

DINAMIKA *COGNITIVE LOAD* DAN *SELF-CORRECTION* SISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH GEOMETRI PADA SUBJEK TUNGGAL

Fitriana

Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono No. 193, Dinoyo, Indonesia
22502072008@unisma.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Received Dec 2, 2025
Revised Dec 22, 2025
Accepted Jan 15, 2026

Keywords:

Cognitive Load;
Metacognitive Awareness;
Geometry;
Self-Correction;
Think Aloud Protocol

ABSTRACT

This study explores the high cognitive load in non-routine geometry that triggers epistemological barriers for students. Its novelty lies in the analysis of the self-correction mechanism as a cognitive bridge. The purpose of the study is to analyze the role of metacognitive awareness in guiding strategy changes when subjects experience deadlock. The research method used descriptive qualitative with a single case study design on one student. Data were collected through the Think Aloud Protocol and task-based interviews, validated by triangulation of methods, and analyzed inductively. Findings on this subject show that metacognitive evaluation is a crucial turning point for detecting strategy incoherence. As preliminary findings, this study describes the function of metacognition as a controller that transforms errors into a productive knowledge construction process. These results are specific to the cognitive characteristics of the research subjects and cannot be generalized broadly. However, this study provides an important perspective for the development of reflective scaffolding in geometry learning to help students manage cognitive load independently.

Corresponding Author:

Fitriana,
Universitas Islam Malang
Malang, Indonesia
22502072008@unisma.ac.id

Penelitian ini mengeksplorasi beban kognitif tinggi pada geometri non-rutin yang memicu hambatan epistemologis bagi siswa. Kebaruannya terletak pada analisis mekanisme *self-correction* sebagai jembatan kognitif. Tujuan penelitian adalah menganalisis peran kesadaran metakognitif dalam memandu perubahan strategi saat subjek mengalami kebuntuan. Metode penelitian menggunakan kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus tunggal pada satu siswa. Data dihimpun melalui *Think Aloud Protocol* dan wawancara berbasis tugas, divalidasi dengan triangulasi metode, serta dianalisis secara induktif. Temuan pada subjek ini menunjukkan bahwa evaluasi metakognitif menjadi titik balik krusial untuk mendeteksi inkoherenensi strategi. Sebagai temuan awal (*preliminary findings*), penelitian ini menggambarkan fungsi metakognisi sebagai pengendali yang mengubah kesalahan menjadi proses konstruksi pengetahuan produktif. Hasil ini bersifat spesifik pada karakteristik kognitif subjek penelitian dan tidak untuk digeneralisasikan secara luas. Namun, studi ini memberikan perspektif penting bagi pengembangan *scaffolding* reflektif dalam pembelajaran geometri untuk membantu siswa mengelola beban kognitif secara mandiri.

How to cite:

Fitriana, F. (2026). Dinamika *cognitive load* dan *self-correction* siswa dalam menyelesaikan masalah geometri pada subjek tunggal. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 9(1), 85-98.

PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah matematika siswa di Indonesia hingga saat ini masih memprihatinkan, terutama pada soal-soal penalaran tingkat tinggi. Hasil studi *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 menunjukkan skor literasi matematika siswa Indonesia berada di bawah rata-rata internasional, yang mengindikasikan lemahnya kemampuan menafsirkan situasi matematis kompleks (OECD., 2023). Fenomena ini berakar pada kebiasaan siswa yang mengandalkan hafalan rumus tanpa memahami konsep dasar, sehingga mereka kesulitan merumuskan model matematika pada soal non-rutin (Saiful et al., 2020). Lebih lanjut, penelitian oleh Puteh et al. (2024) menegaskan rendahnya kemampuan ini berdampak signifikan terhadap ketidaksiapan siswa menghadapi tantangan akademis di jenjang yang lebih tinggi. Dalam praktiknya, siswa sering terjebak pada penggunaan strategi algoritmik yang kaku tanpa melakukan analisis struktur masalah. Mereka cenderung langsung mengoperasikan angka-angka yang tertera tanpa mempertimbangkan relevansi konsep, seperti yang sering terjadi pada materi geometri (Fanggidae et al., 2021). Penelitian Telaumbanua et al. (2023) mengungkapkan bahwa defisit pemahaman konseptual ini membuat siswa rentan melakukan kesalahan fatal ketika format soal sedikit dimodifikasi dari contoh yang diberikan guru. Kesalahan strategi tersebut bukan sekadar kekeliruan hitungan, melainkan cerminan dari dangkalnya pemrosesan informasi dalam struktur kognitif siswa.

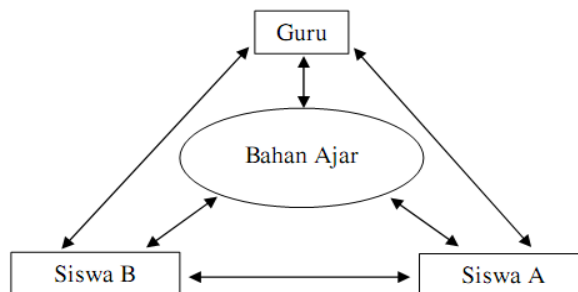
Kegagalan dalam menerapkan strategi yang tepat berdampak langsung pada peningkatan beban kognitif (*cognitive load*) yang membebani memori kerja siswa (Passiatore et al., 2024). Ketika strategi awal menemui jalan buntu, kapasitas mental siswa terbebani oleh informasi tidak relevan, yang memicu respons perilaku gelisah dan hilangnya fokus (Gilmore, 2023; Tomasetto et al., 2021). Secara spesifik pada domain geometri, penyajian masalah yang menuntut visualisasi spasial tinggi sering kali memicu lonjakan beban kognitif yang menghambat mekanisme koreksi mandiri (*self-correction*) (Fauziyah et al., 2025). Akibatnya, sumber daya mental menjadi terbatas sehingga siswa cenderung mempertahankan strategi yang salah meskipun telah menemui jalan buntu (Hidayat et al., 2020; Macaluso et al., 2022). Fenomena kegagalan aktivasi mekanisme *self-correction* di tengah tekanan kognitif inilah yang menjadi masalah mendasar, di mana siswa bukan tidak mampu menyelesaikan soal karena kurangnya pengetahuan, melainkan karena ketidakmampuan meregulasi beban kognitif untuk melakukan perbaikan strategi secara tepat waktu. Kesuksesan pemecahan masalah akhirnya sangat bergantung pada kemampuan regulasi diri untuk mengambil tindakan korektif secara aktif. Regulasi diri melibatkan pengelolaan emosi negatif akibat kegagalan awal dan mengubahnya menjadi ketekunan untuk mencoba strategi baru yang lebih sistematis (Adinda et al., 2023). Sebagaimana dijelaskan oleh Khasanah et al. (2025), Kemampuan untuk bertransformasi dari sekadar menyadari kesalahan menuju langkah perbaikan nyata inilah yang menjadi indikator utama kematangan kemampuan *problem solving* seorang siswa.

