konseptual, rangkaian penelitian tersebut memberikan alasan untuk membedakan kegiatan mencoba secara acak, melakukan pengujian sistematis, merevisi strategi berdasarkan bukti, dan memverifikasi solusi.

Dalam konteks wilayah penelitian, Kabupaten Pinrang merupakan salah satu wilayah yang relevan untuk pengkajian kemampuan pemecahan masalah matematika sekolah dasar. Penelitian Fajar et al. (2024) pada siswa kelas V UPT SD Negeri 228 Pinrang melaporkan adanya hasil belajar matematika yang belum memenuhi kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran. Temuan ini memberikan bukti bahwa persoalan pembelajaran matematika telah terdokumentasi pada salah satu sekolah dasar di Kabupaten Pinrang, meskipun tidak dapat dianggap mewakili seluruh sekolah di wilayah tersebut. Secara khusus, penelitian ini mengambil lokasi di UPT SD Negeri 115 Pinrang, satuan pendidikan negeri dengan NPSN 40305200 yang berlokasi di Sengae, Kelurahan Mattiro Ade, Kecamatan Patampanua, Kabupaten Pinrang. Berdasarkan data referensi Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, sekolah tersebut tercatat memiliki akreditasi B. Informasi tersebut memberikan dasar identifikasi lokus, tetapi belum menjelaskan kemampuan penalaran matematis siswa kelas V secara empiris.

Untuk memperkuat dasar pemilihan lokus, penelitian ini memerlukan bukti awal yang bersumber dari hasil pekerjaan matematika siswa kelas V, observasi proses pembelajaran, wawancara guru, atau asesmen diagnostik tugas nonrutin. Data awal tersebut perlu memperlihatkan apakah siswa mengalami kesulitan dalam memahami aturan bilangan, menggunakan nilai tempat, menentukan strategi, menjelaskan alasan, atau memverifikasi penyelesaian. Jumlah siswa yang menunjukkan setiap karakteristik, contoh kesalahan, dan bentuk penjelasan siswa harus dilaporkan berdasarkan bukti aktual. Pengumpulan data tersebut penting agar masalah penelitian pada UPT SD Negeri 115 Pinrang tidak hanya didasarkan pada generalisasi penelitian terdahulu atau capaian numerasi tingkat nasional. Selain itu, Samad et al. (2026) menunjukkan relevansi penggabungan beberapa sumber data kualitatif untuk memahami pengalaman belajar peserta didik. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut dapat diadaptasi melalui analisis pekerjaan tertulis, observasi proses penyelesaian, dan wawancara berbasis tugas yang disesuaikan dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

Berdasarkan sintesis literatur, kajian *cryptarithmetic* telah memberikan pengetahuan mengenai berpikir komputasional, penalaran numerik, kompleksitas kendala, dan pengembangan media pembelajaran. Namun, pemahaman mengenai dinamika strategi berpikir individual, terutama hubungan antara pemilihan strategi, pemantauan kesalahan, perubahan pendekatan, dan justifikasi solusi, masih dapat diperdalam. Santos-Trigo (2024) menempatkan pemecahan masalah sebagai proses eksplorasi dan argumentasi, sedangkan Ahyar et al. (2026) memperlihatkan pentingnya membedakan kemampuan siswa pada berbagai tahapan, termasuk evaluasi hasil. Kedua perspektif tersebut memberikan dasar untuk menelaah strategi berpikir sebagai proses yang dapat mengalami perubahan, bukan sebagai urutan prosedural yang selalu berlangsung secara linear. Kebaruan yang diusulkan dalam penelitian ini terletak pada eksplorasi strategi matematis pada tingkat episode

pemecahan masalah melalui tugas *cryptarithmetic* dengan karakteristik kendala yang bervariasi.

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi strategi berpikir siswa kelas V UPT SD Negeri 115 Pinrang ketika menyelesaikan teka-teki *cryptarithmetic*. Secara khusus, penelitian diarahkan untuk menjawab tiga pertanyaan: (1) Bagaimana strategi berpikir matematis yang digunakan siswa kelas V dalam menyelesaikan teka-teki *cryptarithmetic*? (2) Bagaimana siswa mengubah dan mengevaluasi strategi ketika menghadapi teka-teki dengan karakteristik kendala yang berbeda? dan (3) Bagaimana pemahaman nilai tempat, pola bilangan, dan aturan aritmetika tercermin dalam penjelasan serta verifikasi solusi siswa? Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi terhadap pemahaman proses penalaran matematis siswa sekolah dasar dan menyediakan kerangka analisis yang memungkinkan replikasi penelitian pada konteks pendidikan dasar lainnya.

KAJIAN LITERATUR

Strategi Berpikir dan Penalaran Matematis Siswa Sekolah Dasar

Strategi berpikir matematis merupakan serangkaian proses kognitif yang digunakan siswa untuk memahami masalah, mengidentifikasi informasi, membangun hubungan matematis, menentukan langkah penyelesaian, serta mengevaluasi ketepatan solusi. Strategi tersebut tidak selalu berlangsung secara linear, melainkan dapat berubah sesuai pemahaman siswa terhadap karakteristik masalah. Santos-Trigo (2024) menegaskan bahwa pemecahan masalah matematika merupakan aktivitas penyelidikan yang melibatkan eksplorasi representasi, pengembangan dugaan, pengujian alternatif, dan pembentukan argumentasi. Valenta et al. (2024) juga menempatkan konstruksi dan pembenaran klaim matematis sebagai komponen penting dalam memahami kualitas penalaran siswa.

Pada jenjang sekolah dasar, strategi berpikir dapat tercermin melalui penggunaan operasi bilangan, identifikasi pola, perhitungan mental, dan pemilihan prosedur alternatif. Rahayuningsih et al. (2020) menunjukkan bahwa fleksibilitas kognitif berperan dalam penggunaan strategi pemecahan masalah yang beragam. Sementara itu, Hidayah dan Murti (2025) serta Ahyar et al. (2026) mengidentifikasi bahwa siswa dapat mengalami kesulitan ketika melaksanakan strategi dan memeriksa kembali penyelesaian. Oleh karena itu, analisis strategi berpikir perlu memperhatikan proses pengambilan keputusan siswa, bukan hanya kebenaran jawaban akhir.

Cryptarithmetic sebagai Sarana Eksplorasi Pemecahan Masalah Nonrutin

Cryptarithmetic merupakan teka-teki aritmetika yang menggunakan huruf sebagai representasi digit. Dalam aturan konvensional, setiap huruf mewakili satu digit yang konsisten, huruf berbeda merepresentasikan digit berbeda, dan digit awal suatu bilangan tidak boleh bernilai nol. Penyelesaiannya menuntut siswa mengintegrasikan pemahaman nilai tempat, operasi aritmetika, identifikasi pola bilangan, serta penalaran berdasarkan batasan matematis.

Prastiwi dan Alaiya (2025, 2026) mengkaji penyelesaian *cryptarithmetic* melalui perspektif berpikir komputasional, termasuk dekomposisi, abstraksi, algoritme, dan generalisasi. Yumiati et al. (2026) memperluas pemahaman tersebut dengan menunjukkan bahwa kompleksitas penalaran dipengaruhi oleh interaksi antarkendala matematis, bukan sekadar jenis operasi hitung. Temuan tersebut memperlihatkan potensi *cryptarithmetic* sebagai tugas diagnostik untuk mengidentifikasi proses berpikir numerik siswa. Rofiki et al. (2026) selanjutnya mengkaji pengembangan konten interaktif *cryptarithmetic* untuk mendukung ketepatan pemecahan masalah.

