

Problematika Proses Berpikir Kritis Siswa SMK pada Pembelajaran Matematika Materi Sinus dan Cosinus

Ika Septiani Putri^{1✉}, Kusno², Akhmad Jazuli³

^{1, 2, 3} Program Magister Pendidikan Matematika, Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Purwokerto,
Jl. KH. Ahmad Dahlan, Dusun III, Dukuhwaluh, Kec. Kembaran, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia
ikaseptianiputri@gmail.com

Abstract

The critical thinking process is an essential ability in facing the era of modernization. However, a few students face difficulties in the critical thinking process, especially in learning mathematics. This study aims to analyze the critical thinking problems of vocational students in solving mathematics problems on the material of the sine and cosine rules. The research was conducted at SMK Arya Singasari Larangan Brebes Regency with a qualitative descriptive approach. Data were obtained through written tests and interviews with students who were categorized into three groups: high, medium, and low based on their learning outcomes. The results showed that students in the high category had critical thinking process skills in interpreting information and applying problem-solving strategies but faced problems in evaluating the strength of the methods applied and could not draw conclusions clearly and in detail. Students in the medium and low categories can interpret information, but both experience problems in the critical thinking process at the stage of applying strategies, evaluating, and drawing conclusions. From this research, it was found that the problematic process of students' critical thinking is caused by the lack of practice in solving problems that can improve critical thinking skills, and the lack of problem-solving-based learning is the main factor that hinders the development of students' critical thinking skills. Therefore, this study recommends the application of STEM-based learning and Problem-Based Learning to improve students' critical thinking skills in understanding and solving trigonometric problems.

Keywords: Critical Thinking, Mathematics Learning

Abstrak

Proses berpikir kritis merupakan kemampuan yang esensial dalam menghadapi era modernisasi. Namun tidak sedikit siswa yang menghadapi kesulitan dalam proses berpikir kritis terutama pada pembelajaran matematika. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis problematika berpikir kritis siswa SMK dalam menyelesaikan soal matematika pada materi aturan sinus dan cosinus. Penelitian dilakukan di SMK Arya Singasari Larangan Kabupaten Brebes dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh melalui tes tertulis dan wawancara terhadap siswa yang dikategorikan dalam tiga kelompok: tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil belajar mereka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan kategori tinggi memiliki kemampuan proses berpikir kritis dalam menafsirkan informasi dan menerapkan strategi penyelesaian masalah namun menghadapi problematika dalam mengevaluasi kekuatan metode yang diterapkan serta tidak dapat menarik kesimpulan dengan jelas dan rinci. Siswa dengan kategori sedang dan rendah dapat menafsirkan informasi, tetapi keduanya mengalami problematika dalam proses berpikir kritis pada tahap menerapkan strategi, evaluasi, dan menarik kesimpulan. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa problematika proses berpikir kritis siswa disebabkan karena kurangnya latihan dalam menyelesaikan masalah yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan minimnya pembelajaran berbasis pemecahan masalah menjadi faktor utama yang menghambat perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan penerapan pembelajaran berbasis STEM dan Problem-Based Learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami dan menyelesaikan masalah trigonometri.

Kata kunci: Berpikir kritis, Pembelajaran matematika

Copyright (c) 2025 Ika Septiani Putri Kusno, Akhmad Jazuli

✉ Corresponding author: Ika Septiani Putri Kusno

Email Address: ikaseptianiputri@gmail.com (Jl. KH. Ahmad Dahlan, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia)

Received 10 March 2025, Accepted 20 March 2025, Published 03 April 2025

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i1.3965>

PENDAHULUAN

Matematika memiliki peranan yang sangat penting dalam pendidikan karena sering ditemukan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari (Febriyanti & Seruni, 2015). Matematika bukan hanya

sekadar alat untuk memecahkan masalah, tetapi juga fondasi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, sistematis, dan analitis (Sofiyah et al., 2025). Di abad ke-21, berpikir kritis menjadi keterampilan yang sangat penting dalam dunia pendidikan dan pekerjaan, terutama dalam menghadapi tantangan di era digital yang berbasis teknologi dan data (Thornhill-Miller et al., 2023). Dalam matematika, kemampuan berpikir kritis diperlukan untuk memahami konsep, mengevaluasi metode penyelesaian, dan menginterpretasi hasil dengan tepat (Ditinjau et al., 2024).

"The 4Cs" (*creativity, critical thinking, communication, and collaboration*) didefinisikan sebagai kemampuan abad ke-21. Para peneliti, guru, pengusaha dan pembuat kebijakan publik di seluruh dunia telah bersepakat bahwa pembembangan kemampuan berpikir kritis adalah salah satu prioritas pendidikan dan kebutuhan publik dalam masyarakat demokratis modern (Ahern et al., 2019). Berpikir kritis berarti berpikir dengan teliti dan beralasan sebelum membuat keputusan tentang apa yang harus dilakukan atau dipercaya (Ditinjau et al., 2024). Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang baik cenderung lebih mampu dalam memecahkan masalah yang melibatkan konsep numerik dan matematika (Ditinjau et al., 2024).

Kemampuan berpikir kritis merupakan keterampilan esensial dalam pembelajaran matematika. Menurut Anderson dan Krathwohl, kemampuan berpikir kritis mencakup menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mencipta (*creating*) (Faradisa et al., 2022). Kemampuan ini sangat penting untuk terus dilatih agar siswa mampu mengembangkan pola pikir yang lebih mendalam dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Seseorang dengan kemampuan berpikir kritis tidak mudah menerima sesuatu tanpa mengetahui kebenarannya dan dapat mempertanggungjawabkan pendapatnya dengan alasan yang masuk akal (Musa'ad et al., 2024). Berpikir kritis dalam pembelajaran matematika sangat penting bagi siswa, karena dengan berpikir kritis siswa akan lebih percaya diri dan mudah menyesuaikan diri dengan permasalahan-permasalahan matematika (Alhadiq, 2023).