Berbagai penelitian dalam lima tahun terakhir secara konsisten menunjukkan bahwa keterampilan metakognitif merupakan prediktor signifikan bagi keberhasilan siswa dalam menyelesaikan materi matematika kompleks (Prasetyo et al., 2026; Prasetyo et al., 2025). Namun, analisis terhadap literatur tersebut mengungkapkan bahwa mayoritas studi terdahulu masih terjebak pada paradigma kuantitatif yang menempatkan metakognisi sebagai variabel statis. Akibatnya, penelitian-penelitian tersebut mampu membuktikan adanya korelasi positif dengan hasil belajar, tetapi gagal memotret bagaimana proses mental dan fluktuasi kognitif terjadi secara *real-time* saat siswa berhadapan dengan hambatan. Penggunaan metode *Think Aloud Protocol* (TAP) sebenarnya telah mulai diadaptasi untuk membedah proses berpikir yang tidak kasatmata. Kendati demikian, terdapat perbedaan orientasi yang tajam antara penggunaan

TAP dalam literatur yang ada dengan arah penelitian ini. Sebagai perbandingan, studi yang dilakukan oleh Bouiri et al. (2023) menggunakan verbalisasi TAP sebatas untuk memetakan klasifikasi kesalahan siswa, namun belum menyentuh aspek dinamika perubahan strategi yang dipicu oleh beban kognitif. Hal ini dipertegas oleh kecenderungan penelitian Fauziyah et al. (2025) dan Saiful et al. (2020) yang lebih memfokuskan analisis pada kategorisasi kesalahan sistematis, tanpa mendalami bagaimana siswa memanfaatkan fungsi regulasi diri untuk bangkit dari kesalahan tersebut.

Ketimpangan literatur (*research gap*) yang ditemukan menunjukkan bahwa belum ada kajian mendalam mengenai dinamika mikro pada fase transisi, yakni momen krusial saat siswa beralih dari kondisi buntu (*stuck*) menuju pemahaman konseptual yang benar. Sebagian besar studi hanya memotret level metakognisi secara umum atau hasil akhir penyelesaian soal, sehingga proses regulasi emosi dan kognitif yang bekerja secara simultan saat menghadapi hambatan epistemologis tetap menjadi permasalahan yang belum teratasi secara baik. Hal ini sangat krusial pada materi geometri gabungan kekongruenan dan Pythagoras yang memiliki beban kognitif intrinsik tinggi. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada fokus analisis terhadap alur perbaikan strategi (*repair flow*) yang dipandu oleh analisis protokol verbal secara langsung. Penelitian ini tidak hanya bertujuan mengidentifikasi kegagalan, tetapi secara spesifik membedah bagaimana kesadaran metakognitif berfungsi sebagai jembatan kognitif yang memungkinkan siswa mengoreksi strategi algoritmik yang kaku menjadi pendekatan konseptual yang adaptif. Dengan menyajikan profil kualitatif yang mendetail, penelitian ini mengisi kekosongan literatur mengenai mekanisme *self-correction* dalam situasi pemecahan masalah yang kompleks.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membedah secara operasional dinamika mikro proses transisi kognitif siswa dari kondisi kebuntuan strategis menuju pemahaman konseptual yang akurat pada materi gabungan kekongruenan dan Pythagoras melalui pemanfaatan protokol *Think Aloud*. Secara spesifik, kajian ini difokuskan pada analisis mekanisme aktivasi kesadaran metakognitif dalam memicu fungsi regulasi diri dan koreksi mandiri (*self-correction*) guna mengelola beban kognitif yang tinggi, sehingga siswa mampu mentransformasikan strategi algoritmik yang kaku menjadi alur perbaikan strategi (*repair flow*) yang sistematis. Melalui pemetaan tahapan verbalisasi tersebut, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis berupa model intervensi metakognitif yang orisinal serta kontribusi praktis dalam bentuk rancangan *scaffolding* berbasis hambatan belajar untuk membantu pendidik mengatasi hambatan epistemologis siswa secara efektif.



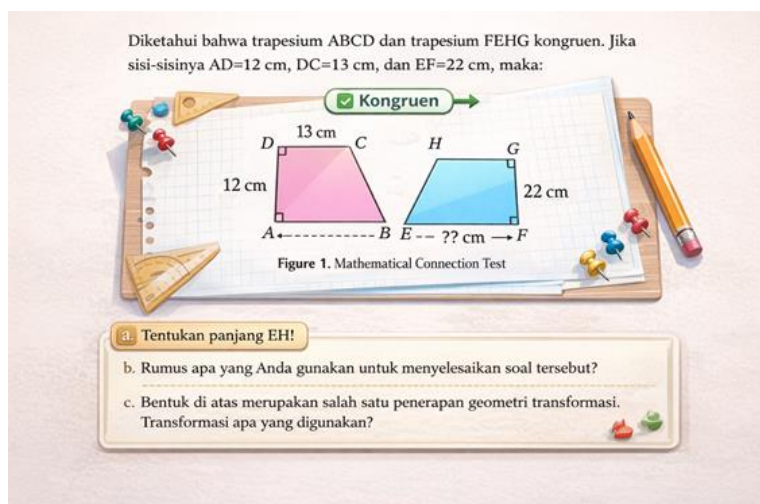
Gambar 1. Kegiatan Pembelajaran dalam Guided Discovery Learning.

METODE

Penelitian ini menerapkan desain studi kasus kualitatif deskriptif untuk mengeksplorasi secara mendalam (*in-depth*) fenomena unik mengenai dinamika mikro perbaikan strategi siswa.

Pemilihan subjek dilakukan melalui teknik *purposive sampling* dengan kriteria spesifik, yakni siswa yang telah menempuh materi kekongruenan dan Pythagoras, memiliki kemampuan komunikasi verbal yang baik, serta menunjukkan anomali berupa transisi dari kesalahan strategi awal menuju keberhasilan perbaikan mandiri. Penggunaan subjek tunggal dalam penelitian ini dijustifikasi sebagai studi kasus instrumental, di mana fokus utama bukan pada generalisasi populasi, melainkan pada pembedaan mendalam terhadap proses kognitif yang kompleks dan jarang teramati secara detail pada sampel besar. Peneliti bertindak sebagai instrumen kunci yang didukung oleh instrumen Tes Koneksi Matematis berorientasi PISA. Tes tersebut menyajikan masalah dua trapesium kongruen (ABCD dan FEHG) yang menuntut integrasi antara identifikasi sisi-sisi bersesuaian dengan penerapan teorema Pythagoras. Data primer yang diperoleh melalui protokol *Think Aloud* dan hasil pekerjaan tertulis dianalisis secara simultan untuk melacak konsistensi antara ucapan dan tindakan subjek.