Berbeda dengan penelitian yang berorientasi pada ketepatan jawaban atau karakterisasi kemampuan komputasional, penelitian ini memusatkan perhatian pada dinamika strategi siswa selama menyelesaikan teka-teki. Fokus analisis mencakup bagaimana siswa menentukan dugaan awal, memanfaatkan aturan matematis, mengenali ketidaksesuaian, mengubah strategi, dan membenarkan solusi yang diperoleh.

Penalaran Berbasis Nilai Tempat, Pola Bilangan, dan Kendala Matematis

Kemampuan menyelesaikan *cryptarithmetic* berkaitan dengan pemahaman hubungan konseptual dan prosedural dalam matematika. Rittle-Johnson et al. (2015) menunjukkan bahwa kedua bentuk pengetahuan tersebut berkembang secara timbal balik. Luneta (2022) menemukan keterkaitan antara kesalahan perhitungan bilangan multidigit dan pemahaman nilai tempat, sedangkan Fyfe et al. (2022) memperlihatkan kontribusi pertanyaan metakognitif terhadap pemahaman hubungan aritmetika.

Dalam *cryptarithmetic*, siswa perlu mengoordinasikan hubungan tersebut dengan kendala simbolik. Strategi yang muncul dapat berupa percobaan acak, pengujian sistematis, identifikasi pola, penggunaan nilai tempat, atau deduksi berdasarkan aturan. Namun, penggunaan strategi tertentu tidak secara otomatis menunjukkan kualitas penalaran yang lebih tinggi. Penalaran perlu ditafsirkan berdasarkan ketepatan hubungan matematis dan alasan yang mendasari keputusan siswa.

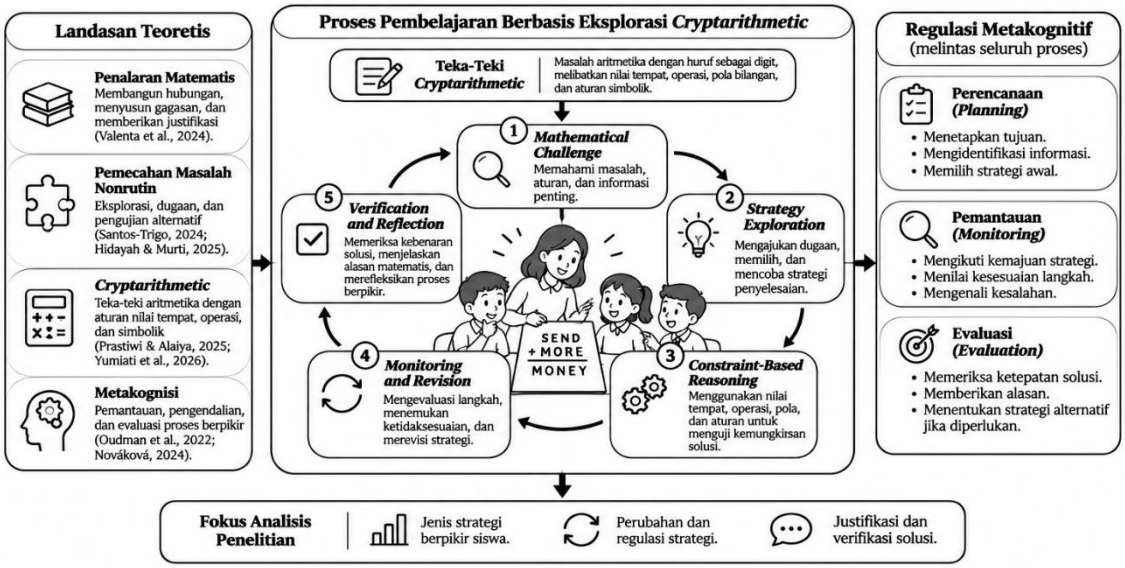
Regulasi Metakognitif dalam Perubahan Strategi

Metakognisi berkaitan dengan kemampuan individu memantau, mengendalikan, dan mengevaluasi proses berpikirnya. Dalam pemecahan masalah matematika, regulasi metakognitif memungkinkan siswa mengenali kesalahan, menilai kelayakan strategi, dan menentukan langkah perbaikan. Oudman et al. (2022) menunjukkan pentingnya ketepatan pemantauan dan regulasi ketika siswa mengevaluasi penyelesaian matematika. Nováková (2024) serta Purwaningsih et al. (2025) juga menegaskan relevansi evaluasi diri dan proses berpikir metakognitif pada siswa sekolah dasar.

Penelitian Moral-Sánchez et al. (2026) memperlihatkan bahwa pengujian berulang dan perbaikan kesalahan dapat menjadi bagian dari aktivitas pemecahan masalah. Dalam konteks pembelajaran lintas disiplin, Asbar dan Ismail (2026) menekankan peran eksplorasi dan revisi argumentasi, sementara Ismail dan Jabri (2026) menunjukkan pentingnya refleksi dalam memperbaiki hasil pekerjaan. Mustakim et al. (2026) turut menegaskan hubungan antara klaim dan bukti dalam pengembangan argumentasi akademik. Meskipun berasal dari konteks pembelajaran bahasa, penelitian tersebut memberikan perspektif pendukung mengenai pentingnya refleksi dan justifikasi.

Kerangka Konseptual Pembelajaran Berbasis Eksplorasi Cryptarithmetic

Kerangka konseptual penelitian ini mengintegrasikan pemecahan masalah berbasis penyelidikan (Santos-Trigo, 2024), penalaran dan justifikasi matematis (Valenta et al., 2024), penalaran numerik berbasis kendala (Yumiati et al., 2026), serta regulasi metakognitif (Oudman et al., 2022). Integrasi tersebut menjadi landasan untuk mengeksplorasi bagaimana siswa memahami masalah, memilih strategi, mengevaluasi kesalahan, dan memverifikasi solusi.



Gambar 1. Kerangka konseptual pembelajaran berbasis eksplorasi cryptarithmetic. Sumber: Diadaptasi dari Santos-Trigo (2024), Valenta et al. (2024), Yumiati et al. (2026), dan Oudman et al. (2022). (Visualisasi dibuat dengan bantuan AI, OpenAI, 2026).

Keterangan: Kerangka konseptual ini mengintegrasikan penalaran matematis, pemecahan masalah nonrutin, penalaran berbasis kendala, dan regulasi metakognitif melalui lima tahapan yang bersifat dinamis dan berulang. Kerangka tersebut digunakan untuk mengeksplorasi jenis strategi berpikir, perubahan strategi, serta kemampuan siswa dalam memberikan justifikasi dan memverifikasi solusi. Kerangka dikembangkan berdasarkan Santos-Trigo (2024), Valenta et al. (2024), Yumiati et al. (2026), dan Oudman et al. (2022). (Visualisasi dibuat dengan bantuan AI, OpenAI, 2026).

Sebagaimana disajikan pada Gambar 1, kerangka konseptual mencakup lima komponen yang saling berkaitan, yaitu *Mathematical Challenge* (memahami tantangan), *Strategy Exploration* (mengeksplorasi strategi), *Constraint-Based Reasoning* (menalar berdasarkan kendala matematis), *Monitoring and Revision* (memantau dan memperbaiki strategi), serta *Verification and Reflection* (memverifikasi solusi dan merefleksikan proses berpikir). Kelima komponen berlangsung secara dinamis dan berulang, dengan perencanaan, pemantauan, dan evaluasi metakognitif yang menyertai seluruh proses. Kerangka ini digunakan sebagai panduan untuk mengamati dan menganalisis strategi berpikir siswa melalui lembar pekerjaan, observasi, dan penjelasan verbal, bukan sebagai model pembelajaran yang telah teruji efektivitasnya (Samad et al., 2026).

