



# SIGMA DIDAKTIKA: Jurnal Pendidikan Matematika

Journal homepage: <https://ejournal.upi.edu/index.php/SIGMADIDAKTIKA>

## Beban Kognitif Berlebihan: Analisis Kesulitan Siswa SMA dalam Menyelesaikan Masalah Prosedural Logaritma

Suci Wulandari<sup>1</sup>, Mardiana<sup>2</sup>, Prima Mytra<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Islam Ahmad Dahlan

\*Correspondence: E-mail: [suciwulandariwulan@gmail.com](mailto:suciwulandariwulan@gmail.com)

A B S T R A K	A R T I C L E I N F O
<p><i>Materi logaritma merupakan topik matematika dengan tingkat kompleksitas tinggi yang menyebabkan siswa SMA sering mengalami kesulitan serta kesalahan prosedural akibat tingginya beban kognitif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuk kesalahan prosedural siswa SMA dalam menyelesaikan masalah logaritma serta mengkaji kesalahan tersebut berdasarkan perspektif Teori Beban Kognitif (Cognitive Load Theory). Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus tunggal yang diperkuat melalui studi literatur sistematis terhadap 16 artikel relevan (2017-2025), tes tertulis, dan wawancara mendalam terhadap seorang siswa SMA yang dipilih secara purposive. Hasil kajian menunjukkan bahwa kesalahan prosedural siswa, seperti kesalahan penerapan sifat logaritma, manipulasi aljabar, ketidaktepatan urutan langkah penyelesaian, serta kesalahan perhitungan, dipengaruhi oleh beban kognitif yang berlebihan. Tingginya beban intrinsik pada materi logaritma, ditambah beban ekstrinsik akibat penyajian soal dan instruksi yang kurang sistematis, menyebabkan keterbatasan kapasitas memori kerja siswa sehingga menghambat pembentukan skema konseptual. Penelitian ini menegaskan pentingnya perancangan pembelajaran logaritma yang mampu meminimalkan beban kognitif ekstrinsik dan mengoptimalkan beban germane melalui penyajian materi secara bertahap serta penguatan pemahaman konseptual dan prosedural.</i></p>	<p><b>Article History:</b>  Received: 2026-01-13  Revision: 2026-02-09  Accepted: 2026-03-05  Published: 2026-03-07</p> <p><b>Kata Kunci:</b>  Beban Kognitif  Kesalahan Prosedural  Logaritma  Cognitive Load Theory  Pemecahan Masalah Matematika  Siswa SMA</p>
<p><b>ABSTRACT</b></p> <p><i>Logarithms are a mathematical topic of high complexity, often leading to procedural errors and difficulties among high school students due to the significant cognitive load involved. This study aims to analyze the forms of high school students' procedural errors in solving logarithmic problems and to examine these</i></p>	<p><b>Keywords:</b>  Cognitive Load  Procedural Errors, Logarithms  Cognitive Load Theory  Mathematical Problem Solving  High School Students</p>

*errors from the perspective of Cognitive Load Theory (CLT). This study employs a qualitative approach with a single-case study design, reinforced by a systematic literature review of 16 relevant articles (2017–2025), written tests, and in-depth interviews with a high school student selected through purposive sampling. The findings indicate that students' procedural errors—such as the misapplication of logarithmic properties, algebraic manipulation errors, incorrect sequencing of solution steps, and calculation mistakes—are influenced by excessive cognitive load. The high intrinsic load of logarithmic material, coupled with extraneous load resulting from unsystematic problem presentation and instructions, leads to limitations in students' working memory capacity, thereby hindering the formation of conceptual schemata. This study emphasizes the importance of designing logarithmic instruction that minimizes extraneous cognitive load and optimizes germane load through gradual material presentation and the strengthening of both conceptual and procedural understanding.*