Salah satu cabang matematika yang membutuhkan pemikiran kritis tinggi adalah trigonometri, khususnya pada aturan sinus dan cosinus. Konsep ini sering digunakan dalam berbagai bidang seperti teknik, fisika, dan pemodelan matematika (Husnul Fauzan & Khairul Anshari, 2024). Namun, dalam praktiknya, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep ini secara mendalam, terutama dalam menghubungkan rumus dengan konteks permasalahan nyata (Fahrurrozi, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa masih memiliki pandangan negatif terhadap matematika karena kurangnya pemahaman mengenai penerapannya dalam kehidupan nyata dan dunia kerja (Sofiyah et al., 2025). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa siswa sering mengalami hambatan dalam berpikir kritis saat menyelesaikan soal matematika, terutama dalam aspek menafsirkan informasi, mengembangkan strategi penyelesaian, serta mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh (Belanisa, 2020; Hasanah et al., 2023). Siswa cenderung hanya menghafal rumus tanpa memahami konsepnya secara mendalam, sehingga kesulitan dalam menerapkan aturan sinus dan cosinus dalam pemecahan masalah yang lebih kompleks (Koriyah & Harta, 2015).

Kesulitan siswa dalam proses berpikir kritis nampak masih masif dan memerlukan perhatian khusus, hal tersebut dapat disebabkan karena siswa minim pembiasaan dalam aktivitas pembelajaran dan penyelesaian masalah yang menuntutnya untuk berpikir kritis (Erlita & Hakim, 2022). Di lingkungan SMK, tantangan ini semakin besar karena siswa memiliki latar belakang pembelajaran yang lebih berorientasi pada keterampilan teknis dibandingkan pemahaman konseptual (Sofiyah et al., 2025). Selain itu, minimnya latihan soal berbasis pemecahan masalah dan kurangnya refleksi terhadap jawaban mereka mengakibatkan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa dalam matematika (Imayanti et al., 2021). Hal ini juga disebabkan oleh minimnya keterampilan siswa dalam menganalisis masalah dan fakta yang dijumpai dalam pembelajaran matematika, yang juga dipengaruhi oleh kurangnya rasa percaya diri siswa terhadap kemampuannya (Sukma & Priatna, 2021). Kesalahan yang dibuat oleh siswa saat mengerjakan soal harus diidentifikasi sebab informasi yang diperoleh dari kesalahan itu bisa menjadi dasar untuk memperbaiki kualitas kegiatan belajar mengajar matematika dan diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Koriyah & Harta, 2015).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam matematika, seperti melalui penerapan Higher Order Thinking Skills (HOTS), problem solving, dan pendekatan eksploratif (Marzuki et al., 2021; Puji Cahyani & Ahmad, 2024). Namun, penelitian-penelitian tersebut lebih banyak berfokus pada siswa SMA, sedangkan karakteristik pembelajaran siswa SMK berbeda dalam hal kebutuhan, pola pikir, dan metode pembelajaran yang digunakan (Marzuki et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh (Erlita & Hakim, 2022) membahas tentang kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal segiempat berdasarkan kemampuan berpikir kritis matematis pada siswa kelas VII SMP, adapun penelitian yang dilakukan oleh (Zahra & Hakim, 2022) membahas tentang kesulitan siswa kelas VII SMP dalam berpikir kritis matematis pada materi garis dan sudut, kedua penelitian tersebut memiliki kesamaan meneliti tentang kesulitan siswa dalam berpikir kritis dengan subjek penelitian pada siswa SMP. Selain itu, meskipun banyak penelitian membahas kemampuan berpikir kritis dalam matematika secara umum, masih terbatas penelitian yang secara khusus mengkaji problematika berpikir kritis siswa SMK dalam memahami aturan sinus dan cosinus. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis problematika yang dihadapi siswa SMK dalam berpikir kritis pada materi aturan sinus dan cosinus.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis problematika berpikir kritis siswa SMK dalam menyelesaikan soal aturan sinus dan cosinus, serta menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan siswa dalam berpikir kritis terkait materi tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai tantangan yang dihadapi siswa SMK dalam berpikir kritis. Temuan penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan siswa SMK di masa depan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Arya Singasari Larangan Kabupaten Brebes. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI Konsentrasi Keahlian Teknik Sepeda Motor. Subjek pada penelitian ini dipilih berdasarkan nilai rata-rata ulangan harian matematika semester gasal di kelas XI TSM 4 SMK Arya Singasari Larangan yang terdiri dari 34 siswa, pengelompokkan subjek dibedakan berdasarkan kelompok siswa dengan kategori tinggi (ST), siswa dengan kategori sedang (SS), dan siswa dengan kategori rendah (SR) menggunakan rata-rata ulangan harian kelas dan standar deviasi yang dikemukakan oleh Arikunto. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menggali secara mendalam problematika proses berpikir kritis siswa SMK pada materi trigonometri khususnya pada aturan sinus dan cosinus.

Untuk pengambilan data, peneliti menggunakan beberapa teknik. Pertama, peneliti memberikan tes tertulis berupa soal pemecahan masalah terkait materi aturan sinus dan cosinus yang dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Kedua, peneliti melakukan wawancara semi-terstruktur setelah tes tertulis untuk mengeksplorasi lebih dalam proses berpikir kritis siswa, termasuk langkah-langkah pemecahan masalah yang digunakan, kesulitan yang dihadapi, alasan di balik jawaban yang diberikan, serta refleksi siswa terhadap proses penyelesaian masalah. Setelah data terkumpul, peneliti melakukan analisis data melalui tiga tahapan. Pada tahap reduksi data, peneliti menyeleksi dan menyederhanakan data hasil tes dan wawancara, mengklasifikasikan data berdasarkan indikator berpikir kritis yang terdiri dari:

Tabel 1. *Indikator Kemampuan Berpikir Kritis*

No	Indikator	Penjelasan
1	Menafsirkan informasi	Menuliskan informasi tentang makna dan konteks masalah
2	Mengembangkan strategi penyelesaian	Menggunakan konsep atau aturan matematika
3	Mengevaluasi kekuatan metode yang diterapkan	Memeriksa kembali langkah dan hasil akhir yang diperoleh dengan yakin
4	Menarik kesimpulan	Memberikan kesimpulan akhir secara rinci dan jelas

(Puji Cahyani & Ahmad, 2024)

Kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi pola-pola problematika yang muncul. Selanjutnya pada tahap penyajian data, peneliti menyajikan data dalam bentuk teks naratif. Peneliti menginterpretasi data dan mengaitkannya dengan teori berpikir kritis, merumuskan problematika utama yang dihadapi siswa dalam proses berpikir kritis pada materi sinus dan cosinus, serta mengembangkan rekomendasi untuk mengatasi problematika. Untuk memastikan keabsahan data, peneliti menggunakan triangulasi sumber dan triangulasi metode dengan membandingkan data yang diperoleh dari berbagai metode pengumpulan data (tes dan wawancara).

Berikut soal tes kemampuan berpikir kritis materi aturan sinus dan cosinus :

Pada sistem transmisi sepeda motor, terdapat dua roda gigi yang dihubungkan oleh rantai membentuk segitiga. Jika jarak pusat roda gigi A ke pusat roda gigi B adalah 24 cm, jarak pusat roda gigi B ke titik singgung rantai dengan roda gigi C adalah 35 cm, dan sudut yang terbentuk antara kedua jarak tersebut adalah 60° , tentukan:

- Jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dengan roda gigi C
- Sudut-sudut lainnya dalam segitiga tersebut

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Penelitian

Kemampuan berpikir kritis matematis siswa dari masing-masing kategori tinggi, sedang, dan rendah diketahui melalui jawaban tes matematika dan wawancara yang diberikan. Berikut hasil tes dan wawancara dengan masing-masing kategori:

Kelompok Siswa dengan kategori Tinggi (ST)

①. Diketahui Panjang $AB = 24 \text{ cm}$
 $BC = 35 \text{ cm}$
 $\angle C = 60^\circ$

Menafsirkan Informasi

a. $AC = ?$
 $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos B$
 $b^2 = 24^2 + 35^2 - 2 \cdot 24 \cdot 35 \cdot \cos 60^\circ$
 $= 576 + 1225 - 2 \cdot 24 \cdot 35 \cdot \cos 60^\circ$
 $= 576 + 1225 - 0.1680 \cdot \frac{1}{2}$
 $= 1801 - 840$
 $= 961$
 $= \sqrt{961}$
 $= 31$

b. Sudut $\angle BCA$
 $\frac{\sin(\angle BCA)}{AB} = \frac{\sin(60^\circ)}{AC}$
 $\sin(\angle BCA) = \frac{AB \cdot \sin(60^\circ)}{AC}$
 $\sin(\angle BCA) = \frac{24 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{31}$
 $\sin(\angle BCA) = \frac{24 \times \sqrt{3}}{62}$
 $\sin(\angle BCA) \approx 0.669$
 $\angle BCA \approx 42^\circ$

Mengembangkan strategi penyelesaian

Sudut $\angle BAC$
 $\angle BAC = 180^\circ - \angle ABC - \angle BCA$
 $\angle BAC = 180^\circ - 60^\circ - 42^\circ$
 $\angle BAC = 78^\circ$

Menarik kesimpulan

Jadi Sudut $\angle BCA \approx 42^\circ$, $\angle BAC = 78^\circ$

Gambar 1. Jawaban Soal Subjek ST

Berdasarkan gambar 1 jawaban ST menunjukkan proses berpikir kritis siswa bahwa ST tampak mampu menafsirkan informasi, mengembangkan strategi penyelesaian dan menarik kesimpulan.

Namun, terdapat kesalahan krusial dalam penafsiran informasi yang mempengaruhi seluruh proses penyelesaian. ST menginterpretasikan "sudut yang terbentuk antara kedua jarak tersebut adalah 60° " sebagai sudut B (sudut yang dibentuk di titik B), padahal yang dimaksud soal adalah sudut yang terbentuk antara sisi AB dan BC. Kesalahan interpretasi ini menjadi titik awal dari kekeliruan pada langkah-langkah penyelesaian berikutnya. Pada proses penyelesaian masalah notasi ditulis dengan yang kurang konsisten, namun langkah-langkah yang direncanakan siswa menunjukkan alur berpikir yang terstruktur dalam menyelesaikan permasalahan secara bertahap. Berikut hasil wawancara dengan subjek:

Peneliti: "Saya ingin bertanya beberapa hal terkait jawaban Anda pada soal segitiga tersebut. Bisakah Anda jelaskan bagaimana Anda memahami informasi pada soal?"

ST : "Dari soal yang diberikan, saya memahami bahwa ada segitiga ABC dengan panjang AB = 24 cm dan BC = 35 cm. Kemudian sudut yang terbentuk antara kedua jarak tersebut adalah 60° ."

Peneliti: "Baik. Lalu bagaimana Anda menginterpretasikan sudut 60° tersebut?"

ST : "Saya menginterpretasikan sudut 60° itu sebagai sudut B, yaitu sudut yang terbentuk di titik B. Jadi sudut yang terbentuk antara sisi AB dan BC adalah 60° ."

Peneliti: "Baik. Pada lembar jawaban Anda, terlihat bahwa Anda menginterpretasikan sudut 60° sebagai sudut B. Dapatkah Anda jelaskan mengapa Anda menginterpretasikannya demikian?"

ST : "Sebenarnya saya memahami bahwa sudut yang dimaksud adalah sudut yang terbentuk antara sisi AB dan BC. Tetapi saya kesulitan untuk menyatakannya dalam konsep yang tepat. Saya tahu sudut itu ada di titik B, tapi saya tidak yakin bagaimana menuliskannya dengan benar."

Peneliti: "Saya paham. Selanjutnya, bagaimana strategi yang Anda gunakan untuk menyelesaikan soal ini?"