Berdasarkan kajian literatur, strategi berpikir siswa dalam menyelesaikan *cryptarithmetic* dipahami sebagai proses dinamis yang mempertemukan pengetahuan bilangan, penalaran berbasis aturan, pemilihan strategi, dan regulasi metakognitif. Karakteristik kendala pada setiap teka-teki menjadi konteks yang memungkinkan variasi strategi muncul, sedangkan pekerjaan tertulis dan penjelasan siswa menjadi dasar untuk menafsirkan proses tersebut.

METODE

Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus untuk mengeksplorasi strategi berpikir siswa dalam menyelesaikan teka-teki *cryptarithmetic*. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti mengidentifikasi dan menganalisis proses pemecahan masalah berdasarkan aktivitas, langkah penyelesaian, dan refleksi tertulis siswa. Penelitian dilaksanakan di UPT SD Negeri 115 Pinrang, Kecamatan Patampanua, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan. Fokus penelitian diarahkan pada jenis strategi, perubahan pendekatan, serta kemampuan siswa memberikan justifikasi dan memverifikasi solusi matematis.

Partisipan Penelitian

Partisipan penelitian terdiri atas 24 siswa kelas V UPT SD Negeri 115 Pinrang. Seluruh siswa dilibatkan dalam kegiatan penyelesaian teka-teki *cryptarithmetic* untuk memperoleh gambaran keragaman strategi berpikir. Penelitian menggunakan teknik *total sampling* karena seluruh siswa dalam kelas yang diteliti dijadikan partisipan. Unit analisis penelitian berupa aktivitas dan episode pemecahan masalah yang tercermin dalam pekerjaan tertulis serta perilaku siswa selama menyelesaikan tugas.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi lembar tugas *cryptarithmetic*, pedoman observasi, dan lembar refleksi tertulis. Lembar tugas dirancang dalam tiga tingkat kompleksitas, yaitu dasar, menengah, dan lanjutan, dengan mempertimbangkan jumlah simbol, nilai tempat, operasi aritmetika, serta interaksi kendala matematis. Setiap tugas dilengkapi ruang untuk mencatat langkah penyelesaian, percobaan, dan perbaikan jawaban.

Pedoman observasi digunakan untuk mencatat aktivitas siswa dalam memahami masalah, memilih strategi, menguji kemungkinan, mengenali kesalahan, dan memeriksa solusi. Lembar refleksi memuat pertanyaan sederhana mengenai strategi yang digunakan, alasan pemilihan langkah, kesulitan yang ditemukan, dan cara memastikan kebenaran jawaban. Instrumen direncanakan melalui validasi ahli pendidikan matematika dan uji keterbacaan terbatas untuk memastikan kesesuaian dengan kemampuan siswa kelas V.

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahapan. Pertama, peneliti memberikan orientasi mengenai aturan *cryptarithmetic* menggunakan contoh sederhana yang berbeda dari tugas penelitian. Kedua, seluruh siswa menyelesaikan teka-teki secara individual berdasarkan tingkat kompleksitas yang telah ditentukan. Siswa diminta menuliskan langkah penyelesaian dan mempertahankan jejak percobaan maupun perbaikan jawaban. Selama kegiatan berlangsung, peneliti melakukan observasi tanpa memberikan bantuan yang mengarahkan pada solusi. Ketiga, setelah menyelesaikan setiap tugas, siswa mengisi lembar refleksi tertulis untuk menjelaskan strategi yang digunakan, alasan perubahan langkah, dan cara memeriksa jawaban. Seluruh lembar pekerjaan, refleksi, dan catatan observasi dikumpulkan sebagai sumber data penelitian.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis tematik melalui pengodean deduktif-induktif. Analisis dimulai dengan mengorganisasikan lembar pekerjaan, refleksi tertulis, dan catatan observasi berdasarkan kode siswa serta jenis tugas. Selanjutnya, langkah penyelesaian diidentifikasi menjadi episode pemecahan masalah yang mencerminkan dugaan awal, pengujian kemungkinan, penggunaan aturan, perbaikan strategi, dan verifikasi solusi.

Pengodean awal mengacu pada lima komponen kerangka konseptual, yaitu *Mathematical Challenge*, *Strategy Exploration*, *Constraint-Based Reasoning*, *Monitoring and Revision*, serta *Verification and Reflection*. Kategori strategi meliputi percobaan acak, percobaan sistematis, penggunaan nilai tempat, identifikasi pola, deduksi berdasarkan aturan, revisi strategi, dan verifikasi jawaban. Kategori tersebut dapat dikembangkan berdasarkan temuan empiris.

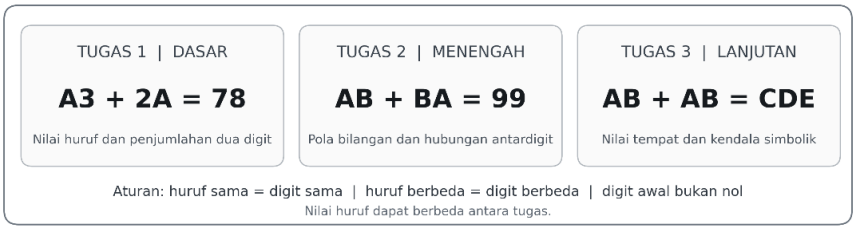
Analisis dilakukan dengan membandingkan strategi antartugas dan antarsiswa untuk mengidentifikasi pola, variasi, serta perubahan pendekatan penyelesaian. Interpretasi strategi didasarkan pada bukti tertulis dan perilaku yang teramati, sehingga proses kognitif yang tidak terdokumentasi tidak diasumsikan sebagai temuan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tema, matriks strategi, dan contoh pekerjaan siswa untuk memberikan gambaran mendalam mengenai proses berpikir matematis dalam penyelesaian *cryptarithmetic*.

HASIL PENELITIAN

Gambaran Umum Penyelesaian Teka-Teki Cryptarithmetic

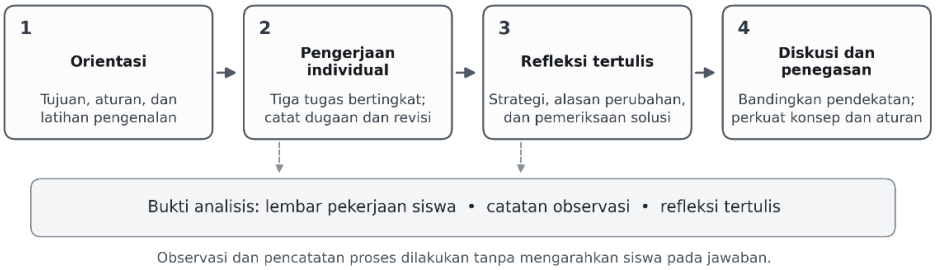
Penyelesaian teka-teki *cryptarithmetic* oleh 24 siswa kelas V UPT SD Negeri 115 Pinrang diorganisasikan ke dalam tiga tingkat tugas, yaitu dasar, menengah, dan lanjutan, berdasarkan karakteristik operasi aritmetika, nilai tempat, jumlah simbol, serta interaksi kendala matematis. Tugas dasar berbentuk A3 + 2A = 78 menekankan pemahaman operasi penjumlahan dua digit, tugas menengah berbentuk AB + BA = 99 mengarahkan siswa mengidentifikasi pola dan hubungan antardigit, sedangkan tugas lanjutan berbentuk AB + AB = CDE menuntut koordinasi nilai tempat,

proses menyimpan, dan aturan simbolik. Ketiga tugas mengikuti ketentuan bahwa huruf yang sama mewakili digit yang sama, huruf berbeda memiliki nilai berbeda, dan digit awal bilangan tidak boleh nol. Bentuk ketiga tugas disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk dan karakteristik tiga tingkat tugas *cryptarithmetic* (visualisasi dibuat dengan bantuan AI, OpenAI, 2026).