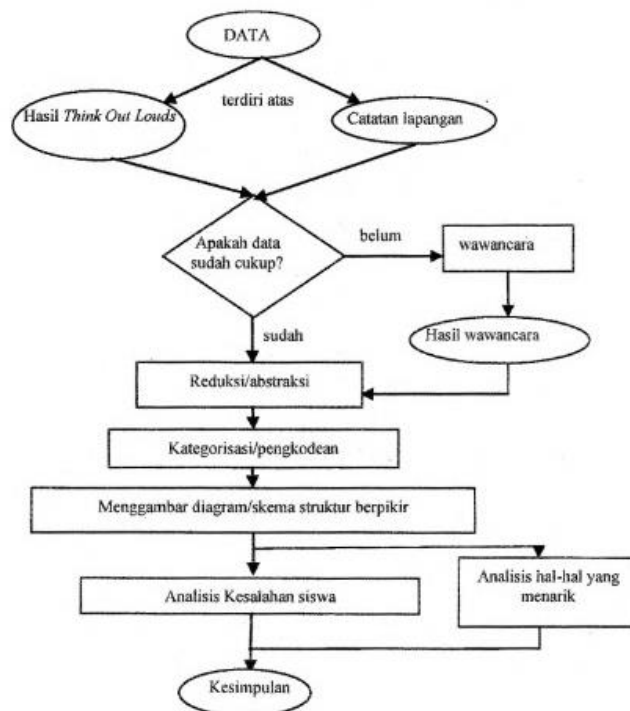
Guna menjamin keabsahan temuan serta meminimalisasi risiko subjektivitas peneliti, prosedur validasi data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis melalui integrasi teknik triangulasi, *member checking*, dan diskusi sejawat. Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan data verbal hasil protokol *Think Aloud*, dokumentasi pekerjaan tertulis, serta hasil wawancara retrospektif untuk memastikan konsistensi alur berpikir subjek dari berbagai sumber. Selanjutnya, mekanisme *member checking* diterapkan untuk memverifikasi akurasi transkrip verbalisasi dan kesesuaian interpretasi peneliti dengan maksud asli subjek guna menghindari miskonsepsi dalam analisis. Terakhir, untuk memperkuat reliabilitas analisis (*intercoder reliability*), dilakukan diskusi mendalam dengan ahli atau rekan sejawat (*peer debriefing*) guna meninjau kembali kategori pengkodean dan objektivitas temuan mengenai mekanisme *self-correction* subjek, sehingga hasil penelitian memiliki derajat kepercayaan yang tinggi dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.



Gambar 2. Soal PISA untuk Mengetahui Kasus Siswa dalam Pemecahan Masalah

Proses pengumpulan data dilakukan secara simultan melalui teknik *Think Aloud Protocol* (TAP), observasi perilaku, dan wawancara. Dalam pelaksanaannya, siswa diinstruksikan untuk mengerjakan soal sambil menyuarakan segala hal yang dipikirkan, mulai dari perencanaan hingga evaluasi solusi, guna mengungkap mekanisme internal saat melakukan *self-correction*. Bersamaan dengan itu, peneliti mencatat perilaku non-verbal yang mengindikasikan beban kognitif, seperti gestur kebingungan, dalam catatan lapangan. Apabila data transkrip dari *Think Aloud* dirasa belum memadai untuk menjelaskan alasan di balik perubahan strategi siswa, maka dilakukan wawancara berbasis tugas (*Task-Based Interview*) sebagai langkah konfirmasi.

Teknik analisis data dilaksanakan secara kualitatif dengan mengacu pada alur sistematis yang tersaji pada gambar dibawah. Proses ini diawali dengan pengumpulan data mentah dari hasil *Think Aloud* dan catatan lapangan, yang kemudian dilanjutkan dengan tahap reduksi dan abstraksi data untuk memilah informasi yang relevan dengan fokus transisi strategi. Data yang telah direduksi selanjutnya dikategorisasi berdasarkan jenis kesalahan awal, indikator beban kognitif, serta proses regulasi diri. Langkah berikutnya adalah menyusun skema visual struktur berpikir siswa untuk memetakan perjalanan kognitif siswa dari kesalahan menuju pemahaman yang benar. Analisis kemudian diperdalam dengan menelaah jenis kesalahan spesifik serta temuan-temuan menarik terkait momen kritis perbaikan strategi. Seluruh rangkaian analisis ini akhirnya bermuara pada penarikan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah mengenai peran metakognisi dalam memandu pemecahan masalah geometri.