ST : "Untuk mencari panjang sisi AC yang saya notasikan sebagai b, saya menggunakan aturan cosinus karena diketahui dua sisi dan satu sudut di antaranya. Rumusnya adalah $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos B$, dimana a adalah AB, c adalah BC, dan B adalah sudut di titik B."

Peneliti: "Lalu untuk mencari sudut-sudut yang lain bagaimana?"

ST : "Setelah mendapatkan panjang sisi AC, saya menggunakan aturan sinus untuk mencari sudut-sudut lainnya. Karena sudah diketahui ketiga sisi segitiga, saya bisa mencari sudut $\angle BCA$ dan $\angle BAC$ dengan rumus sinus."

Peneliti: "Baik. Saya lihat dalam perhitungan Anda ada beberapa langkah yang tidak dituliskan secara eksplisit, misalnya dari 1801 - 840 menjadi 961. Bisa Anda jelaskan proses perhitungannya?"

ST : "Oh, itu sebenarnya saya hitung di kertas coret-coretan terpisah. Saya mengurangkan 1801 dengan 840 dan hasilnya 961. Tapi memang saya tidak menuliskan langkah tersebut dengan jelas di lembar jawaban."

Hasil wawancara tersebut menunjukkan kemampuan ST dalam proses menafsirkan informasi dan menerapkan strategi penyelesaian masalah, namun terdapat problematika dalam proses menerapkan konsep matematika sesuai dengan konteks masalah. Dalam aspek mengevaluasi kekuatan metode yang diterapkan juga terdapat beberapa kelemahan dalam proses berpikir ST. Meskipun ia menggunakan rumus-rumus yang tepat, ST tidak menunjukkan upaya untuk mengevaluasi kebenaran dari metode atau hasil yang diperoleh, misalnya dengan memeriksa apakah jumlah ketiga sudut dalam segitiga tersebut mendekati 180° sebagai konfirmasi kebenaran hasil. Keterbatasan dalam mengevaluasi metode ini mengakibatkan beberapa kesalahan tidak teridentifikasi dan hasil akhir menjadi kurang akurat. ST menjelaskan dalam wawancara bahwa ia belum memiliki keyakinan dan kepercayaan diri bahwa jawaban tersebut benar, sehingga ST tidak melakukan evaluasi hasil. Berikut hasil wawancara yang memvalidasi pernyataan tersebut:

Peneliti : "Apakah Anda melakukan verifikasi terhadap hasil yang Anda peroleh?"

ST : "Sejujurnya tidak, Pak/Bu. Saya belum memiliki keyakinan dan kepercayaan diri bahwa jawaban saya benar. Saya juga tidak terpikir untuk mengecek apakah jumlah ketiga sudut segitiga sama dengan 180° sebagai verifikasi."

Peneliti : "Mengapa Anda tidak melakukan evaluasi terhadap hasil perhitungan Anda?"

ST : "Saya masih ragu dengan jawaban saya sendiri dan tidak yakin cara mana yang tepat untuk memverifikasi hasilnya. Kadang-kadang saya bingung bagaimana memastikan jawaban saya benar atau tidak."

Peneliti : "Pada bagian kesimpulan, Anda menuliskan 'Jadi, sudut $\angle BCA \approx 42^\circ$, $\angle BAC = 78^\circ$ '. Apakah Anda memahami bagaimana hasil ini terkait dengan konteks sistem transmisi sepeda motor yang disebutkan dalam soal?"

ST : "Tidak, Pak/Bu. Saya hanya fokus pada perhitungan matematis untuk mendapatkan nilai sudut-sudutnya. Saya tidak menghubungkannya dengan konteks sistem transmisi sepeda motor. Saya tidak terpikir untuk menginterpretasikan hasilnya dalam konteks nyata seperti itu."

Peneliti : "Apakah Anda merasa kesulitan dalam menghubungkan konsep matematika dengan aplikasi nyata?"

ST : "Ya, Pak/Bu. Saya sering kesulitan melihat hubungan antara perhitungan matematika yang saya lakukan dengan aplikasi dalam kehidupan nyata. Saya biasanya hanya fokus untuk mendapatkan angka yang diminta dalam soal."

Pada proses menarik kesimpulan terdapat beberapa poin yang menunjukkan problematika proses berpikir ST, yaitu kesimpulan tersebut berdasarkan pada kesalahan interpretasi awal dan perhitungan yang tidak sepenuhnya akurat, yang menyebabkan hasil akhir tidak valid meskipun formatnya jelas. Kedua, tidak ada penjelasan atau kontekstualisasi dari hasil yang diperoleh dalam kaitannya dengan sistem transmisi sepeda motor sebagaimana yang diminta soal, sehingga kesimpulan tidak menghubungkan hasil perhitungan dengan konteks masalah. Ketiga, tidak ada pembahasan

tentang kebermaknaan hasil tersebut atau implikasinya, yang menunjukkan keterbatasan dalam kemampuan menganalisis signifikansi dari jawaban yang diperoleh. Kesimpulan yang ditarik hanya berupa jawaban numerik tanpa interpretasi lebih lanjut tidak menunjukkan pemahaman mendalam tentang permasalahan yang dihadapi. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara bahwa ST sering kesulitan melihat hubungan antara perhitungan matematika yang saya lakukan dengan aplikasi dalam kehidupan nyata. ST terbiasa hanya fokus untuk mendapatkan angka yang diminta dalam soal.

Kelompok Siswa dengan kategori Sedang (SS)

The image shows a handwritten student answer for a math problem. The problem involves a bicycle chain and two gears, A and C, with a chain of length 29 cm. The student is asked to find the distance from the center of gear A to the point of tangency of the chain with gear C, and the other two angles of the triangle formed.

The student's answer is as follows:

Jawaban:

1.

A. Untuk menyelesaikan masalah ini kita dapat menggunakan konsep trigonometri dan teori segitiga.

Untuk menentukan jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dg roda gigi C, kita dapat menggunakan teori segitiga dan trigonometri.