Proses pembelajaran diawali dengan orientasi mengenai tujuan kegiatan, pengenalan simbol, dan penjelasan aturan penyelesaian *cryptarithmetic*. Guru memberikan ilustrasi sederhana untuk memastikan siswa memahami mekanisme penentuan nilai huruf. Selanjutnya, siswa menyelesaikan ketiga tugas secara individual dan bertahap, mulai dari tingkat dasar hingga lanjutan. Selama kegiatan berlangsung, siswa menuliskan dugaan, langkah perhitungan, alternatif penyelesaian, dan perubahan jawaban pada lembar kerja. Guru memfasilitasi kegiatan tanpa memberikan petunjuk yang mengarah langsung pada solusi.



Gambar 2. Alur pelaksanaan pembelajaran berbasis eksplorasi *cryptarithmetic* (visualisasi dibuat dengan bantuan AI, OpenAI, 2026).

Setelah menyelesaikan tugas, siswa melakukan refleksi tertulis untuk menjelaskan strategi yang digunakan, kesulitan yang dihadapi, alasan perubahan jawaban, dan cara memeriksa kebenaran solusi. Lembar pekerjaan dan refleksi dikumpulkan sebelum diskusi kelas dilaksanakan agar strategi individual tetap terdokumentasi. Kegiatan dilanjutkan dengan pembahasan beberapa alternatif penyelesaian dan penguatan pentingnya penalaran nilai tempat, pengenalan pola, serta verifikasi seluruh aturan matematis. Hasil pekerjaan, observasi, dan refleksi tertulis menjadi dasar analisis strategi berpikir siswa.

Analisis ketepatan penyelesaian menunjukkan perbedaan antarjenis tugas. Sebanyak 18 siswa (75,0%) memperoleh jawaban benar pada tugas dasar, 15 siswa (62,5%) pada tugas menengah, dan 9 siswa (37,5%) pada tugas lanjutan. Dari keseluruhan 72 respons, sebanyak 42 respons (58,3%) memenuhi seluruh aturan *cryptarithmetic*. Distribusi ketepatan penyelesaian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi ketepatan penyelesaian teka-teki *cryptarithmetic* berdasarkan tingkat tugas, n = 24 (visualisasi dibuat dengan bantuan AI, OpenAI, 2026).

Gambar 3 digunakan untuk memperlihatkan perbandingan ketepatan penyelesaian pada ketiga tingkat tugas. Perbedaan ketepatan tersebut perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan karakteristik dan interaksi kendala matematis pada masing-masing tugas. Meskipun demikian, ketepatan jawaban tidak sepenuhnya merepresentasikan kualitas strategi berpikir. Siswa yang memperoleh jawaban benar dapat menggunakan pendekatan berbeda, sedangkan siswa yang belum menemukan solusi tepat dapat memperlihatkan penalaran sistematis yang belum disertai verifikasi menyeluruh. Oleh karena itu, analisis selanjutnya difokuskan pada variasi strategi, perubahan pendekatan, serta kemampuan siswa memberikan justifikasi dan memverifikasi solusi pada tingkat individu.

Variasi Strategi Berpikir Matematis Siswa

Variasi strategi berpikir matematis dianalisis berdasarkan langkah penyelesaian, perubahan jawaban, dan pemeriksaan terhadap aturan *cryptarithmetic*. Pengodean mencakup enam kategori, yaitu percobaan acak (PA), percobaan sistematis (PS), penalaran nilai tempat (NT), pengenalan pola atau hubungan kendala (PK), pemantauan dan revisi (MR), serta verifikasi solusi (V). Kategori tersebut digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik proses penalaran, bukan untuk mengelompokkan kemampuan siswa secara tetap. Matriks strategi penyelesaian dari 24 siswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Strategi Penyelesaian Cryptarithmetic oleh 24 Siswa

Siswa	Tugas dasar	Tugas menengah	Tugas lanjutan	Karakteristik strategi
S01	PS; A=5 ✓	PK; 36+63=99 ✓	NT–MR–V; 78+78=156 ✓	Merevisi pilihan setelah menemukan pengulangan digit.
S02	NT; A=5 ✓	PK; 27+72=99 ✓	NT–V; 67+67=134 ✓	Menggunakan nilai tempat dan memeriksa aturan.
S03	PS; A=5 ✓	PK; 18+81=99 ✓	NT–V; 69+69=138 ✓	Memanfaatkan pola dan proses menyimpan.
S04	PS; A=5 ✓	PS; 45+54=99 ✓	PS–MR–V; 76+76=152 ✓	Mengganti kombinasi setelah menemukan kesamaan digit.
S05	NT; A=5 ✓	PK; 27+72=99 ✓	PS; 74+74=148 ×	Perhitungan benar, tetapi kendala digit dilanggar.
S06	NT; A=5 ✓	PK; 36+63=99 ✓	NT–V; 65+65=130 ✓	Menghubungkan nilai tempat dan verifikasi.
S07	NT; A=5 ✓	PK; 18+81=99 ✓	NT–V; 79+79=158 ✓	Memeriksa posisi satuan, puluhan, dan ratusan.
S08	PS; A=5 ✓	PS; 45+54=99 ✓	PS; 58+58=116 ×	Belum mendeteksi penggunaan digit berulang.
S09	PA; A=5 ✓	PK; 36+63=99 ✓	PA; 83+83=166 ×	Berfokus pada hasil hitung.
S10	NT; A=5 ✓	PK; 27+72=99 ✓	NT–V; 92+92=184 ✓	Menggunakan hubungan nilai tempat.
S11	PS; A=5 ✓	PS; 18+81=99 ✓	NT; 81+81=162 ×	Belum memenuhi aturan perbedaan digit.
S12	PS; A=5 ✓	PK; 45+54=99 ✓	PS–MR–V; 54+54=108 ✓	Merevisi pilihan berdasarkan pemeriksaan aturan.
S13	PA; A=5 ✓	PS; 36+63=99 ✓	PA; 72+72=144 ×	Belum mengenali digit hasil yang berulang.
S14	PA; A=5 ✓	PA; 24+42=66 ×	PA; 66+66=132 ×	Percobaan belum disertai pemeriksaan kendala.
S15	PS; A=5 ✓	PA; 19+91=110 ×	NT; 90+90=180 ×	Menggunakan nilai tempat tanpa verifikasi lengkap.
S16	PA; A=5 ✓	PA; 44+44=88 ×	PA; 58+58=116 ×	Menggunakan percobaan berulang.
S17	NT; A=5 ✓	PK; 18+81=99 ✓	NT–V; 82+82=164 ✓	Menggunakan nilai tempat dan pemeriksaan akhir.
S18	PA; A=5 ✓	PA; 34+43=77 ×	PA; 74+74=148 ×	Pemeriksaan terbatas pada hasil operasi.
S19	PA; A=4 ×	PA; 46+64=110 ×	PS; 68+68=136 ×	Mulai melakukan percobaan sistematis.
S20	PA; A=6 ×	PK; 45+54=99 ✓	PA; 77+77=154 ×	Strategi bervariasi menurut tugas.
S21	PA; A=3 ×	PA; 55+55=110 ×	PA; 60+60=120 ×	Belum memeriksa kesamaan digit.
S22	PA; A=2 ×	PA; 30+03=33 ×	PA; 81+81=162 ×	Belum menerapkan seluruh aturan secara konsisten.
S23	PA; A=7 ×	PA; 35+53=88 ×	PS; 74+74=148 ×	Percobaan lebih teratur, tetapi verifikasi belum lengkap.
S24	PA; A=8 ×	PA; 56+65=121 ×	PA; 68+68=146 ×	Terdapat kesalahan hitung dan kendala digit.

Catatan: ✓ = penyelesaian benar; × = penyelesaian belum tepat. PA = percobaan acak; PS = percobaan sistematis; NT = penalaran nilai tempat; PK = pengenalan pola atau hubungan kendala; MR = pemantauan dan revisi; V = verifikasi solusi.