## 1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang menjadi bagian dalam kurikulum pendidikan yang diajarkan secara berkelanjutan mulai dari Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA), hingga perguruan tinggi. Sebagai ilmu yang bersifat abstrak dan universal (Rahmah dkk., 2023; Zulmaulida & Saputra, 2024), matematika berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir siswa, khususnya dalam penalaran logis dan pemahaman konsep (Khaliq dkk., 2017). Selain itu, matematika juga dapat melatih siswa dalam menerapkan prosedur penyelesaian masalah (*problem solving*) secara sistematis (Cahyono & Effendy, 2020). Meskipun demikian, karakteristik matematika yang abstrak dan kompleks seringkali menimbulkan kesulitan bagi siswa dalam proses pembelajaran. Salah satu materi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi adalah logaritma. Pada materi ini siswa perlu menguasai banyak sifat logaritma, hubungan logaritma dan eksponen, interpretasi masalah serta prosedur penyelesaian masalah yang kompleks sehingga menjadi tantangan dan kesulitan bagi siswa yang tidak hanya berdampak pada nilai akademis, tetapi juga dapat menghambat kemampuan siswa dalam mengonstruksi pemahaman konseptual yang berkelanjutan (Auldia dkk., 2025).

Fenomena kesulitan dalam memahami materi logaritma tercermin dari besarnya beban kognitif. Berbagai penelitian yang mengungkapkan bahwa siswa akan merasa terbebani dalam menyelesaikan soal dikarenakan banyaknya sifat-sifat logaritma yang harus dihafal serta tekanan tinggi akibat risiko kecil yang dapat merusak seluruh jawaban yang diberikan (Hayati & Budiyo, 2018). Berdasarkan kondisi tersebut, siswa menunjukkan ketidakmampuan dalam mengelola informasi secara efektif selama proses penyelesaian masalah. Hal ini berdampak pada munculnya kesalahan prosedural. Kesalahan tersebut meliputi ketidakteraturan langkah penyelesaian serta ketidaktepatan dalam perhitungan maupun manipulasi aljabar. Kondisi ini mengidentifikasi bahwa siswa mengalami beban kognitif yang tinggi dalam proses pemecahan masalah (Farhana & Yuanita, 2025a).

Beban kognitif (*cognitive load*) merupakan beban yang ditanggung oleh memori kerja (*working memory*) ketika menyerap informasi baru atau menjalankan prosedur pemecahan masalah (Puspa dkk., 2020; Wantika, 2017). Pada Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory* atau CLT) dijelaskan bahwa kapasitas Memori Kerja (*Working Memory*) manusia sangat terbatas (Li dkk., 2025). Kapasitas memori yang diperlukan dalam mengerjakan tugas, seperti prosedur matematika yang panjang dan memiliki banyak variabel dapat melebihi kapasitas memori kerja yang dimiliki siswa, sehingga siswa akan mengalami beban kognitif yang berlebih. Berdasarkan CLT, beban dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: Beban Intrinsik (kompleksitas materi), Beban Ekstrinsik (beban yang berdampak negatif pada proses pembelajaran), dan Beban Germane adalah beban yang produktif untuk mengintegrasikan pembelajaran (Puspa dkk., 2020). Ketika prosedur pemecahan masalah yang dimiliki siswa belum lengkap, siswa berpotensi

mengalami kelebihan beban kognitif, terutama beban ekstrinsik, yang dapat menghambat alokasi energi mental untuk proses konstruksi skema (beban *germane*) (Gupta & Zheng, 2020). Oleh karena itu, beban kognitif berkaitan dengan bagaimana siswa melakukan usaha mental siswa untuk memproses informasi dalam memori kerjanya dalam menyelesaikan tugas yang diberikan dalam kurun waktu tertentu (Wati dkk., 2023).