Dari segitiga yg dibentuk oleh rantai dan roda gigi A dan C, kita dapat menggunakan teori untuk menentukan X:

$$\sin(60^\circ) = \frac{X}{29}$$

$$X = 29 \cdot \sin(60^\circ)$$

$$X = 20,78 \text{ cm}$$

Jadi, jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dengan roda gigi C adalah sekitar 20,78 cm.

B. Untuk menentukan sudut lainnya dalam segitiga tersebut, kita dapat menggunakan teori segitiga dan trigonometri.

Dari teori segitiga, kita tahu bahwa jumlah sudut dalam segitiga adalah 180° :

$$\text{Sudut A} + \text{Sudut B} + \text{Sudut C} = 180^\circ$$

$$60^\circ + \text{Sudut B} + 60^\circ = 180^\circ$$

$$\text{Sudut B} = 60^\circ$$

Jadi, sudut lainnya dalam segitiga tersebut adalah:

- Sudut A = 60°
- Sudut B = 60°
- Sudut C = 60°

Red annotations on the right side of the image identify the following cognitive skills:

- Menafsirkan Informasi** (Interpreting Information): Points to the initial problem statement and the identification of the triangle.
- Mengembangkan strategi penyelesaian** (Developing a solution strategy): Points to the trigonometric equations used to find X.
- Menarik kesimpulan** (Drawing conclusions): Points to the final distance calculation.
- Menafsirkan Informasi** (Interpreting Information): Points to the second part of the problem, finding the angles.
- Mengembangkan strategi penyelesaian** (Developing a solution strategy): Points to the angle sum equation.
- Menarik kesimpulan** (Drawing conclusions): Points to the final angle calculations.

Gambar 2. Jawaban Soal Subjek SS

Jawaban pada gambar 2 tersebut menunjukkan beberapa poin problematika proses berpikir SS, subjek SS menuliskan jawaban yang nampak bahwa SS mampu menafsirkan informasi, SS cukup baik dalam memahami inti permasalahan, yaitu mencari jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dengan roda gigi C pada bagian A dan mencari sudut-sudut dalam segitiga pada bagian B. Namun, SS tidak menjelaskan dengan lengkap makna variabel X dan hubungannya dengan konteks masalah. Berikut hasil wawancara dengan Subjek SS:

Peneliti: "Bisakah Anda jelaskan pemahaman Anda tentang soal roda gigi dan rantai sepeda motor ini?"

SS : "Saya memahami bahwa kita diminta mencari jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dengan roda gigi C pada bagian A, dan mencari sudut-sudut dalam segitiga pada bagian B."

Peneliti: "Apa makna variabel X dalam jawaban Anda?"

SS : "X itu jarak yang dicari, yaitu jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dengan roda gigi C. Tapi saya memang kurang menjelaskan hubungannya dengan konteks masalahnya."

Peneliti: "Mengapa Anda menggunakan rumus $\sin(60^\circ) = X/24 \text{ cm}$?"

SS : "Saya melihat ada sudut 60° dan panjang 24 cm, jadi saya pikir bisa menggunakan rumus sinus. Tapi sejujurnya, saya tidak yakin strategi ini tepat karena saya belum menguasai penerapan trigonometri dalam konteks nyata."

Peneliti: "Apa kesulitan utama Anda dalam menyelesaikan soal ini?"

SS : "Kesulitan utama saya adalah menerapkan konsep matematika dalam konteks nyata dan menjelaskan proses berpikir secara terstruktur. Saya juga tidak yakin dengan jawaban saya sendiri."

Selanjutnya dalam proses mengembangkan strategi penyelesaian, SS kurang tepat dalam memilih konsep penyelesaian masalah. Dari hasil wawancara memberikan informasi bahwa SS juga tidak menjelaskan secara detail alasan pemilihan strategi tersebut atau bagaimana strategi itu terhubung dengan masalah yang sedang diselesaikan. SS mengaku tidak yakin dalam menjawab soal tersebut karena belum menguasai dengan baik penerapan materi tersebut dalam soal kontekstual. Hal ini menunjukkan bahwa SS mengalami kesulitan dalam proses menentukan strategi penyelesaian masalah.

Jika dilihat dari kemampuan mengevaluasi kekuatan metode yang diterapkan, jawaban SS menunjukkan kelemahan yang cukup mencolok. Tidak ada refleksi kritis terhadap pendekatan yang diambil, tidak ada pertimbangan alternatif, dan tidak ada upaya untuk memeriksa kebenaran hasil yang diperoleh. SS sekadar menerapkan rumus tanpa mempertanyakan kesesuaian atau keterbatasan metode tersebut. SS mengalami kesulitan pada proses mengevaluasi kekuatan metode dari strategi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah, hal tersebut sesuai dengan hasil wawancara dengan SS sebagai berikut:

Peneliti : "Apakah Anda memverifikasi hasil Anda?"

SS : "Tidak, Pak/Bu. Saya tidak tahu bagaimana cara memeriksa kebenarannya."

Peneliti : "Untuk bagian B, bagaimana Anda menyimpulkan ketiga sudut adalah 60° ?"

SS : "Saya bingung bu"

Pada aspek penarikan kesimpulan, SS memberikan jawaban akhir yang singkat bahwa jarak yang dicari adalah sekitar 20,78 cm dan bahwa ketiga sudut dalam segitiga adalah 60° . Namun kesimpulan ini tidak disertai penjelasan tentang makna hasil dalam konteks masalah. SS juga tidak memberikan interpretasi lengkap tentang implikasi dari segitiga sama sisi yang ditemukannya. Hal ini menunjukkan bahwa SS mengalami kesulitan dalam proses menarik kesimpulan dengan rinci dan jelas.

Beberapa masalah utama dalam jawaban tersebut termasuk tulisan tangan yang sulit dibaca di beberapa bagian, langkah-langkah perhitungan yang tidak lengkap (terutama bagaimana nilai 20,78 cm diperoleh), kurangnya verifikasi hasil, dan minimnya analisis kritis. Secara keseluruhan, jawaban siswa menunjukkan pemahaman dasar tentang konsep matematika yang diperlukan, tetapi mengalami problem dalam proses berpikir kritis tingkat tinggi seperti evaluasi, analisis mendalam, dan kemampuan mengomunikasikan proses berpikir dengan jelas dan terstruktur.