Berdasarkan Tabel 1, variasi strategi terlihat dari perbedaan pendekatan yang digunakan siswa dalam menentukan nilai huruf dan memeriksa kesesuaian solusi. Sebagian siswa memanfaatkan hubungan nilai tempat dan pola bilangan untuk membatasi kemungkinan jawaban, sedangkan siswa lainnya menggunakan percobaan berulang tanpa pemeriksaan kendala secara menyeluruh. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa strategi penyelesaian tidak selalu berkaitan langsung dengan ketepatan jawaban akhir.

Perbedaan karakteristik penalaran terlihat pada S02 dan S05. Keduanya memperoleh jawaban benar pada tugas dasar dan menengah, tetapi menggunakan pendekatan berbeda pada tugas lanjutan. S02 menghasilkan 67 + 67 = 134 melalui penalaran nilai tempat yang disertai verifikasi terhadap seluruh aturan. Sebaliknya, S05 memperoleh 74 + 74 = 148. Meskipun operasi penjumlahan benar, penyelesaian tersebut tidak memenuhi ketentuan karena huruf B dan D sama-sama bernilai 4. Perbedaan ini memperlihatkan bahwa ketepatan aritmetika belum tentu mencerminkan keberhasilan mengoordinasikan seluruh kendala simbolik.

Strategi berbasis nilai tempat juga tampak pada S03, S06, S07, S10, dan S17, yang menghasilkan penyelesaian sesuai dengan ketentuan aritmetika dan perbedaan digit. Penggunaan strategi tersebut memungkinkan hubungan antara posisi satuan, puluhan, dan ratusan dipertimbangkan secara terintegrasi. Sementara itu, S01, S04, dan S12 memperlihatkan pemantauan serta revisi strategi setelah mengidentifikasi ketidaksesuaian terhadap aturan. Revisi tersebut menunjukkan pentingnya pemeriksaan terhadap keputusan matematis sebelum menetapkan solusi akhir.

Pola berbeda terlihat pada S19 dan S23. Keduanya menggunakan percobaan yang lebih sistematis pada tugas lanjutan, tetapi belum menghasilkan penyelesaian valid karena pemeriksaan terhadap seluruh kendala belum dilakukan secara menyeluruh. Pada S20, pengenalan pola menghasilkan jawaban benar pada tugas menengah, tetapi strategi tersebut tidak digunakan secara konsisten ketika menghadapi tugas lanjutan. Kondisi ini memperlihatkan bahwa penggunaan strategi dapat berubah mengikuti karakteristik masalah dan tidak selalu menunjukkan perkembangan penalaran yang linear.

Secara keseluruhan, matriks strategi memperlihatkan bahwa penyelesaian *cryptarithmetic* melibatkan proses berpikir yang beragam, mulai dari percobaan sederhana hingga penalaran berbasis nilai tempat dan aturan simbolik. Keberhasilan penyelesaian tidak hanya ditentukan oleh ketepatan operasi aritmetika, tetapi juga oleh kemampuan mengintegrasikan informasi, mengenali ketidaksesuaian, dan memverifikasi seluruh kendala. Dengan demikian, kualitas strategi berpikir perlu dipahami melalui hubungan antara langkah penyelesaian, alasan matematis, serta pemeriksaan kebenaran solusi, bukan semata-mata berdasarkan jawaban akhir.

Perubahan Strategi Berdasarkan Karakteristik Tugas

Perubahan strategi berpikir siswa dianalisis melalui perbandingan langkah penyelesaian dalam setiap tugas serta variasi pendekatan yang digunakan pada tingkat kompleksitas berbeda. Analisis difokuskan pada kemampuan mengidentifikasi ketidaksesuaian, mengevaluasi aturan matematis, dan merevisi keputusan penyelesaian. Pada S04, penyelesaian tugas lanjutan diawali dengan kombinasi 75 + 75 = 150. Meskipun hasil penjumlahan benar, kombinasi tersebut tidak memenuhi ketentuan *cryptarithmetic* karena huruf B dan D memiliki nilai digit yang sama, yaitu 5. Setelah melakukan pemeriksaan terhadap aturan simbolik, siswa merevisi kombinasi menjadi 76 + 76 = 152 yang memenuhi seluruh ketentuan. Perubahan tersebut menggambarkan proses evaluasi dan perbaikan strategi berdasarkan kesesuaian hubungan matematis.

Pola serupa ditunjukkan oleh S01 dan S12 melalui perubahan pilihan setelah mengidentifikasi ketidaksesuaian terhadap aturan yang berlaku. Sebaliknya, S19 dan S23 memperlihatkan penggunaan langkah penyelesaian yang lebih sistematis, tetapi belum menghasilkan solusi valid karena pemeriksaan terhadap seluruh kendala matematis belum dilakukan secara menyeluruh. Pada S20, strategi pengenalan pola menghasilkan penyelesaian tepat pada tugas menengah, tetapi pada tugas lanjutan siswa kembali menggunakan pendekatan percobaan acak. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa pemilihan strategi tidak selalu berlangsung secara linear, melainkan dapat bervariasi sesuai karakteristik masalah dan kemampuan siswa mengoordinasikan kendala matematis. Distribusi pola ketepatan penyelesaian antartugas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pola Ketepatan Penyelesaian Antartugas

Pola penyelesaian	Kode siswa	Jumlah
Benar pada seluruh tugas	S01, S02, S03, S04, S06, S07, S10, S12, S17	9
Benar pada tugas dasar dan menengah	S05, S08, S09, S11, S13	5
Benar hanya pada tugas dasar	S14, S15, S16, S18	4
Benar hanya pada tugas menengah	S20	1
Belum tepat pada seluruh tugas	S19, S21, S22, S23, S24	5
Total		24

Berdasarkan Tabel 2, terdapat sembilan siswa (37,5%) yang memperoleh jawaban benar pada seluruh tugas, lima siswa (20,8%) berhasil menyelesaikan tugas dasar dan menengah, serta empat siswa (16,7%) hanya berhasil pada tugas dasar. Satu siswa (4,2%) memperoleh jawaban benar hanya pada tugas menengah, sedangkan lima siswa (20,8%) belum menghasilkan penyelesaian yang tepat pada ketiga tugas. Distribusi tersebut memperlihatkan adanya keragaman ketepatan penyelesaian yang berkaitan dengan karakteristik tugas dan strategi yang digunakan siswa.

Justifikasi Matematis dan Verifikasi Solusi

Justifikasi matematis dianalisis berdasarkan kemampuan siswa menghubungkan pilihan nilai huruf dengan operasi aritmetika dan aturan simbolik *cryptarithmetic*. Verifikasi solusi mencakup ketepatan hasil penjumlahan, konsistensi nilai huruf, perbedaan digit antarahuruf, serta ketentuan bahwa digit awal bilangan tidak boleh nol. Pada tugas lanjutan, sebanyak 14 dari 15 jawaban yang belum tepat menunjukkan hasil penjumlahan yang benar, tetapi tidak memenuhi seluruh kendala simbolik. Sementara itu, satu jawaban lainnya mengandung kesalahan aritmetika sekaligus pelanggaran aturan digit.