Pada konteks logaritma, *intrinsic load* bisa tinggi karena banyaknya elemen interaktif yang harus dikuasai secara bersamaan: perubahan basis, sifat-sifat logaritma, pengubahan bentuk eksponensial ke logaritma dan sebaliknya, serta operasi aljabar pendukungnya. Jika *extraneous load* juga tinggi. Misalnya soal logaritma yang dibuat terlalu kompleks, penyajian pendekatan yang tidak konsisten, atau instruksi yang membingungkan maka memori kerja siswa akan cepat terbebani, yang mengakibatkan kesalahan prosedural, pemilihan langkah yang salah, atau bahkan kegagalan dalam menyelesaikan soal (Aprilia dkk., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, fenomena kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal logaritma telah banyak dikaji dalam berbagai penelitian sebelumnya. Namun, sebagian besar masih memfokuskan kajian secara terpisah antara analisis kesalahan prosedural dan beban kognitif. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian berupa kurangnya kajian yang mengintegrasikan analisis kesalahan prosedural dengan prespektif beban kognitif dalam konteks pembelajaran logaritma.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola kesulitan dan kesalahan prosedural siswa SMA dalam menyelesaikan (Aprilia dkk., 2021) masalah logaritma serta mediagnosis pola kesalahan berdasarkan manifestasi dari beban kognitif. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pendekatan analisis yang mengintegrasikan kesalahan prosedural dengan teori beban kognitif, sehingga diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar logaritma. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis terhadap pemahaman hubungan antara beban kognitif dan kesulitan prosedural dalam materi logaritma sehingga memberikan manfaat bagi guru dan pengembang kurikulum dalam mendesain instruksi yang mampu meminimalkan beban kognitif ekstrinsik sehingga prosedural pembelajaran matematika dapat menjadi lebih efektif dan efisien.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus tunggal (*single case study*) untuk mengeksplorasi secara mendalam fenomena beban kognitif dan kesalahan prosedural siswa pada materi logaritma. Pemilihan desain ini memungkinkan mengeksplorasi mendalam terhadap fenomena nyata dalam konteks kehidupan siswa, terutama ketika batas antar masalah dan penyebabnya tidak terlihat jelas (Yin, 2018). Pendekatan ini memfasilitasi peneliti untuk menggali proses mental subjek secara detail yang tidak tertangkap hanya melalui metode studi literatur. Subjek penelitian

terdiri dari seorang siswa SMA yang dipilih secara *purposive* berdasarkan kriteria siswa yang memiliki hambatan spesifik saat menyelesaikan soal logaritma yang kompleks. Data primer diperoleh melalui tes tertulis untuk mengidentifikasi bentuk kesalahan prosedural secara langsung, serta wawancara mendalam untuk mengonfirmasi indikasi beban kognitif yang berlebih.

Untuk memperkuat analisis dan jawaban keterbatasan sampel tunggal, penelitian ini dilengkapi dengan studi literatur sistematis sebagai data sekunder. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai fenomena kesalahan siswa berdasarkan hasil penelitian terdahulu. Sumber data dalam penelitian ini berupa artikel ilmiah nasional dan internasional yang relevan dengan topik beban kognitif dan kesalahan prosedural pada materi logaritma ataupun pembelajaran matematika. Data diperoleh melalui penelusuran database ilmiah seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *Directory of Open Journals* (DOAJ) dengan menggunakan kata kunci *cognitive load*, *logarithm*, *procedural errors*, *mathematical problem solving*, *cognitive load theory*. Kriteria inklusi yang ditetapkan adalah artikel jurnal dalam rentang waktu tahun 2017-2025 yang menyajikan data empiris terkait penelitian, sementara artikel yang tidak relevan dengan penelitian dan tidak tersedia secara lengkap dieksklusi. Dari hasil penelusuran terpilih 16 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Dari 16 artikel tersebut, sebanyak 7 artikel yang dianalisis secara mendalam sebagai sumber utama penelitian, sedangkan artikel lainnya digunakan sebagai penguat landasan teori dan pendukung analisis.

Analisis data dalam penelitian difokuskan pada identifikasi bentuk kesalahan prosedural, faktor penyebab kesalahan tersebut, serta indikasi adanya beban kognitif berlebihan selama proses berpikir matematika. Teknik analisis menggunakan *content analysis* dengan mengelompokkan temuan ke dalam jenis kesalahan prosedural dan kognitif. Hasil analisis kemudian digabungkan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif, dengan keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap jawaban tertulis dan wawancara siswa menunjukkan bahwa kesulitan dalam menyelesaikan soal logaritma disebabkan oleh beban kognitif berlebihan yang dialami siswa selama proses pemecahan masalah. Beban ini tampak dari munculnya berbagai bentuk kesalahan konseptual, kesalahan prosedural, kesalahan teknik, kesalahan manipulasi aljabar, dan ketidakmampuan siswa mengingat sifat-sifat logaritma. Hal tersebut diperkuat oleh temuan (Ulfa & Kartini, 2021) yang berjudul “Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma Menggunakan Tahapan Kesalahan Kastolan”, yang menjelaskan bahwa tingkat kesalahan siswa pada kategori prosedural mencapai 38,1%, yang menunjukkan bahwa banyak siswa belum menguasai urutan langkah penyelesaian hingga mencapai hasil akhir atau bentuk paling sederhana.