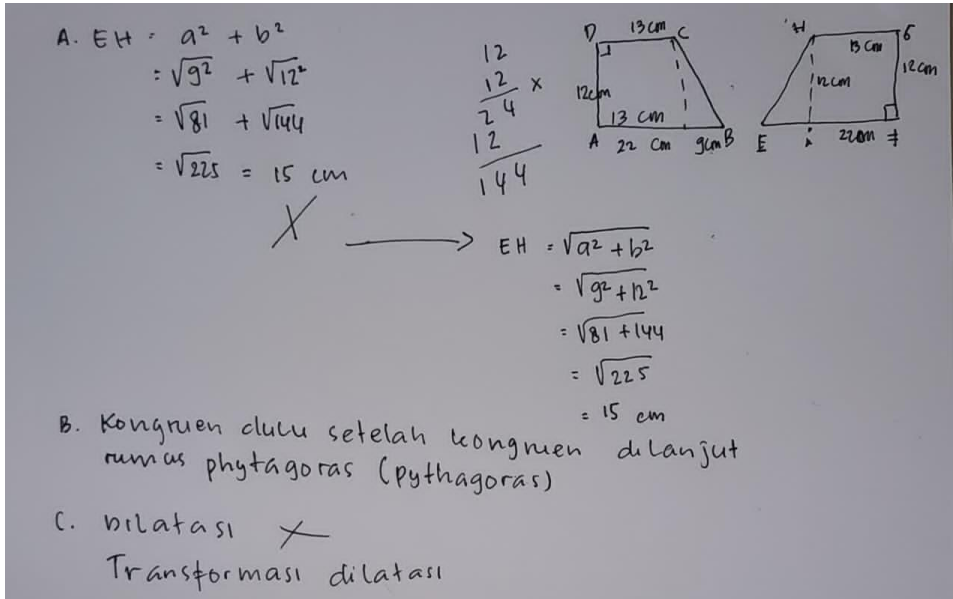


Gambar 3. Proses Analisis Data dengan Metode Kualitatif Berbasis Think Aloud.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Paparan hasil penelitian ini difokuskan pada analisis komprehensif mengenai dinamika kognitif subjek saat menyelesaikan masalah geometri yang memicu beban kognitif (*cognitive load*) tinggi. Guna membedah proses berpikir yang bersifat implisit, data yang disajikan mengintegrasikan artefak tertulis, transkrip verbalisasi *Think Aloud*, dan hasil wawancara retrospektif secara sistematis. Triangulasi ketiga sumber data tersebut bertujuan untuk merekonstruksi alur transisi kognitif subjek secara objektif, mulai dari fase kebuntuan (*stuck*), deteksi kesalahan, hingga aktivasi mekanisme regulasi diri (*self-correction*). Sebagai landasan analisis, artefak lembar jawaban siswa pada Gambar berikut disajikan untuk menunjukkan bukti empiris mengenai proses evaluasi strategi, yang diidentifikasi melalui modifikasi langkah pengerjaan dan koreksi prosedural yang dilakukan secara sadar oleh subjek.



Gambar 3. Hasil Pengerjaan Siswa

Berdasarkan artefak di atas, terlihat secara eksplisit bahwa siswa tidak hanya menampilkan hasil akhir perhitungan, melainkan juga meninggalkan jejak metakognitif berupa evaluasi strategi. Pencoretan pada kata dilatasi dengan tanda silang (X) menjadi bukti fisik dari momen kritis di mana siswa menyadari kesalahan konsep awal (*evaluation*) dan memutuskan untuk membatalkannya. Pada gambar terdapat kesalahan penulisan matematis yang tidak tepat yaitu $\sqrt{81} + \sqrt{144} \neq \sqrt{81 + 144} \leftrightarrow 9 + 12 \neq \sqrt{225} \leftrightarrow 21 \neq 15$. Tindakan ini kemudian diikuti dengan kesadaran perubahan strategi menuju konsep Kekongruenan dan penerapan teorema Pythagoras yang tepat ($\sqrt{9^2 + 12^2} = \sqrt{81 + 144} = \sqrt{225} = 15$), yang mengindikasikan bahwa siswa berhasil melakukan regulasi diri untuk keluar dari kesalahan pemahaman menuju solusi yang valid. Yang

Guna membedah proses berpikir yang implisit di balik coretan jawaban tersebut, tabel berikut menguraikan hasil analisis protokol *Think Aloud* yang memetakan verbalisasi siswa ke dalam indikator kesadaran metakognitif.

Tabel 1. Hasil Think Aloud

Bagian Jawaban Siswa	Deskripsi Jawaban Siswa	Indikator Metacognitive		Interpretasi Tingkat Metakognisi
		Awareness Schraw & Dennison (Murphy, 2009)	Bukti Perilaku Metakognitif	
Bagian A (Menentukan panjang EH)	Siswa menuliskan rumus teorema Pythagoras ($EH = \sqrt{a^2 + b^2}$), mensubstitusikan nilai 81 dan 144, kemudian	Planning (Perencanaan)	Siswa mampu mengidentifikasi bahwa permasalahan berkaitan dengan segitiga siku-siku dan memilih teorema Pythagoras sebagai strategi utama.	Metakognisi muncul pada tahap awal penyelesaian masalah dengan siswa menunjukkan kesadaran

	menyederhanakan menjadi $\sqrt{225}$ dan menyimpulkan hasil 15 cm.			terhadap strategi yang akan digunakan.
Bagian A (Langkah perhitungan)	Siswa menuliskan langkah perhitungan secara bertahap, mulai dari pemangkatan, penjumlahan, hingga penarikan akar kuadrat. Siswa menyatakan bahwa penyelesaian dilakukan dengan mempertimbangkan kesebangunan atau kekongruenan terlebih dahulu, kemudian menggunakan rumus Pythagoras.	Information (Informasi)	Siswa memantau proses berpikirnya dengan memastikan setiap langkah perhitungan dituliskan dan dilakukan secara runtut.	Menunjukkan kemampuan memeriksa dan mengontrol proses kognitif selama pengerjaan.
Bagian B (Penjelasan strategi)	Siswa menuliskan “dilatasi X” dan menyebutkan “Transformasi Dilatasi”, namun tidak menggunakannya dalam penyelesaian. Jawaban siswa tidak hanya	Monitoring (Pemantauan)	Siswa menyadari perlunya memahami hubungan antarbangun sebelum menerapkan rumus tertentu.	Menunjukkan kesadaran strategis, meskipun penjelasan masih bersifat singkat.
Bagian C (Dilatasi)	berfokus pada hasil akhir, tetapi juga menunjukkan proses dan pemilihan strategi.	Debugging (Perbaikan)	Siswa mempertimbangkan suatu konsep, kemudian menilai bahwa konsep tersebut tidak relevan dengan permasalahan.	Menunjukkan kemampuan refleksi dan evaluasi terhadap efektivitas strategi yang mungkin digunakan.
Keseluruhan jawaban		Evaluation (Evaluasi)	Siswa mampu mengatur strategi, memantau proses, dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan.	Metacognitive awareness berada pada kategori sedang.

Data pada Tabel 1 mengonfirmasi bahwa kesadaran metakognitif subjek bekerja secara dinamis melalui tiga tahapan utama, yaitu *planning* (perencanaan), *monitoring* (pemantauan), dan *evaluation* (evaluasi) (Fahreza et al., 2018). Pada fase perencanaan, subjek menunjukkan kemampuan mengidentifikasi strategi yang relevan dengan memilih teorema Pythagoras untuk menyelesaikan masalah segitiga siku-siku. Selanjutnya, aspek pemantauan tecermin dari konsistensi subjek dalam mengawal langkah-langkah perhitungan aritmetika secara runtut. Titik balik perbaikan strategi terlihat pada indikator evaluasi, di mana subjek secara verbal menilai ketidakrelevanan konsep transformasi dilatasi yang sempat dipertimbangkan sebelumnya. Secara keseluruhan, verbalisasi ini menunjukkan bahwa meskipun sempat

mengalami kesalahan strategi, subjek memiliki kemampuan regulasi kognisi yang fungsional untuk mengarahkan kembali proses berpikirnya menuju jalur pemecahan yang benar (Sinkkonen & Tapani, 2024).