Perbedaan tersebut terlihat pada penyelesaian S08 yang menghasilkan 58 + 58 = 116. Meskipun operasi penjumlahan benar, solusi tersebut tidak valid karena huruf C dan D sama-sama bernilai 1. Kondisi serupa ditemukan pada S11 melalui penyelesaian 81 + 81 = 162, ketika huruf B dan C memiliki nilai identik. Sebaliknya, S06 memperoleh 65 + 65 = 130, dengan A = 6, B = 5, C = 1, D = 3, dan E = 0. Penyelesaian tersebut memenuhi hubungan aritmetika dan seluruh kendala simbolik. Perbandingan karakteristik penyelesaian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ketepatan Aritmetika dan Pemenuhan Kendala Simbolik pada Tugas Lanjutan

Siswa	Penyelesaian	Ketepatan aritmetika	Pemenuhan kendala simbolik	Status solusi
S06	65 + 65 = 130	Benar	Seluruh digit berbeda	Valid
S08	58 + 58 = 116	Benar	C = D = 1	Tidak valid
S11	81 + 81 = 162	Benar	B = C = 1	Tidak valid
S24	68 + 68 = 146	Salah	A = E = 6	Tidak valid

Perbandingan pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa ketepatan operasi aritmetika tidak selalu diikuti keberhasilan memenuhi seluruh kendala *cryptarithmetic*. Penyelesaian yang valid menuntut pemeriksaan secara menyeluruh terhadap hubungan bilangan dan konsistensi representasi simbolik. Sementara itu, jawaban yang tidak valid dapat disebabkan oleh kesalahan perhitungan, pelanggaran aturan digit, atau kombinasi keduanya.

Temuan tersebut menegaskan perlunya membedakan ketepatan jawaban, proses verifikasi, dan kualitas justifikasi matematis. Jawaban yang memenuhi seluruh aturan belum dengan sendirinya membuktikan bahwa siswa telah melakukan pemeriksaan secara sistematis. Oleh karena itu, kualitas justifikasi ditelusuri melalui kesesuaian antara langkah penyelesaian, catatan observasi, dan refleksi tertulis yang menjelaskan alasan pemilihan maupun perubahan strategi.

Secara keseluruhan, analisis menunjukkan tiga pola utama dalam penyelesaian teka-teki *cryptarithmetic*, yaitu keragaman strategi berpikir, perubahan pendekatan berdasarkan evaluasi kesalahan, serta perbedaan kemampuan memverifikasi solusi. Strategi yang digunakan mencakup percobaan acak, percobaan sistematis, pengenalan pola, dan penalaran nilai tempat. Perubahan strategi tidak selalu menghasilkan jawaban benar, terutama ketika pemeriksaan kendala simbolik belum dilakukan secara menyeluruh. Pola tersebut menegaskan bahwa ketepatan penyelesaian tidak hanya bergantung pada kemampuan aritmetika, tetapi juga pada pemilihan strategi, pemantauan kesalahan, dan justifikasi matematis.

PEMBAHASAN

Pola penyelesaian teka-teki *cryptarithmetic* yang disajikan dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa strategi berpikir

matematis melibatkan proses yang lebih kompleks daripada sekadar menentukan nilai huruf dan memperoleh hasil penjumlahan yang benar. Perbedaan ketepatan penyelesaian pada tugas dasar, menengah, dan lanjutan menunjukkan pentingnya memperhatikan hubungan antara karakteristik masalah, pemilihan strategi, dan kemampuan memverifikasi solusi. Hal ini sejalan dengan Santos-Trigo (2024), yang menempatkan pemecahan masalah matematika sebagai proses penyelidikan melalui eksplorasi, pengembangan dugaan, pengujian alternatif, dan justifikasi. Dengan demikian, ketepatan jawaban perlu dipahami sebagai salah satu aspek keberhasilan, sedangkan kualitas penalaran ditentukan pula oleh bagaimana siswa membangun dan mengevaluasi keputusan matematisnya.

Keragaman strategi merupakan aspek penting yang muncul dalam analisis penyelesaian *cryptarithmetic*. Strategi yang teridentifikasi mencakup percobaan acak, percobaan sistematis, pengenalan pola, penalaran nilai tempat, serta pemeriksaan terhadap kendala simbolik. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa siswa dapat menggunakan pendekatan berlainan ketika menghadapi persoalan yang sama. Temuan Rahayuningsih et al. (2020) mendukung perspektif ini dengan menunjukkan bahwa fleksibilitas kognitif dalam pemecahan masalah matematika tercermin melalui kemampuan mempertimbangkan berbagai pendekatan, mengenali pola, dan melakukan percobaan. Namun, penggunaan beragam strategi tidak secara otomatis menunjukkan fleksibilitas yang produktif. Suatu strategi perlu dinilai berdasarkan alasan pemilihannya, keteraturan penerapannya, dan kesesuaiannya dengan tuntutan masalah.

Perbedaan antara penyelesaian S02 dan S05 memperjelas pentingnya hubungan antara strategi dan pemahaman aturan matematis. S02 menghasilkan 67 + 67 = 134 dengan memenuhi seluruh ketentuan simbolik, sedangkan S05 memperoleh 74 + 74 = 148 yang benar secara aritmetika, tetapi melanggar aturan karena dua huruf berbeda memiliki nilai digit yang sama. Perbandingan tersebut mengilustrasikan bahwa penguasaan operasi hitung belum tentu disertai kemampuan mengoordinasikan seluruh kendala. Luneta (2022) menjelaskan bahwa pemahaman nilai tempat berkaitan erat dengan strategi perhitungan dan kesalahan siswa dalam operasi bilangan multidigit. Sementara itu, Fyfe et al. (2022) menunjukkan pentingnya dukungan metakognitif terhadap pemahaman hubungan aritmetika dan nilai tempat. Kedua penelitian tersebut memperkuat perlunya menganalisis keterhubungan pengetahuan konseptual dan prosedural dalam penyelesaian *cryptarithmetic*.

Karakteristik penalaran berbasis kendala juga memiliki hubungan langsung dengan penelitian Yumiati et al. (2026), yang menunjukkan bahwa kompleksitas *cryptarithmetic* dipengaruhi oleh kepadatan dan interaksi kendala matematis, bukan semata-mata jenis operasi yang digunakan. Perspektif tersebut membantu menjelaskan mengapa penyelesaian tugas lanjutan memerlukan pemeriksaan yang lebih menyeluruh terhadap hubungan antarhuruf dan posisi digit. Namun, perbedaan ketepatan pada ketiga tugas tidak dapat langsung dianggap sebagai akibat peningkatan kompleksitas karena setiap tugas memiliki karakteristik matematis yang berbeda. Kontribusi analitis yang dapat dikembangkan adalah menjelaskan bagaimana siswa merespons kendala tertentu dan menggunakan informasi tersebut untuk menentukan alternatif penyelesaian.

Aspek berikutnya berkaitan dengan perubahan strategi ketika siswa menemukan ketidaksesuaian antara hasil perhitungan dan aturan simbolik. Pada kasus S04, kombinasi awal 75 + 75 = 150 direvisi menjadi 76 + 76 = 152 setelah ketidaksesuaian nilai digit teridentifikasi. Perubahan tersebut menggambarkan pentingnya evaluasi terhadap hasil percobaan sebelumnya. Penelitian Moral-Sánchez et al. (2026) menunjukkan bahwa pengujian berulang dan perbaikan kesalahan merupakan aktivitas yang menonjol dalam pemecahan masalah berbasis berpikir komputasional pada siswa sekolah dasar. Meskipun konteks tugasnya berbeda, penelitian tersebut memberikan dasar untuk memahami bahwa proses mencoba, memeriksa, dan memperbaiki dapat menjadi bagian dari penalaran produktif apabila perubahan keputusan didasarkan pada informasi matematis yang relevan.

Perubahan strategi tersebut juga dapat ditafsirkan melalui perspektif regulasi metakognitif. Oudman et al. (2022) menekankan pentingnya kemampuan memantau ketepatan penyelesaian dan menentukan kebutuhan perbaikan dalam pembelajaran matematika. Sejalan dengan itu, Purwaningsih et al. (2025) mengidentifikasi perencanaan, pemantauan, dan evaluasi sebagai komponen penting proses berpikir metakognitif siswa sekolah dasar. Dalam konteks *cryptarithmetic*, pemantauan dapat terlihat ketika siswa menemukan ketidaksesuaian aturan, sedangkan regulasi strategi tercermin melalui keputusan mempertahankan atau

mengganti pendekatan. Namun, perubahan jawaban tidak selalu membuktikan adanya regulasi metakognitif. Interpretasi tersebut memerlukan dukungan jejak pekerjaan, catatan observasi, atau refleksi tertulis yang menunjukkan alasan perubahan.