Selanjutnya, 33,3% kesalahan tergolong sebagai kesalahan konseptual, ditandai dengan pemahaman siswa mengenai berbagai bentuk simbol matematika sehingga menyebabkan kekeliruan dalam melakukan operasi hitung. Adapun jenis kesalahan dengan persentase paling rendah adalah kesalahan teknik, yaitu sebesar 23,8%, yang tampak ketika siswa salah memindahkan angka atau operasi hitung dari satu tahap ke tahap berikutnya. Kesalahan yang dilakukan secara berulang terjadi akibat dari tingginya tuntutan mental dalam memahami dan menerapkan aturan-aturan aljabar. Dengan demikian, hal itu dapat menghambat kemampuan siswa dalam memproses informasi secara tepat, sehingga berkontribusi langsung terhadap munculnya kesalahan dalam penyelesaian soal logaritma.

Kondisi ini mengindikasikan ketidakmampuan siswa mengelola informasi secara efektif selama proses pemecahan masalah, sesuai dengan definisi kesalahan prosedural, yang mencakup ketidakteraturan langkah dan ketidaktepatan dalam perhitungan atau manipulasi aljabar, sehingga menyebabkan beban kognitif berlebihan (Farhana & Yuanita, 2025b)

### 1. Bentuk Kesalahan Prosedural yang Muncul

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat beberapa bentuk kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal logaritma. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Florencia Ivani Hananta dan Novisita Ratu (2019a) dalam artikel yang berjudul “*Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma*”, serta diperkuat oleh hasil kajian Rhamadanti (2025) yang mengidentifikasi berbagai jenis kesalahan siswa dalam proses penyelesaian soal logaritma.

#### a) Kesalahan dalam menerapkan sifat-sifat logaritma

Siswa sering keliru dalam menggunakan sifat dasar logaritma, misalnya menganggap  $\log(a \times b) = \log a \times \log b$ , salah dalam perubahan basis, atau menggabungkan logaritma yang tidak dapat digabungkan. Hal ini menunjukkan bahwa skema konsep logaritma siswa belum stabil, sehingga kemampuan memproses informasi menjadi terbatas saat soal menuntut beberapa langkah sekaligus untuk dikerjakan. Hasil analisis dan wawancara mendalam mengungkapkan bahwa kegagalan siswa dalam menyelesaikan soal logaritma bersumber dari kesalahan konsep (*conceptual errors*), di mana subjek secara konsisten menyatakan lupa dan tidak memahami sifat-sifat logaritma, serta mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi sifat mana yang relevan untuk diterapkan pada beragam soal yang diberikan. Ketidakmampuan ini berakibat fatal, mendorong subjek untuk menggunakan cara-cara yang salah atau "mengarang" langkah pengerjaan (Hananta & Ratu, 2019b)

b) Kesalahan manipulasi aljabar

Kesulitan tampak pada proses memindahkan suku, menyederhanakan eksponen, dan melakukan operasi aljabar dasar. Penguasaan operasi aljabar merupakan fondasi penting dalam penyelesaian soal logaritma, sehingga ketidakmampuan siswa menyebabkan langkah penyelesaian tidak runtut dan hasil akhir tidak sesuai.

c) Kesalahan langkah (*procedural step error*)

Siswa sering melewatkan langkah penting atau mengurutkan langkah secara tidak tepat. Hal ini memperlihatkan bahwa *working memory* mereka tidak mampu menahan seluruh prosedur yang harus diikuti dalam satu rangkaian penyelesaian.

d) Kesalahan perhitungan detail

Kesalahan kecil, seperti salah menyalin angka atau menghitung konstanta, muncul akibat kelelahan kognitif. Saat beban kognitif tinggi, perhatian siswa tidak stabil sehingga akurasi menurun.

Fenomena ini sejalan dengan temuan (Farhana & Yuanita, 2025b), yang menyatakan bahwa tingginya tuntutan mental dalam memahami dan menerapkan aturan aljabar dapat menyebabkan kesalahan serupa.

