ISLAMICA : Journal Of Islamic Education Research
E-ISSN: 3090-773X
Editorial Address: Jl. Rawa Sakti, Tibang Syiah Kuala, Banda Aceh

Received: 07-08-2026 | **Accepted:** 03-09-2026 | **Published:** 04-11-2026

ANALISIS KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA PADA MINITEST MATERI GEOMETRI RUANG

Audy Sihol Marito Manurung[1], Friska Ledina Situngkir[2]
[1'2] Universitas Katolik Santo Thomas Medan, Indonesia
Email: audysiholmaritomanurung@gmail.com[1], friskaledina12321@gmail.com[2]

Abstrak

Kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi geometri ruang yang menuntut kemampuan berpikir logis, analitis, dan visualisasi spasial. Namun, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa SMP masih relatif rendah, terutama dalam menyelesaikan masalah nonrutin. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang berdasarkan lima indikator penalaran matematis, yaitu mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, memberikan alasan atau pembuktian, memeriksa validitas argumen, dan menarik kesimpulan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Subjek penelitian terdiri atas 30 siswa kelas VIII SMP yang telah mempelajari materi geometri ruang. Pengumpulan data dilakukan melalui tes kemampuan penalaran matematis berbentuk lima soal uraian dan wawancara semi-terstruktur. Data dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang meliputi kondensasi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa masih berada pada kategori sedang. Indikator manipulasi matematika memperoleh capaian tertinggi sebesar 73,33%, sedangkan indikator visualisasi spasial dan penentuan hubungan antarunsur bangun ruang memperoleh capaian terendah sebesar 26,67%. Sebagian besar siswa mampu menyelesaikan soal yang bersifat prosedural, tetapi mengalami kesulitan dalam menyusun argumen matematis, mengevaluasi pernyataan, melakukan pembuktian, serta memvisualisasikan objek tiga dimensi pada soal nonrutin. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran geometri ruang perlu lebih menekankan pengembangan kemampuan penalaran matematis melalui aktivitas pemecahan masalah, argumentasi matematis, dan visualisasi spasial sehingga kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dapat berkembang secara optimal.

Kata kunci: geometri ruang; kemampuan penalaran matematis; penalaran spasial; siswa SMP; visualisasi geometri.

Abstract

Mathematical reasoning ability is one of the essential competencies that students must develop in mathematics learning, particularly in three-dimensional geometry, which requires logical thinking, analytical reasoning, and spatial visualization skills. However, previous studies have consistently reported that junior high school students still demonstrate limited mathematical reasoning, especially when solving non-routine problems. This study aimed to analyze junior high school students' mathematical reasoning ability in three-dimensional geometry based on five reasoning indicators: formulating conjectures, performing mathematical manipulation, providing logical justification or proof, evaluating the validity of arguments, and drawing appropriate conclusions. This research employed a qualitative approach with a descriptive research design. The participants consisted of 30 eighth-grade students who had completed the three-dimensional geometry unit. Data were collected through a mathematical reasoning test comprising five open-ended problems and semi-structured interviews. The data were analyzed using the interactive analysis model proposed by Miles, Huberman, and Saldaña, including data condensation, data display, and conclusion drawing and verification. The findings revealed that students' mathematical reasoning ability was generally at a moderate level. The highest achievement was found in the indicator of mathematical

manipulation (73.33%), whereas the lowest performance was observed in spatial visualization and reasoning involving relationships among three-dimensional geometric elements (26.67%). Most students successfully solved procedural problems but encountered considerable difficulties in constructing mathematical arguments, evaluating statements, developing mathematical proofs, and visualizing three-dimensional objects when dealing with non-routine tasks. These findings indicate that geometry instruction should place greater emphasis on developing mathematical reasoning through problem-based learning, mathematical argumentation, and spatial visualization activities. Such instructional approaches are expected to enhance students' higher-order thinking skills and improve their conceptual understanding of three-dimensional geometry.

Keywords: *mathematical reasoning ability; three-dimensional geometry; junior high school students; spatial reasoning; mathematical argumentation.*

PENDAHULUAN

Kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi fundamental yang harus dimiliki peserta didik dalam pembelajaran matematika abad ke-21. Penalaran matematis tidak hanya dimaknai sebagai kemampuan menggunakan aturan atau rumus dalam menyelesaikan soal, tetapi juga mencakup kemampuan mengidentifikasi pola, mengajukan dugaan, memberikan alasan logis, menyusun pembuktian, mengevaluasi argumen, dan menarik kesimpulan berdasarkan konsep-konsep matematika yang telah dipelajari. Kompetensi tersebut menjadi bagian penting dalam pembelajaran matematika karena mampu membentuk cara berpikir sistematis, kritis, kreatif, dan logis yang diperlukan siswa untuk menghadapi berbagai permasalahan, baik dalam konteks akademik maupun kehidupan sehari-hari. Sejalan dengan hal tersebut, implementasi Kurikulum Merdeka menempatkan kemampuan bernalar sebagai salah satu kompetensi utama yang perlu dikembangkan melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan menekankan aktivitas eksplorasi, investigasi, serta penyelesaian masalah kontekstual (Lestari & Arifah, 2025).