Menariknya, penggunaan strategi yang lebih teratur tidak selalu menghasilkan penyelesaian yang benar. Pola pada S19 dan S23 memperlihatkan bahwa percobaan sistematis masih dapat menghasilkan jawaban tidak valid apabila pemeriksaan kendala belum dilakukan secara lengkap. Sebaliknya, S20 menunjukkan keberhasilan menggunakan pengenalan pola pada tugas menengah, tetapi kembali menggunakan percobaan acak pada tugas lanjutan. Fenomena tersebut dapat dipahami melalui fleksibilitas strategi yang bergantung pada karakteristik masalah. Santos-Trigo (2024) menegaskan bahwa pemecahan masalah tidak selalu mengikuti urutan prosedural yang tetap, melainkan melibatkan penyesuaian representasi dan pendekatan berdasarkan tuntutan tugas. Dengan demikian, perbedaan strategi antartugas lebih tepat dipahami sebagai variasi keputusan matematis daripada langsung dianggap sebagai peningkatan atau penurunan kemampuan siswa.

Temuan penting lainnya berkaitan dengan perbedaan antara ketepatan aritmetika dan validitas solusi secara menyeluruh. Dalam matriks penyelesaian tugas lanjutan, sebagian besar jawaban yang belum tepat tetap menunjukkan hasil penjumlahan yang benar, tetapi melanggar ketentuan perbedaan digit. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pemeriksaan hasil operasi belum cukup untuk memastikan kebenaran solusi *cryptarithmetic*. Valenta et al. (2024) menekankan bahwa penalaran matematis melibatkan pembentukan klaim dan proses pembenarannya. Dalam konteks penelitian ini, jawaban akhir dapat dipandang sebagai klaim matematis, sedangkan pemeriksaan operasi dan aturan simbolik merupakan bagian dari bukti yang diperlukan untuk mendukung klaim tersebut. Oleh karena itu, kualitas penyelesaian perlu mempertimbangkan ketepatan jawaban sekaligus kekuatan justifikasi yang menyertainya.

Penekanan pada justifikasi juga memperjelas posisi penelitian ini terhadap kajian *cryptarithmetic* terdahulu. Prastiwi dan Alaiya (2025) mengidentifikasi karakteristik berpikir komputasional melalui dekomposisi, abstraksi, algoritme, dan generalisasi. Yumiati et al. (2026) menelaah penalaran numerik berdasarkan interaksi kendala, sedangkan Rofiki et al. (2026) memusatkan perhatian pada pengembangan konten pembelajaran untuk mendukung ketepatan pemecahan masalah. Berbeda dari orientasi tersebut, fokus analisis dalam penelitian ini diarahkan pada keterkaitan antara strategi awal, perubahan keputusan, dan verifikasi solusi pada tingkat individu. Kontribusinya terletak pada penelusuran proses yang menghubungkan tindakan penyelesaian dengan alasan matematis yang dapat didokumentasikan.

Dari perspektif pedagogis, *cryptarithmetic* berpotensi dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran dan asesmen formatif untuk memahami keragaman strategi berpikir serta mendorong penalaran matematis yang reflektif. Namun, penelitian ini terbatas pada 24 siswa dalam satu sekolah dan tiga karakteristik tugas, sehingga temuan belum dapat mewakili keragaman strategi siswa sekolah dasar secara luas. Selain itu, analisis yang bertumpu pada pekerjaan tertulis, observasi, dan refleksi siswa belum sepenuhnya mampu mengungkap proses kognitif yang tidak terdokumentasi. Meskipun demikian, penelitian ini memberikan landasan bagi pengembangan pembelajaran matematika nonrutin yang lebih memperhatikan proses penalaran, perubahan strategi, dan justifikasi solusi.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi keragaman strategi berpikir matematis dalam penyelesaian teka-teki *cryptarithmetic*, meliputi percobaan acak, percobaan sistematis, pengenalan pola, dan penalaran berbasis nilai tempat. Perbedaan strategi menunjukkan bahwa ketepatan jawaban tidak selalu mencerminkan kualitas penalaran siswa. Penyelesaian yang benar secara aritmetika belum tentu memenuhi seluruh kendala simbolik, sehingga keberhasilan pemecahan masalah memerlukan pemahaman hubungan antarbilangan dan penerapan aturan secara konsisten.

Perubahan strategi berlangsung ketika siswa mengenali ketidaksesuaian, mengevaluasi langkah sebelumnya, dan menentukan alternatif penyelesaian. Namun, perubahan tersebut tidak selalu menghasilkan solusi yang tepat karena kemampuan memantau kesalahan dan memverifikasi jawaban berbeda antarsiswa. Justifikasi matematis tercermin melalui penggunaan nilai tempat, identifikasi pola, dan pemeriksaan kesesuaian antara hasil operasi dengan aturan simbolik. Temuan ini menegaskan pentingnya memandang strategi berpikir sebagai proses dinamis yang melibatkan eksplorasi, penalaran, revisi, dan refleksi.

Secara pedagogis, *cryptarithmetic* berpotensi dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran dan asesmen formatif untuk mengidentifikasi keragaman strategi berpikir serta kesulitan penalaran matematis siswa sekolah dasar. Guru perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi alternatif penyelesaian, menjelaskan alasan matematis, dan memverifikasi jawaban secara mandiri. Pendekatan tersebut dapat mendukung pembelajaran matematika yang lebih reflektif, menekankan proses berpikir, dan tidak hanya berorientasi pada ketepatan hasil akhir.

Acknowledgment
The author gratefully acknowledges UPT SD Negeri 115 Pinrang for its support and cooperation in this research.

Funding
This research received no external funding.

Conflict of Interest
The author declares no conflict of interest.

Author Contributions
The author was responsible for conceptualization, methodology, investigation, data analysis, manuscript preparation, and revision.

Generative AI Disclosure
Generative AI (ChatGPT, OpenAI) was used to assist with manuscript drafting, language refinement, and figure visualization. The author reviewed the AI-assisted content and assumes full responsibility for the accuracy, originality, and integrity of the manuscript.

References

Ahyar, A., Abidin, Y., Yuniarti, Y., Sutini, A., & Ergashevna, B. K. (2026). Analysis of elementary school students mathematical problem-solving abilities based on the IDEAL model stages. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik, 10*(1), 231–246. https://doi.org/10.20961/jdc.v10i1.116187

Alderton, J., & Pratt, N. (2025). The construction of mathematical reasoning as a pedagogical object. *Educational Studies in Mathematics, 120*, 299–315. https://doi.org/10.1007/s10649-025-10420-1

Asbar, A., & Ismail, I. (2026). Making uncertainty productive in EFL writing: The curiosity loop as an inquiry-based pedagogy. *Majesty Journal, 8*(2), 117–138. https://doi.org/10.33487/majesty.v8i2.479

Chn, R. R., Zulkardi, Z., Hartono, Y., & Susanti, E. (2026). Elementary students' mathematical reasoning abilities in solving non-routine fraction story problems. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika, 16*(2), 251–270. https://doi.org/10.22437/edumatica.v16i2.56088

Fajar, F., Mukhlisa, N., & Maryam, S. M. (2024). Penerapan model pembelajaran problem based learning (PBL) untuk meningkatkan kemampuan numerasi peserta didik UPTD SD Negeri 228 Pinrang. *Maccayya Journal: Jurnal Ilmu Pendidikan, 2*(3), 226–241. https://doi.org/10.26858/maccayya.v2i3.5314