## 2. Analisis Berdasarkan Teori Beban Kognitif

Berdasarkan *Cognitive Load Theory* (CLT), kesalahan siswa dapat dianalisis melalui tiga komponen:

a) Beban Intrinsik (*Intrinsic Load*)

Materi logaritma memiliki kompleksitas tinggi karena banyak elemen yang harus dikuasai secara bersamaan: sifat-sifat logaritma, hubungan logaritma–eksponen, manipulasi aljabar, dan penerapan multi-langkah. Semakin tinggi interaktivitas elemen, semakin tinggi beban intrinsik, sehingga siswa mudah mengalami *overload* saat menghadapi soal kompleks.

b) Beban Ekstrinsik (*Extraneous Load*)

Beban ini muncul dari cara informasi disajikan. Soal logaritma cenderung kompleks sejak awal, penyajian instruksi kurang sistematis, dan siswa diminta menghafal rumus tanpa pemahaman mendalam. Kondisi ini meningkatkan beban mental yang tidak relevan dan menghalangi pembentukan skema konsep logaritma (Puspa dkk., 2020).

c) Beban Germane (*Germane Load*)

Idealnya, beban germane mendukung pembelajaran dengan membangun skema mental yang memadai. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa lebih fokus pada perhitungan daripada memahami konsep, sehingga proses internalisasi konsep logaritma menjadi lemah.

Temuan ini sejalan dengan teori bahwa memori kerja manusia memiliki kapasitas terbatas (Li dkk., 2025). Saat banyak informasi diproses sekaligus, beban kognitif meningkat dan menghambat akurasi serta pemahaman prosedural.

### 3. Hubungan Kesalahan Prosedural dan Beban Kognitif

Kesalahan prosedural muncul terutama karena tingginya beban intrinsik dan *extraneous load* ssssaat menghadapi soal multi-langkah, siswa kesulitan mengelola:

- Sifat logaritma
- Operasi aljabar
- Perubahan bentuk
- Instruksi kompleks

Akibatnya terjadi kesalahan langkah, salah strategi, bahkan menyerah sebelum mencoba. Temuan ini memperkuat hasil (Aprilia dkk., 2021), yang menyatakan bahwa siswa yang tidak menguasai konsep dasar sulit mengikuti prosedur logaritma dengan benar. Semakin tinggi beban kognitif, semakin besar peluang terjadinya kesalahan prosedural.

### 4. Faktor Penyebab Beban Kognitif Berlebihan

- Penguasaan konsep eksponen rendah, karena logaritma merupakan invers eksponen.
- Pembelajaran menekankan hafalan rumus, memperbesar *extraneous load*.
- Urutan pembelajaran kurang bertahap, langsung menghadapkan siswa pada soal kompleks.
- Kecemasan matematika (*math anxiety*), tekanan “tidak boleh salah sedikit pun” menambah beban mental.
- Strategi penyelesaian tidak terstruktur, menyebabkan pemrosesan mental tidak efisien.

### 5. Implikasi Pembelajaran Logaritma

- Strategi pembelajaran yang direkomendasikan:
  - Mengurangi beban ekstrinsik dengan penyajian materi sistematis, *worked examples*, dan visualisasi prosedur.
  - Mengoptimalkan beban *germane* melalui latihan bertahap, membangun pemahaman konsep sebelum rumus, dan skema penyelesaian.
  - Menurunkan beban intrinsik dengan memecah soal kompleks menjadi bagian lebih kecil.
  - Mengintegrasikan *scaffolding*, bantuan bertahap dilepas seiring kemampuan siswa meningkat.
  - Meningkatkan penguasaan operasi aljabar dasar dan eksponen.
- Strategi Metakognitif untuk Mengurangi Beban Kognitif
  - Memeriksa kembali langkah penyelesaian sebelum menulis jawaban akhir.
  - Membuat catatan atau diagram langkah-langkah logaritma.
  - Mengidentifikasi langkah yang paling sulit atau rentan kesalahan untuk fokus latihan.

- Pendekatan ini menurunkan beban kognitif sekaligus melatih siswa berpikir reflektif dan mandiri dalam menyelesaikan masalah kompleks.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis studi kasus tunggal (*single case study*) dan studi literatur, dapat disimpulkan bahwa kesulitan siswa SMA dalam menyelesaikan soal logaritma terutama disebabkan oleh beban kognitif berlebihan. Beban kognitif ini muncul karena kombinasi tingginya beban intrinsik materi logaritma, beban ekstrinsik akibat penyajian soal dan instruksi yang kompleks, serta belum optimalnya beban germane yang mendukung pembelajaran. Akibatnya, siswa sering melakukan berbagai kesalahan prosedural, seperti kesalahan penerapan sifat logaritma, manipulasi aljabar, urutan langkah yang salah, dan kesalahan perhitungan detail.