Kelompok Siswa dengan kategori Rendah (SR)

The image shows a handwritten student answer for a math problem. The text is written in Indonesian and includes several mathematical steps and conclusions. Red boxes and lines are drawn over the text to categorize different parts of the answer according to a cognitive process framework.

Handwritten Text (Transcription):

Jawaban

2. Jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai di roda gigi C dapat di tentukan menggunakan teorema Pythagoras. Namun, karena kita tidak memiliki informasi tentang panjang sisi lainnya, kita dapat menggunakan konsep trigonometri.

Karena sudut yg terbentuk antara kedua jarak tersebut adalah 60° , maka kita dapat menggunakan fungsi trigonometri untuk menentukan jarak yg ditanyakan.

Misalnya jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai di roda gigi C adalah x maka, menggunakan fungsi trigonometri, kita dapat menulis:

$$x = 29 \text{ cm} \cdot \sin(60^\circ)$$

$$x \approx 20,78 \text{ cm}$$

Jadi, jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai di roda gigi C adalah sekitar 20,78 cm.

3. Sudut sudut dalam segitiga tersebut dapat ditentukan menggunakan sifat sifat segitiga.

Karena sudut yg terbentuk antara kedua jarak tersebut adalah 60° , maka sudut dalam segitiga tersebut adalah:

Sudut A = 60°
 Sudut B = 60° (karena segitiga tersebut adalah segitiga sama sisi)
 Sudut C = 60°

Jadi sudut dalam segitiga tersebut adalah $60^\circ, 60^\circ, 60^\circ$.

Annotations (Red Boxes and Lines):

- Menafsirkan Informasi:** Points to the initial problem statement and the identification of the angle 60° .
- Mengembangkan strategi penyelesaian:** Points to the use of trigonometry and the formula $x = 29 \text{ cm} \cdot \sin(60^\circ)$.
- Menarik Kesimpulan:** Points to the final conclusion that the distance is approximately 20.78 cm.
- Menafsirkan Informasi:** Points to the identification of the triangle as equilateral.
- Mengembangkan strategi penyelesaian:** Points to the determination of the angles in the triangle.
- Menarik Kesimpulan:** Points to the final conclusion that the angles are $60^\circ, 60^\circ, 60^\circ$.

Gambar 3. Jawaban Soal Subjek SR

Dari gambar 3 diatas menunjukkan beberapa poin problematika proses berpikir subjek SR. Jawaban SR menunjukkan kemampuan menafsirkan informasi, SR mengidentifikasi bahwa masalah berkaitan dengan jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai di roda gigi C. Namun SR menyadari bahwa ia kurang memahami cara menginterpretasikan informasi kedalam konsep matematika yang berkaitan dengan materi tersebut. Berikut hasil wawancara dengan subjek:

Peneliti : "Bagaimana pemahaman Anda tentang soal sistem transmisi sepeda motor ini?"

SR : "Saya paham soal meminta mencari jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai di roda gigi C, dan mencari sudut-sudut segitiga."

Peneliti : "Kesulitan apa yang Anda alami dalam menginterpretasikan soal?"

SR : "Saya kesulitan menyatakan informasi ke dalam konsep matematika yang tepat."

Peneliti : "Mengapa menggunakan rumus $\sin(60^\circ) = X/24 \text{ cm}$?"

SR : "Saya lihat ada sudut 60° , jadi pakai rumus sinus. Tapi saya belum bisa membedakan kapan pakai aturan sinus dan kapan pakai cosinus."

Peneliti : "Darimana nilai 24 cm yang Anda gunakan?"

SR : "Saya ambil dari angka yang ada di soal tanpa menganalisis lebih jauh."

Wawancara tersebut menunjukkan adanya problematika pada proses berpikir SR dalam menafsirkan informasi. Dalam hal mengembangkan strategi penyelesaian, SR kesulitan dalam memilih pendekatan trigonometri yang tepat untuk situasi tersebut. SR mengidentifikasi bahwa sudut yang terbentuk adalah 60° dan menggunakan rumus trigonometri sinus untuk menghitung jarak yang dicari. Strategi ini kurang tepat dengan masalah yang dihadapi. SR menjelaskan dirinya belum mampu membedakan penerapan konsep aturan sinus dan cosinus.

Dalam proses mengevaluasi kekuatan metode yang diterapkan, jawaban SR menunjukkan beberapa kelemahan. SR mengalami kesulitan dalam proses mengevaluasi kekuatan metode atau strategi yang telah dikerjakan karena ia sendiri tidak menguasai materi sesuai dengan konteks. Selanjutnya pada proses menarik kesimpulan, SR menyatakan dengan jelas bahwa jarak dari pusat roda gigi A ke titik singgung rantai dengan roda gigi C adalah sekitar 20,78 cm, dan bahwa sudut-sudut dalam segitiga tersebut masing-masing bernilai 60° . Meskipun kesimpulan dinyatakan dengan jelas, namun tidak ada penjelasan tentang implikasi dari hasil ini terhadap sistem roda gigi secara keseluruhan. SR tampak kesulitan dalam proses menarik kesimpulan dengan rinci dan jelas. Hal tersebut sesuai dengan hasil wawancara berikut:

Peneliti: "Apakah Anda memverifikasi hasil Anda?"

SR : "Tidak, saya hanya menghitung sekali dan langsung menulis hasilnya."

Peneliti: "Bagaimana Anda menyimpulkan ketiga sudut adalah 60° ?"

SR : "Saya menganggap segitiga itu sama sisi karena ada sudut 60° , tapi tidak membuktikannya."

Peneliti: "Bagaimana Anda menghubungkan hasil dengan konteks roda gigi?"