Fendrik, M., Syahrilfuddin, S., & Ulfah, S. (2024). Improving elementary school students mathematical problem solving abilities with the REACT learning strategy. *Ta'dib, 27*(2), 481–492. https://doi.org/10.31958/jt.v27i2.12525

Fitriani, E. (2025). The effectiveness of Polya's problem-solving strategy in enhancing mathematical word problem comprehension among fifth-grade students. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan, 18*(2), 181–192. https://doi.org/10.21831/jpip.v18i2.93790

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906–911. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906

Fyfe, E. R., Byers, C., & Nelson, L. J. (2022). The benefits of a metacognitive lesson on children's understanding of mathematical equivalence, arithmetic, and place value. *Journal of Educational Psychology, 114*(6), 1292–1306. https://doi.org/10.1037/edu0000715

Hidayah, R. N., & Murti, R. C. (2025). Evaluating mathematical problem-solving skills in primary school students: Challenges and insights from Polya's framework. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 17*(3), 4984–4993. https://doi.org/10.35445/alishlah.v17i3.6534

Ismail, I., & Jabri, U. (2026). Beyond grammar correction: Targeted micro-revision as a scaffold for EFL academic writing development. *Majesty Journal, 8*(2), 91–116. https://doi.org/10.33487/majesty.v8i2.239

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). *Mendikdasmen berharap Rapor Pendidikan jadi acuan pengembangan pendidikan nasional*. https://ditsd.kemendikdasmen.go.id/artikel/detail/mendikdasmen-berharap-rapor-pendidikan-jadi-acuan-pengembangan-pendidikan-nasional

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (t.t.). *Data referensi UPT SD Negeri 115 Pinrang (NPSN 40305200)*. https://referensi.data.kemendikdasmen.go.id/tabs.php?npsn=40305200

Kurniawan, H., Zabeta, M., & Prasetyo, K. B. (2023). Student difficulties in solving open-ended model mathematics problems. *Inovasi Matematika, 5*(1). https://doi.org/10.35438/inomatika.v5i1.350

Kusaka, S., & Ndihokubwayo, K. (2022). Metacognitive strategies in solving mathematical word problems: A case of Rwandan primary school learners. *SN Social Sciences, 2*, Article 186. https://doi.org/10.1007/s43545-022-00495-5

Listiyani, L., Fitriani, O., Apsoh, S., & Sugiri, A. (2026). Analysis of errors in solving numeracy problems based on the Newman procedure, viewed from the metacognition levels of fifth-grade elementary school students. *Jurnal Review Pendidikan Dasar: Jurnal Kajian Pendidikan dan Hasil Penelitian, 12*(2), 200–209. https://doi.org/10.26740/jrpd.v12n02.p200-209

Livy, S., Bobis, J., Downton, A., Russo, J., & Sullivan, P. (2026). Supporting mathematical reasoning: Exploring questioning moves in a Year 1 classroom using student work samples. *Mathematics*

Education Research Journal, 38, 241–269. https://doi.org/10.1007/s13394-025-00527-2

Luneta, K. (2022). Learners' computational strategies and errors exhibited when adding and subtracting multiple-digit whole numbers in lower primary school. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning, 30*(1), 67–86. https://doi.org/10.18848/2327-7971/CGP/v30i01/67-86

Moral-Sánchez, S.-N., Arjona-Aranda, G., Ayala-Altamirano, C., & Sánchez-Cruzado, C. (2026). Unplugged but connected: Linking computational thinking and mathematical problem-solving in primary education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 24*, Article 75. https://doi.org/10.1007/s10763-026-10698-4

Mustakim, M., Ismail, I., Rosmiana, S., & Samad, I. S. (2026). ArguMap-AI: An intelligent claim–evidence mapping system for EFL academic writing. *Majesty Journal, 8*(2), 139–154. https://doi.org/10.33487/majesty.v8i2.490

Nováková, E. (2024). Metacognitive skills of pupils in primary mathematics education. *Revija za Elementarno Izobraževanje, 17*(2), 223–239. https://doi.org/10.18690/rei.3274

Oudman, S., van de Pol, J., & van Gog, T. (2022). Effects of self-scoring their math problem solutions on primary school students' monitoring and regulation. *Metacognition and Learning, 17*, 213–239. https://doi.org/10.1007/s11409-021-09281-9

Prastiwi, L. S., & Alaiya, S. V. (2025). Computational thinking siswa dalam memecahkan masalah cryptarithmetic. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran Matematika, 2*(2), 16–30. https://doi.org/10.33830/jptpm.v2i2.13688

Purwaningsih, W., Sugiman, S., & Haryanto, H. (2025). Exploration of primary school students' metacognitive thinking processes in solving problems. *Mathematics Teaching Research Journal, 17*(5), 52–84. https://eric.ed.gov/?id=EJ1491517

Putri, A. F. H., Sulistyowati, D. R., Fittari, M., Julianto, J., & Wiryanto, W. (2024). Analisis metakognisi peserta didik kelas V sekolah dasar dalam memecahkan masalah matematika bangun ruang dalam perspektif teori perkembangan kognitif Jean Piaget. *Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan, 33*(1), 26–39. https://doi.org/10.17977/um009v33i12024p26-39

Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S., & Nasrun, N. (2020). Cognitive flexibility: Exploring students' problem-solving in elementary school mathematics learning. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education), 6*(1), 59–70. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i1.11630

Rittle-Johnson, B., Schneider, M., & Star, J. R. (2015). Not a one-way street: Bidirectional relations between procedural and conceptual knowledge of mathematics. *Educational Psychology Review, 27*(4), 587–597. https://doi.org/10.1007/s10648-015-9302-x

Rofiki, I., Darmawan, P., Elizar, E., Anwar, A., Yumiati, Y., Wahyuningrum, E., & Bonyah, E. (2026). The development of e-content to increase students' problem-solving accuracy on cryptarithmetic tasks through dual-process interaction. *Journal of Curriculum Studies Research, 8*(2), 389–427. https://doi.org/10.46303/jcsr.2026.38

Samad, I. S., Mustarih, N., Akbar, I., & Ismail, I. (2026). Investigating students' experiences on AI integration in Chinese listening practices: A study in higher education. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan, 10*(1), 7–18. https://doi.org/10.33487/edumaspul.v10i1.114

Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: Tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM–Mathematics Education, 56*, 211–222. https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8

Smith, J. (2024). Supporting metacognitive talk during collaborative problem solving: A case study in Scottish primary school mathematics. *Education 3–13, 52*(8), 1578–1593. https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2187670

Stewart, E., & Ball, L. (2023). The tension between allowing student struggle and providing support when teaching problem-solving in primary school mathematics. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 23*, 791–817. https://doi.org/10.1007/s42330-024-00309-1

Valenta, A., Rø, K., & Klock, S. I. (2024). A framework for reasoning in school mathematics: Analyzing the development of mathematical claims. *Educational Studies in Mathematics, 116*, 91–111. https://doi.org/10.1007/s10649-024-10309-5

Yeza, J. H. R., Nusantara, T., Rahayuningsih, S., Dewi, R. S. I., & Ekawati, R. (2025). The implementation of metacognitive strategies in elementary mathematics learning: A systematic literature review. *Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan, 34*(2), 217–233. https://doi.org/10.17977/um009v34i22025p217-233

Yumiati, Y., Wahyuningrum, E., Sudirman, S., Isnawan, M. G., Rofiki, I., Darmawan, P., Elizar, E., & Anwar, A. (2026). Cryptarithmetic as an epistemic task: Revealing elementary students' numerical reasoning under constraint-based problem solving. *Journal of Curriculum Studies Research, 8*(1), 408–433. https://doi.org/10.46303/jcsr.2026.21