Untuk mendalami dimensi afektif dan beban kognitif yang tidak terekam sepenuhnya dalam tulisan maupun verbalisasi spontan, table berikut menyajikan hasil *Task-Based Interview* yang mengeksplorasi pengalaman internal siswa saat menghadapi kebuntuan.

Tabel 2. Hasil *Talk-Based Interview*

No	Tahapan Wawancara	Pertanyaan Pemantik	Tujuan Pertanyaan	Jawaban Siswa
1	Fase Awal & Identifikasi Beban Kognitif	Saat pertama kali melihat Gambar 1 (dua trapesium terpisah), apa yang terlintas di pikiranmu? Apakah kamu langsung tahu cara mengerjakannya?	Mengidentifikasi <i>Cognitive Load</i> awal, persepsi kesulitan tugas, dan mendeteksi apakah siswa mengalami stuck karena format soal yang nonrutin.	Jujur, awalnya saya bingung dan merasa agak berat dan pusing. Soalnya beda dengan yang biasa di buku paket di mana sisinya sudah ada semua. Di sini trapesiumnya pisah dan ada sisi yang tidak ada angkanya (EF ada tanda tanya). Saya sempat diam sebentar karena tidak tahu harus mulai dari mana.
2	Fase Awal & Identifikasi Beban Kognitif	Saya perhatikan tadi kamu sempat diam dan membaca soal berulang kali. Apa yang membuatmu merasa kesulitan atau stuck saat itu?	Mengonfirmasi hambatan epistemologis dan gejala stuck secara spesifik	Saya bingung mencari panjang sisi miring EH itu. Saya tahu ini pasti pakai rumus, tapi angkanya kurang. Pikiran saya penuh, mencoba mengingat-ingat rumus apa yang cocok untuk bangun trapesium yang bentuknya miring begini.
3	Fase Perencanaan & Evaluasi Strategi Salah (<i>Self-Correction</i>)	Di lembar jawabanmu, tertulis kata dilatasi lalu kamu mencoretinya dengan tanda silang (X). Bisa ceritakan kenapa kamu menulis itu dan kenapa kemudian mencoretinya?	Mengungkap proses <i>Evaluation</i> dan <i>Monitoring</i> , di mana siswa menyadari ketidaksesuaian strategi awal dengan struktur masalah.	Waktu melihat dua bangun itu, saya ingat materi transformasi geometri. Saya pikir ini dilatasi. Tapi pas saya cek lagi angkanya (AD=12 cm, sisi tegak lainnya juga terlihat sama), kok ukurannya tidak berubah? Kalau dilatasi, kan harusnya membesar atau mengecil. Jadi saya sadar, oh, ini bukan dilatasi. Makanya saya coret karena itu strategi yang salah.
4	Fase Perencanaan & Evaluasi Strategi Salah (<i>Self-Correction</i>)	Setelah mencoret Dilatasi, bagaimana caramu menemukan ide untuk menggunakan konsep Kekongruenan seperti yang kamu tulis di poin B?	Melacak mekanisme transisi dari strategi salah ke strategi benar bagaimana mengelola emosi untuk bangkit dari kesalahan.	Setelah sadar itu bukan dilatasi, saya menenangkan diri dan melihat gambarnya lagi. Saya lihat bentuknya sama persis, cuma sisinya digeser. Saya ingat istilah Kongruen. Kalau kongruen, berarti sisi-sisinya sama panjang. Dari situ saya

			mulai tenang dan pikiran jadi lebih terang. Saya tahu saya harus menyamakan sisi trapesium kiri dan kanan dulu.
5	Fase Eksekusi & Strategi Integrasi Konsep	<p>Bagaimana kamu mendapatkan angka 9 dan 12 yang kamu masukkan ke dalam rumus akar kuadrat ($9^2 + 12^2$) itu? Padahal angka 9 tidak ada di soal.</p> <p>Mengonfirmasi kemampuan integrasi antarkonsep (Kekongruenan Identifikasi Sisi Aritmatika) kemampuan merumuskan model matematika yang tepat.</p>	<p>Nah, karena sudah tahu ini kongruen, saya pindahkan angkanya. Tinggi trapesium pasti sama, jadi kalau AD 12, garis tinggi di trapesium kanan juga 12. Lalu untuk alasnya, EF kan 22, dan sedangkan bagian atasnya sama dengan DC yaitu 13. Jadi sisa alas segitiga siku-sikunya adalah yang $22 - 13 = 9$. Dari situ saya dapat segitiga siku-siku dengan alas 9 dan tinggi 12.</p>
6	Fase Eksekusi & Strategi Integrasi Konsep	<p>Mengapa kamu memilih menggunakan Rumus Pythagoras untuk mencari EH? Apakah ada cara lain?</p> <p>Memverifikasi aspek <i>Planning</i> (Perencanaan) dan pemahaman konseptual yang mendasari pemilihan prosedur (bukan sisi miringnya ($c^2 = a^2 + b^2$)).</p>	<p>Karena yang ditanya sisi miring dan (EH). Tadi saya sudah buat garis bantu jadi terbentuk segitiga siku-siku. Kalau ada segitiga siku-siku, pasti pakai Pythagoras untuk cari (bukan sisi miringnya ($c^2 = a^2 + b^2$)).</p>
7	Fase Pemantauan Akhir (<i>Monitoring</i>)	<p>Kamu mendapatkan hasil akhir 15 cm. Apakah kamu yakin jawaban ini benar? Apa yang kamu lakukan untuk memastikannya?</p> <p>Mengukur aspek <i>monitoring</i> dan <i>debugging</i> untuk melihat tingkat keyakinan diri siswa setelah berhasil mengatasi hambatan.</p>	<p>Saya yakin. Tadi saya sempat menghitung ulang: 9^2 itu 81, 12^2 itu 144. Kalau dijumlah 225. Akarnya 15. Angkanya pas, jadi saya merasa strategi saya sudah benar. Rasanya lega bisa ketemu jawabannya setelah tadi sempat bingung.</p>

Hasil wawancara berbasis tugas pada Tabel 2 menyingkap realitas psikologis subjek saat menghadapi beban kognitif (*cognitive load*) yang tinggi, yang ditandai dengan munculnya perasaan bingung dan pening akibat format soal nonrutin. Namun, data ini sekaligus mempertegas peran krusial metakognisi dalam mengelola beban tersebut melalui mekanisme regulasi emosi dan kognisi. Subjek mendemonstrasikan kemampuan untuk menenangkan diri, yang kemudian memicu kejernihan berpikir untuk beralih dari dugaan penggunaan konsep dilatasi menuju pemahaman kekongruenan yang tepat. Selain itu, narasi subjek mengenai proses penentuan nilai alas segitiga melalui selisih sisi sejajar ($22 \text{ cm} - 13 \text{ cm} = 9 \text{ cm}$) membuktikan bahwa mekanisme koreksi mandiri (*self-correction*) tidak terjadi secara kebetulan, melainkan melalui proses analisis struktur masalah yang mendalam.