SR : "Saya tidak menghubungkannya. Saya hanya fokus pada perhitungan matematikanya saja."

Problematika utama dalam jawaban SR meliputi tidak adanya verifikasi atau pengecekan ulang terhadap hasil yang diperoleh, kurangnya analisis kritis tentang asumsi-asumsi yang diambil dalam menggunakan pendekatan trigonometri, tidak menjelaskan secara eksplisit mengapa segitiga yang terbentuk adalah segitiga sama sisi (dengan sudut 60° , 60° , 60°), tulisan tangan yang kurang rapi membuat beberapa bagian sulit dibaca, seperti simbol-simbol matematika dan angka, tidak menghubungkan kembali hasil perhitungan dengan konteks masalah roda gigi secara keseluruhan. Secara umum, jawaban menunjukkan pemahaman dasar konsep matematika yang baik, tetapi kurang

dalam aspek pemikiran kritis tingkat tinggi seperti evaluasi, verifikasi, dan analisis mendalam. Jawaban juga kurang dalam hal komunikasi matematika yang jelas dan terstruktur, yang penting untuk mendemonstrasikan kemampuan berpikir kritis yang baik.

Diskusi

Berdasarkan hasil analisis data penelitian diatas menunjukkan bahwa siswa kategori tinggi memiliki proses kemampuan berpikir kritis yang cukup baik dalam menyelesaikan permasalahan sinus dan cosinus. Mereka tidak memiliki masalah dalam proses menafsirkan informasi, menerapkan strategi penyelesaian masalah serta dapat menarik kesimpulan meskipun tidak dijelaskan secara jelas dan rinci. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Marzuki et al., 2021), yang menyebutkan bahwa siswa dengan kategori tinggi menunjukkan kemampuan inferensi dan evaluasi yang lebih baik dibandingkan kategori lainnya. Kelompok siswa kategori sedang menunjukkan karakteristik yang berbeda. Mereka memiliki pemahaman dasar yang cukup baik, namun mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada persoalan yang lebih kompleks. Dalam wawancara, terungkap bahwa mereka seringkali mengalami kebingungan saat harus mentransformasikan permasalahan abstrak ke dalam representasi matematis. Mereka memahami konsep dasar sinus dan cosinus, tetapi kesulitan mengaplikasikannya dalam konteks yang lebih luas. Hal ini sejalan dengan penelitian (Hasanah et al., 2023) yang mengungkapkan bahwa siswa kategori sedang membutuhkan bimbingan lebih lanjut dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya.

Selanjutnya, siswa kategori rendah mengalami kesulitan signifikan dalam proses berpikir kritis pada materi aturan sinus dan cosinus. Mereka kesulitan dalam mengidentifikasi konsep dasar, melakukan interpretasi, dan mengembangkan solusi matematis. Penelitian (Belanisa, 2020) mendukung temuan ini, yang menunjukkan bahwa siswa kategori rendah menghadapi kesulitan mendasar dalam memahami konsep matematika. Karakteristik utama yang teridentifikasi meliputi kesulitan memahami konsep dasar trigonometri, lemahnya kemampuan analisis dan interpretasi, serta terbatas dalam menggunakan strategi pemecahan masalah. Pembahasan hasil analisis ketiga kategori tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari (Purnaningsih & Zulkarnaen, 2022) yang menyatakan bahwa tantangan siswa dalam memahami konteks soal, melakukan pemodelan matematika, dan kurangnya ketelitian dalam menerapkan prosedur matematika menjadi faktor utama rendahnya kemampuan siswa dalam menganalisis, menginterpretasikan, dan menarik kesimpulan dari jawaban atau proses penyelesaian soal.

Proses berpikir kritis siswa dari ketiga kategori tersebut dapat dikatakan masih minim. Siswa mendapati problematika dalam proses berpikir kritis karena beberapa hal yang krusial, meliputi siswa tidak menguasai konsep matematika, siswa tidak terbiasa mendapatkan pembelajaran dan latihan soal yang mengarahkan pada penguasaan proses berpikir kritis, serta siswa tidak memiliki keyakinan dan kepercayaan diri dalam menyelesaikan masalah. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian dari (Imayanti et al., 2021) yang menyatakan bahwa penyebab siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang memuat indikator kemampuan berpikir kritis karena siswa tidak terbiasa

melakukan tahapan-tahapan pengembangan berpikir kritis dalam proses pembelajaran, siswa juga kurang mendapatkan latihan soal-soal kontekstual. Thornhill-Miller et al., (2023) dalam penelitiannya juga menyebutkan bahwa penilaian individu terhadap proses kemampuan berpikir kritis menghadirkan sejumlah tantangan, karena berpikir kritis adalah kemampuan multi-tugas dan melibatkan pengetahuan khusus diberbagai bidang yang diterapkan. Dengan demikian, pendekatan studi kasus atau metode penilaian berdasarkan pengalaman menstimulasi siswa untuk merefleksikan pengalaman masa lalu, menganalisis situasi yang mereka hadapi dan cara mereka berperilaku atau membuat penilaian dan keputusan serta mengambil tindakan (Cahyani Kusuma et al., 2023).