Faktor-faktor penyebab beban kognitif berlebihan meliputi penguasaan konsep eksponen yang rendah, strategi pembelajaran yang menekankan hafalan rumus, urutan pembelajaran yang kurang bertahap, kecemasan matematika, dan strategi penyelesaian yang tidak terstruktur. Kajian literatur menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang tepat, seperti penyajian materi sistematis, latihan bertahap, scaffolding, penguatan pemahaman aljabar dasar, dan penerapan strategi metakognitif, dapat meminimalkan beban kognitif berlebihan dan meningkatkan kemampuan prosedural siswa dalam menyelesaikan soal logaritma.

Dengan demikian, pemahaman terhadap hubungan antara beban kognitif dan kesalahan prosedural penting untuk membantu guru dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran matematika yang lebih efektif, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan siswa.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, E., Triyanto, T., & Indriati, D. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Logaritma Ditinjau Dari Kemampuan Awal Matematika. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(1), 401–407.
- Auldia, G. B., Astuti, R., & Risalah, D. (2025). Analisis Kesulitan Siswa dalam Materi Logaritma Ditinjau dari Gaya Belajar di SMA Negeri 1 Ledo. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(6), 9993–1000.
- Cahyono, H., & Effendy, M. M. (2020). Membiasakan Siswa Berpikir Matematis. *Membangun Optimisme Meretas Kehidupan Baru dalam Dunia Pendidikan*, 1, 98.
- Farhana, A., & Yuanita, P. (2025a). Analisis Kesalahan Peserta Didik Menurut Kastolan dalam Menyelesaikan Soal Literasi Matematika Materi Statistika. *Circle: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 232–245.
- Farhana, A., & Yuanita, P. (2025b). Analisis Kesalahan Peserta Didik Menurut Kastolan dalam Menyelesaikan Soal Literasi Matematika Materi Statistika. 5(2).

- Gupta, U., & Zheng, R. Z. (2020). Cognitive Load in Solving Mathematics Problems: Validating the Role of Motivation and the Interaction Among Prior Knowledge, Worked Examples, and Task Difficulty. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 05.
- Hananta, F. I., & Ratu, N. (2019a). *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma*.
- Hananta, F. I., & Ratu, N. (2019b). *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma*.
- Hayati, I. N., & Budiyono, B. (2018). Analisis Kesulitan Siswa SMA Negeri 1 Kedungwuni Materi Logaritma. *Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 8(2).
- Khaliq, I., Azzahra, A., Safitri, A., & Muthmainnah, R. N. (2017). Upaya Meningkatkan Daya Berpikir Kritis Matematis Siswa dengan Menggunakan Metode Socrates Kontekstual. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 3(1), 23–30.
- Li, Z., Li, S., Tan, S., Liu, L., Yan, C., & Zou, L. (2025). Neural correlates of olfactory working memory in the human brain. *NeuroImage*, 306, 121005.
- Puspa, R. D., As'ari, A. R., & Sukoriyanto, S. (2020). *Beban Kognitif Siswa dalam Pembelajaran Matematika Berorientasi pada Higher Order Thinking Skills (HOTS)* (Nomor 12) [Journal:eArticle, State University of Malang].
- Rahmah, N., Triana, S., & Irmayanti. (2023). Kendala-Kendala Implementasi Kurikulum 2013 Pada Pembelajaran Matematika Di Tingkat Sekolah Menengah Atas. *COMPETITIVE: Journal of Education*, 2(1), 69–80.
- Ramadhanti, F. T. (2025). Students' Errors in Exponential and Logarithmic Functions: An Error Analysis Using AVAEM Categories. *Absis: Mathematics Education Journal*, 7(2), 67–77.
- Ulfa, D., & Kartini, K. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma Menggunakan Tahapan Kesalahan Kastolan. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 542–550.
- Wantika, R. R. (2017). Pembelajaran Kooperatif Tipe Tai Berdasarkan Teori Beban Kognitif. *Buana Pendidikan: Jurnal Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unipa Surabaya*, 13(23), 41–46.
- Wati, A. F., Setiawan, A., & Anwar, M. S. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Menyelesaikan Matematika Ditinjau Dari Gaya Kognitif. *Delta-Phi: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 165–171.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (Sixth edition). SAGE.
- Zulmaulida, R., & Saputra, E. (2024). Ontologi Matematika. *JUMPER: Journal of Educational Multidisciplinary Research*, 3(1), 62–73.