Pembahasan

Penelitian ini mengeksplorasi proses kognitif dan metakognitif seorang subjek dalam memecahkan masalah geometri non-rutin. Temuan berikut merupakan hasil analisis mendalam terhadap perilaku, hasil pekerjaan, serta protokol *think-aloud* subjek selama proses pemecahan masalah.

Dinamika *Cognitive Load* dan Hambatan Epistemologis pada Fase Awal Pemecahan Masalah. Berdasarkan pengamatan di lapangan, subjek menunjukkan indikasi lonjakan beban kognitif yang signifikan pada tahap awal. Data ini terekam melalui jeda diam yang cukup lama dan pengakuan verbal subjek yang merasa berat serta pusing saat mencermati representasi visual dua trapesium pada Gambar 1. Fenomena ini mengindikasikan adanya *intrinsic cognitive load* yang tinggi akibat kompleksitas soal. Secara spesifik, subjek terjebak dalam *split-attention effect*, di mana ia harus membagi fokus kognitifnya antara dua bangun yang terpisah secara spasial namun saling berkaitan secara logis (Sakshi & Kumar, 2024). Kondisi *stuck* tersebut merupakan manifestasi hambatan epistemologis. Temuan menunjukkan bahwa skema kognitif subjek tidak langsung selaras dengan struktur masalah baru yang diberikan. Subjek mengalami konflik kognitif karena prosedur rutin yang biasa ia gunakan di kelas tidak dapat diaplikasikan secara instan pada soal ini.

Hal ini sejalan dengan pendapat Patunah & Herman (2025) bahwa beban memori kerja sering kali dipicu oleh interaktivitas elemen yang tinggi pada soal non-rutin. Namun, alih-alih menyerah sebagaimana dikhawatirkan dalam teori Sandoz (2021) subjek ini memilih untuk melakukan fase inkubasi singkat. Analisis perilaku diam tersebut menunjukkan adanya upaya internal untuk mengorganisasi informasi yang acak menjadi struktur bermakna. Sebagaimana ditegaskan Siti et al. (2025) beban kognitif dalam batas tertentu justru memicu keterlibatan mental yang intens asalkan terdapat dorongan metakognitif untuk bertahan. Dalam konteks subjek ini, rasa pusing yang dialami bukan sekadar kebingungan, melainkan sinyal awal dimulainya aktivitas berpikir kritis untuk mengatasi *extraneous cognitive load* yang muncul dari penyajian visual soal. Implikasi dari temuan ini menegaskan bahwa penyajian soal geometri nonrutin memang berpotensi menciptakan *intrinsic cognitive load* yang tinggi bagi siswa. Namun, tantangan kognitif justru diperlukan untuk memicu aktivitas mental tingkat tinggi, asalkan siswa memiliki kapasitas untuk mengelola kecemasan tersebut. Oleh karena itu, perasaan pusing yang dikeluhkan subjek di awal justru merupakan indikator awal dimulainya proses berpikir kritis yang mendalam, bukan sekadar error prosedural.

Peran Vital Evaluasi Metakognitif dalam Mendeteksi Kesalahan Strategi. Titik balik dalam penyelesaian masalah ini terjadi ketika subjek melakukan fungsi evaluasi secara sadar. Bukti empiris yang paling nyata adalah tindakan subjek mencoret kata dilatasi pada lembar jawaban (Gambar 3). Tindakan ini menunjukkan bahwa monitoring kognitif subjek berjalan efektif. Ia menyadari adanya inkonsistensi antara konsep dilatasi (yang mensyaratkan perubahan ukuran) dengan fakta visual pada soal yang menunjukkan kekongruenan. Eksplorasi terhadap protokol *think-aloud* mengungkap dialog internal subjek: "*Kok ukurannya tidak berubah?*" Pertanyaan reflektif ini menjadi mekanisme kontrol kualitas yang mencegah subjek terjebak dalam prosedur yang salah (Moritz & Lysaker, 2018). Jika fungsi evaluasi ini gagal, subjek kemungkinan besar akan memaksakan penggunaan rumus faktor skala yang akan menghasilkan jawaban irasional. Temuan pada subjek ini mendukung argumentasi Nisdawati & Handican (2023) mengenai pentingnya *self-judgment* dalam memantau aktivitas kognitif. Kemampuan untuk membatalkan ide pertama yang muncul menunjukkan bahwa subjek tidak bertindak secara impulsif. Hal ini memperkuat temuan Hartanti et al. (2025) Strategi metakognitif sangat krusial untuk memutus rantai kesalahan prosedur, terutama saat siswa menghadapi situasi yang memicu kecemasan matematis.

Lebih dalam lagi, verbalisasi *Think Aloud* merekam bagaimana siswa melakukan dialog internal untuk memvalidasi keraguannya. Ucapan siswa, "*Kok ukurannya tidak berubah?*", adalah bentuk pertanyaan reflektif yang menjadi mekanisme kontrol kualitas berpikirnya. Hal ini sejalan dengan argument Adinda et al. (2023) bahwa karakteristik metakognisi yang matang

ditandai dengan kemunculan kesadaran dan pertimbangan sebelum eksekusi akhir dilakukan. Tanpa adanya dialog internal ini, siswa hanya akan beroperasi pada level kognitif rendah (sekadar menghitung) tanpa menyadari arah penyelesaian masalah. Dengan demikian, peran evaluasi metakognitif dalam penelitian ini terbukti berfungsi sebagai pengendali metakognisi yang efektif. Ia menghentikan laju berpikir yang salah dan membuka ruang bagi masuknya strategi alternatif. Analisis ini memberikan kontribusi baru dengan menunjukkan bahwa *self-correction* tidak terjadi secara otomatis, melainkan dipicu oleh ketidaknyamanan intelektual siswa terhadap inkonsistensi antara konsep dilatasi dan data empiris soal pada gambar yang sama besar.

Mekanisme *Regulation of Cognition* dan Manajemen Emosi dalam *Self-Correction*. Setelah mendeteksi kesalahan, subjek menunjukkan aspek *Regulation of Cognition* melalui transisi strategi menuju konsep kekongruenan. Proses transisi ini tidak berlangsung otomatis, melainkan melibatkan regulasi emosi. Subjek mengakui perlunya menenangkan diri sebelum beralih strategi, yang menunjukkan bahwa keberhasilan metakognitif berkaitan erat dengan stabilitas afektif. Septiani et al. (2025) Menekankan bahwa kemampuan mengelola frustrasi adalah bagian dari resiliensi matematis yang mendukung penyelesaian masalah. Mekanisme koreksi diri pada subjek ini dilakukan secara sistematis melalui perencanaan ulang (*re-planning*). Subjek memetakan kembali hubungan antarsisi secara detail, seperti mengidentifikasi AD sebagai sisi tegak dan DC sebagai sisi atas. Perubahan ini bukan sekadar *trial and error*, melainkan didasarkan pada analisis struktur masalah yang lebih mendalam.