Berdasarkan analisis terhadap tiga kategori siswa, penelitian ini merekomendasikan beberapa strategi intervensi pedagogis yang mengadopsi pendekatan pembelajaran berbasis STEM yakni Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Mengacu pada penelitian (HACIOĞLU & GÜLHAN, 2021), pembelajaran matematika berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui integrasi konsep matematika dalam konteks sains, teknologi, dan rekayasa. Beberapa strategi yang dapat diterapkan meliputi pembelajaran berbasis masalah (Problem-Based Learning/PBL), yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui eksplorasi masalah nyata dan relevan. Selain itu, strategi penguatan soft skills seperti komunikasi dan kolaborasi dalam pemecahan masalah juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Dengan menerapkan pendekatan STEM yang lebih kontekstual dan interaktif, diharapkan siswa dapat lebih mudah menghubungkan konsep sinus dan cosinus dengan penerapannya dalam kehidupan nyata, sehingga meningkatkan pemahaman dan kemampuan berpikir kritis mereka secara signifikan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dari problematika proses berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika materi aturan sinus dan cosinus diperoleh kesimpulan siswa dengan kategori tinggi memiliki kemampuan proses berpikir kritis dalam menafsirkan informasi dan menerapkan strategi penyelesaian masalah namun menghadapi problematika dalam mengevaluasi kekuatan metode yang diterapkan serta tidak dapat menarik kesimpulan dengan jelas dan rinci. Siswa dengan kategori sedang dan rendah dapat menafsirkan informasi, tetapi keduanya mengalami problematika dalam proses berpikir kritis pada tahap menerapkan strategi, evaluasi, dan menarik kesimpulan yang jelas dan rinci. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa problematika proses berpikir kritis siswa disebabkan karena kurangnya latihan dalam menyelesaikan masalah yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan minimnya pembelajaran berbasis pemecahan masalah menjadi faktor utama yang menghambat perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk mengembangkan model pembelajaran berbasis pemecahan masalah kontekstual dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan metode PBL (Problem Based Learning).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu peneliti dalam pengambilan data, pengolahan data hingga tersusun artikel yang mudah-mudahan dapat memberikan manfaat yang berarti untuk pembaca, serta dapat menjadi pendukung terciptanya pendidikan Indonesia berkemajuan.

REFERENSI

- Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O'Sullivan, J., & Pedrosa, D. (2019). A literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44, 1–13. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>
- Alhadiq, M. (2023). *Keterampilan berpikir Kritis*. 60403070121125, 1–13.
- Belanisa, S. (2020). Pengaruh Kemandirian Belajar dan Berfikir Kritis terhadap Pemahaman Konsep Matematika (Survei Pada Mts Swasta di Kota Tangerang Selatan). *ALFARISI: Jurnal Pendidikan MIPA*, 2(1), 73–79. <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/alfarisi/article/view/8260>
- Cahyani Kusuma, T., Boeriswati, E., & Supena, A. (2023). Peran Guru dalam Meningkatkan Berpikir Kritis Anak Usia Dini. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 6(3), 413–420. <https://doi.org/10.31004/aulad.v6i3.563>
- Ditinjau, S., Penyelesaian, D., & Literasi, S. (2024). *SIGMA: JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*. 16, 347–356.
- Erlita, E., & Hakim, D. L. (2022). Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Segiempat Berdasarkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(4), 1342–1350. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i4.3513>
- Fahrurrozi, D. (2022). *Model-Model Pembelajaran Kreatif dan Berpikir Kritis di Sekolah Dasar*.
- Faradisa, A. P., Utami, R. E., & Aini, A. N. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Tipe Hots Ditinjau dari Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 7(2), 76–83.
- Febriyanti, C., & Seruni, S. (2015). Peran Minat dan Interaksi Siswa dengan Guru Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 4(3), 245–254. <https://doi.org/10.30998/formatif.v4i3.161>
- HACIOĞLU, Y., & GÜLHAN, F. (2021). The Effects of STEM Education on the 7th Grade Students' Critical Thinking Skills and STEM Perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Hasanah, U., Hamid, A., Yaqin, F. A., & Together, N. H. (2023). *Analisis critical thinking siswa dengan model pembelajaran numbered head together materi pecahan 1,2,3*. 04(01), 30–40.
- Husnul Fauzan, & Khairul Anshari. (2024). Studi Literatur: Peran Pembelajaran Matematika Dalam Pembentukan Karakter Siswa. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Pendidikan*, 3(1), 163–175.

- <https://doi.org/10.55606/jurripen.v3i1.2802>
- Imayanti, I., Syarifuddin, S., & Mikrayanti, M. (2021). Analisis Proses Berpikir Kritis Siswa dalam Pemecahan Masalah Relasi dan Fungsi pada Siswa SMP. *DIKSI: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Sosial*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.53299/diksi.v2i1.81>
- Koriyah, V. N., & Harta, I. (2015). Pengaruh Open-Ended terhadap Prestasi Belajar, Berpikir Kritis dan Kepercayaan Diri Siswa SMP. *PYTHAGORAS Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 95–105. <https://doi.org/10.21831/pg.v10i1.9113>
- Marzuki, Wahyudin, Cahya, E., & Juandi, D. (2021). Students' critical thinking skills in solving mathematical problems; a systematic procedure of grounded theory study. *International Journal of Instruction*, 14(4), 529–548. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14431a>
- Musa'ad, F., Ahmad, R. E., Sundari, S., & Hidayani, H. (2024). Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1481–1487. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3361>
- Puji Cahyani, V., & Ahmad, F. (2024). Efektivitas Problem Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Hasil belajar dan Motivasi Siswa. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 76–82. <https://doi.org/10.53696/venn.v3i2.155>
- Purnaningsih, I., & Zulkarnaen, R. (2022). Identifikasi Faktor Penyebab Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Pada Siswa Kelas Viii. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(2), 291. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i2.7185>
- Sofiyah, K., Nasution, N. E., Amelia, A., & Hutagalung, L. A. (2025). *Pengaruh Kesadaran Siswa Terhadap Pentingnya Matematika dalam Karir di Era Digital dan Ekonomi Berbasis Pengetahuan*.
- Sukma, Y., & Priatna, N. (2021). Pengaruh Self-Efficacy terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 9(1), 75–88. <https://doi.org/10.25139/smj.v9i1.3461>
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., Vinchon, F., El Hayek, S., Augereau-Landais, M., Mourey, F., Feybesse, C., Sundquist, D., & Lubart, T. (2023). Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration: Assessment, Certification, and Promotion of 21st Century Skills for the Future of Work and Education. *Journal of Intelligence*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>
- Zahra, F. A., & Hakim, D. L. (2022). Kesulitan Siswa Kelas VII SMP dalam Berpikir Kritis Matematis Pada Materi Garis dan Sudut. *PHI: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 208. <https://doi.org/10.33087/phi.v6i2.244>