Keberhasilan ini selaras dengan temuan Tamrin et al. (2024) Mengenai pentingnya fleksibilitas berpikir saat menghadapi jalan buntu. Dengan menggeser fokus dari kebingungan visual ke hubungan numerik antarsisi, subjek berhasil mereduksi beban kognitif yang tidak perlu. Dalam kasus ini, konsep kekongruenan berfungsi sebagai skema pengorganisir yang membuat alur berpikir subjek menjadi lebih terstruktur, sebagaimana dijelaskan oleh Dahiana et al. (2023) Tentang peran peta kognitif dalam efisiensi berpikir. Secara keseluruhan, data dalam penelitian ini menunjukkan bahwa *self-correction* merupakan proses kognitif aktif yang menuntut keterlibatan mental yang intens. Dalam konteks subjek yang diamati, proses ini tidak hanya sebatas menghapus jawaban yang keliru, melainkan mencakup upaya rekonstruksi pemahaman secara fundamental dari tahap awal. Temuan ini memberikan perspektif bahwa kesalahan yang dilakukan siswa tidak serta-merta mencerminkan kegagalan kognitif; sebaliknya, aktivitas koreksi diri yang ditunjukkan subjek mengindikasikan adanya kemampuan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan refleksi mendalam, melampaui sekadar penyelesaian masalah secara prosedural. Meskipun temuan ini terbatas pada kasus subjek tunggal dan tidak dapat digeneralisasikan secara luas, fenomena tersebut menegaskan bahwa kegagalan awal yang dikelola dengan metakognisi yang tepat dapat menjadi sarana konstruksi pengetahuan yang produktif.

Konstruksi Pengetahuan Konseptual sebagai Jembatan Kognitif. Puncak dari proses ini adalah keberhasilan subjek mengintegrasikan konsep kekongruenan dengan *Teorema Pythagoras*. Subjek melakukan konstruksi logika secara mandiri dengan menghitung $22 - 13 = 9$ cm untuk menemukan alas segitiga siku-siku, meskipun angka 9 tidak tertera secara eksplisit dalam soal. Langkah ini membuktikan adanya pemahaman relasional yang baik. Penggunaan garis bantu oleh subjek untuk membentuk segitiga siku-siku menunjukkan bahwa ia tidak sekadar menghafal rumus, tetapi memahami prasyarat geometris penggunaan Teorema Pythagoras. Wafiroh & Arianto (2025) menyatakan bahwa memvisualisasikan elemen yang tidak terlihat adalah kunci dalam geometri, dan subjek ini berhasil melakukannya melalui panduan metakognitifnya. Konsistensi monitoring subjek tetap terjaga hingga tahap akhir, terlihat dari

verifikasi hasil akar 225 menjadi 15. Keyakinan subjek pada jawaban bilangan bulat sebagai indikator kebenaran merupakan bentuk strategi heuristik yang cerdas, yang dalam konteks *Computational Thinking* disebut sebagai evaluasi solusi (Purwasih, 2024). Sebagai simpulan, penelitian ini berhasil memvisualisasikan bagaimana pengetahuan konseptual dikonstruksi melalui proses yang berliku, bukan linier. Kesalahan awal bukanlah akhir, melainkan sarana belajar yang produktif ketika dikelola dengan metakognisi yang baik. Temuan ini memberikan wawasan baru bahwa intervensi pendidikan seharusnya tidak hanya fokus pada pemberian rumus cepat, melainkan pada pelatihan strategi metakognitif yang memungkinkan siswa membangun jembatan kognitif mereka sendiri saat menghadapi soal-soal yang menantang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kesadaran metakognitif memiliki peran fundamental dalam memfasilitasi transisi berpikir siswa dari fase kebuntuan strategis menuju pemahaman konseptual yang tepat. Melalui metode studi kasus kualitatif dengan pemanfaatan protokol verbal, terungkap bahwa aktivitas evaluasi mandiri menjadi instrumen kritis dalam menghentikan penggunaan prosedur yang keliru, yang selanjutnya memungkinkan subjek untuk mengaplikasikan konsep kekongruenan dan Pythagoras secara sistematis. Sebagai kontribusi awal (*preliminary findings*), studi ini memberikan gambaran mendalam mengenai dinamika mikro alur perbaikan strategi (*repair flow*) yang dipicu oleh regulasi kognisi serta stabilitas emosional dalam mengelola beban kognitif yang tinggi. Walaupun generalisasi temuan ini terbatas pada desain subjek tunggal, hasil penelitian ini memberikan perspektif penting bagi pendidik untuk menitikberatkan pada pengembangan kemampuan reflektif guna membantu siswa menjembatani hambatan epistemologis mereka sendiri saat menghadapi persoalan geometri nonrutin. Mengingat keterbatasan penelitian ini pada desain studi kasus tunggal, peneliti selanjutnya disarankan untuk melibatkan partisipan yang lebih luas dan heterogen guna memvalidasi serta menggeneralisasi pola mekanisme *self-correction* dan dinamika beban kognitif dalam berbagai konteks demografis siswa. Selain itu, penelitian mendatang dapat diarahkan pada pengembangan dan pengujian efektivitas model intervensi pedagogis berbasis perancah (*scaffolding*) metakognitif yang secara spesifik dirancang untuk membantu siswa mengelola hambatan epistemologis pada topik matematika non-rutin lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, A., Purnomo, H., Rahmatina, D., & Siregar, N. C. (2023). Characteristics of students' metacognitive ability in solving problems using awareness, Regulation and Evaluation Components. *Jurnal Didaktik Matematika*, 10(1), 48–62. <https://doi.org/10.24815/jdm.v10i1.29041>
- Bouiri, O., Lotfi, S., & Talbi, M. (2023). Metacognition & learning process: Using Think-aloud protocol (tap) to understand students and their teacher's reflection processes during a problem-solving situation. *Obrazovanie i Nauka*, 25(5), 135–154. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-5-135-154>
- Dahiana, W. O., Herman, T., Nurlaelah, E., & Pereira, J. (2023). Student semiotic representation skills in solving mathematics problems. *Jurnal Didaktik Matematika* 10(1), 34–47. <https://doi.org/10.24815/jdm.v10i1.30770>
- Fahreza, R., Saadi, P., & Syahmani. (2018). Profil metakognisi siswa berdasarkan self-regulated. *Jurnal Vidya Karya*, 33(2), 118–130.
- Fanggidae, J. J. R., Nenohai, J. M. H., & Udil, P. A. (2021). *Matematika Fkip Undana Dengan Metode Chaid*. 2(1), 23–33.

- Fauziyah, N., Jamil, E., Khikmiyah, F., & Edy, S. (2025). Bridging readiness and reasoning: A mixed methods study on learning readiness and students' argumentation in mathematics. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 7(1), 167–189. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2025.v7i1.167-189>
- Gilmore, C. (2023). Understanding the complexities of mathematical cognition: A multi-level framework. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 76(9), 1953–1972. <https://doi.org/10.1177/17470218231175325>
- Hartanti, I. P., Purnomo, E. A., & Aziz, A. (2025). Design of the mathsolve learning media with a problem-solving approach by schoenfeld on sequences and series material. *MATHEMA JOURNAL*, 7(1), 288–308.
- Hidayat, N., Usodo, B., & Saputro, D. R. S. (2020). Reflective thinking ability of junior high school students of 2 pleret viewed from self-confidence. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(8), 117. <https://doi.org/10.18415/ijmmu.v7i8.1818>
- Khasanah, B. A., Prahmana, R. C. I., Adiputra, S., Khalil, I. A., & Pepkolaj, L. (2025). Leveraging javanese batik motives in teaching number patterns: the preliminary phase in ethno-realistic mathematics education approach. *Barekeng*, 19(4), 3019–3032. <https://doi.org/10.30598/barekengvol19iss4pp3019-3032>
- Macaluso, J. A., Beuford, R. R., & Fraundorf, S. H. (2022). Familiar strategies feel fluent: the role of study strategy familiarity in the misinterpreted-effort model of self-regulated learning. *Journal of Intelligence*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040083>
- Moritz, S., & Lysaker, P. H. (2018). Metacognition – What did James H. Flavell really say and the implications for the conceptualization and design of metacognitive interventions. *Schizophrenia Research*, 201, 20–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.06.001>
- Murphy, E. (2009). A framework for identifying and promoting metacognitive knowledge and control in online discussants. *Canadian Journal of Learning and Technology / La Revue Canadienne de l'apprentissage et de La Technologie*, 34(2). <https://doi.org/10.21432/t2sw2v>
- Nisdawati, N., & Handican, R. (2023). Systematic literature review : Apakah model Problem Based Learning mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis ?. *Mathematic Education And Application*, 4(2), 88–97.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results: Creative thinking and environmental literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/xxxxxx>
- Passiatore, Y., Costa, S., Grossi, G., Carrus, G., & Pirchio, S. (2024). Mathematics self-concept moderates the relation between cognitive functions and mathematical skills in primary school children. *Social Psychology of Education*, 27(3), 1143–1159. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09854-3>
- Patunah, S., & Herman, T. (2025). Students' Mathematical problem-solving ability based on pedagogic analysis of mathematics learning. *MATHEMA JOURNAL*, 7(1), 207–219.
- Prasetyo, M. M., Sunismi., & Walida, S. E. (2025). Profile of ethnomatematics implementation in mathematics learning to stimulate students' cognitive development. *JME:Journal of Mathematics Education*, 10(2), 333–346–346. <https://doi.org/10.31327/jme.v10i2.2558>
- Prasetyo, T., Rasmitadila, R., Hayu, W. R. R., & Mulyanti, E. (2025). Strategi metakognitif dalam pembelajaran: tinjauan sistematis dan implikasinya terhadap efektivitas belajar. *Jurnal Pengajaran Sekolah Dasar*, 4(1), 167–179. <https://doi.org/10.56855/jpsd.v4i1.1604>
- Purwasih, R. (2024). *How do you solve number pattern problems through mathematical semiotics analysis and computational thinking ?* 15(2), 403–430.
- Puteh, M., Mohd, A. A., Aziz, A., & Adnan, M. (2024). The development and effectiveness of

- the hots mathematical problem-solving framework with the bar model strategy on student achievement. *Journal of Electrical Systems*. <https://doi.org/10.52783/jes.2225>
- Saiful, S., Hobri, H., & Tohir, M. (2020). Analisis metakognisi siswa berbasis lesson study for learning community (lslc) ditinjau dari gaya kognitif. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i1.73-91>
- Sakshi, & Kumar, A. (2024). Understanding metacognition: A critical analysis. *Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, 7(1), 46–49.
- Sandoz, R. (2021). Thematic reclassifications and emerging sciences. *Journal for General Philosophy of Science*, 52(1), 63–85. <https://doi.org/10.1007/s10838-020-09526-2>
- Septiani, M., Isro, M., Hidayatullah, & Widhyastuti, K. L. (2025). The role of language , logic , mathematics , and statistics in scientific reasoning. *Jurnal Literasi Pendidikan Indonesia (JLPI)*, 1(2), 7–13.
- Sinkkonen, M., & Tapani, A. (2024). Review of the concept “Self-Regulated Learning”: defined and used in different educational contexts. *International Journal on Social and Education Sciences*, 6(1), 130–151. <https://doi.org/10.46328/ijonses.640>
- Siti, K., Atiqoh, N., & Satriawati, G. (2025). The effect of mathematical initial ability on high school students ' algebraic thinking ability pengaruh kemampuan awal matematis terhadap kemampuan berpikir aljabar siswa tingkat menengah atas. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(2), 151–164.
- Tamrin, M., Afifah, S., Intan Salsabila, K., Herman, T., & Hasanah, A. (2024). Matematika terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. jurnal penelitian dan pembelajaran matematika. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 17, 21–30.
- Telaumbanua, A. R., Harefa, A. O., & Zega, Y. (2023). Analysis of students' concept understanding ability in view of mathematical anxiety in the implementation of learning in class VII of SMP Negeri 1 Mazo. *QISTINA: Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(1), 177–188. <https://doi.org/10.57235/qistina.v2i1.564>
- Tomasetto, C., Morsanyi, K., Guardabassi, V., & O'Connor, P. A. (2021). Math anxiety interferes with learning novel mathematics contents in early elementary school. *Journal of Educational Psychology*, 113(2), 315–329. <https://doi.org/10.1037/edu0000602>
- Wafiroh, H., & Arianto, F. (2025). The influence of mathematical problem-solving and critical thinking skills through project-based flipped classroom and self-regulated learning. *Advances in Nonlinear Variational Inequalities*. <https://doi.org/10.52783/anvi.v28.3447>.