Secara teoretis, kemampuan penalaran matematis merupakan inti dari proses berpikir matematika. Menurut teori penalaran matematika, siswa dikatakan memiliki kemampuan penalaran yang baik apabila mampu menghubungkan fakta-fakta matematika, mengembangkan dugaan berdasarkan informasi yang tersedia, menyusun argumen secara logis, memverifikasi kebenaran suatu pernyataan, serta menarik kesimpulan yang sesuai dengan prinsip-prinsip matematika. Dengan demikian, keberhasilan pembelajaran matematika tidak hanya diukur dari kemampuan siswa memperoleh jawaban yang benar, tetapi juga dari kemampuan mereka menjelaskan proses berpikir yang digunakan dalam memperoleh jawaban tersebut. Namun demikian, dalam praktik pembelajaran di sekolah, proses pembelajaran masih sering berorientasi pada penguasaan prosedur dan penggunaan rumus sehingga kesempatan siswa untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematis belum optimal. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan teori (*theoretical gap*) antara konsep ideal pembelajaran matematika yang menempatkan penalaran sebagai kompetensi utama dengan praktik pembelajaran yang masih lebih menitikberatkan pada aspek prosedural (Mulyani et al., 2025).

Salah satu materi matematika SMP yang menuntut kemampuan penalaran matematis secara optimal adalah geometri ruang. Materi geometri ruang tidak hanya menuntut kemampuan menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang, tetapi juga memerlukan kemampuan memahami hubungan antarunsur bangun, memvisualisasikan objek tiga dimensi, menginterpretasikan representasi geometri, serta menyusun argumen logis dalam menyelesaikan permasalahan. Oleh karena itu, siswa dituntut mampu mengintegrasikan kemampuan visualisasi spasial dengan penalaran matematis agar dapat menyelesaikan berbagai persoalan yang bersifat rutin maupun nonrutin. Apabila kemampuan penalaran siswa rendah, maka mereka cenderung mengalami kesulitan dalam menentukan strategi penyelesaian, menghubungkan konsep-konsep geometri, maupun memberikan alasan terhadap jawaban yang diperoleh (Setiyawan et al., 2024).

Fenomena di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang masih tergolong rendah. Hasil berbagai asesmen nasional maupun internasional memperlihatkan bahwa siswa Indonesia masih mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada soal-soal yang menuntut penalaran, analisis, serta pembuktian matematis. Hasil penelitian Rosyidah et al. (2021) menunjukkan bahwa sebagian besar siswa hanya mampu menyelesaikan soal-soal rutin yang bersifat algoritmik, sedangkan ketika diberikan soal *HOTS* pada materi geometri, siswa mengalami kesulitan dalam mengajukan dugaan, menyusun alasan logis, memeriksa kebenaran argumen, dan menarik kesimpulan. Kondisi serupa juga ditemukan oleh Setiyawan et al. (2024) yang melaporkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa pada materi geometri masih berada pada kategori sedang hingga rendah karena siswa cenderung menggunakan hafalan rumus tanpa memahami hubungan konseptual antarunsur bangun ruang. Fakta tersebut menunjukkan adanya kesenjangan fenomena (*phenomenon gap*) antara harapan kurikulum yang menghendaki berkembangnya kemampuan penalaran matematis dengan kondisi nyata di sekolah yang masih menunjukkan rendahnya kemampuan tersebut.

Selain fenomena tersebut, berbagai penelitian terdahulu umumnya mengkaji kemampuan penalaran matematis dalam kaitannya dengan model pembelajaran, media pembelajaran, kemampuan awal matematika, gaya kognitif, ataupun tingkat berpikir geometri Van Hiele. Penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi yang penting terhadap pengembangan pembelajaran matematika, namun sebagian besar masih berorientasi pada pengaruh suatu perlakuan terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis. Di sisi lain, penelitian yang secara khusus mendeskripsikan profil kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang berdasarkan setiap indikator penalaran matematis masih relatif terbatas. Padahal, analisis terhadap setiap indikator penalaran sangat diperlukan untuk mengetahui secara rinci bagian-bagian kemampuan yang telah berkembang maupun yang masih mengalami hambatan sehingga guru dapat merancang strategi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang masih membuka peluang untuk dilakukan penelitian lebih lanjut (Lestari & Arifah, 2025; Mulyani et al., 2025).

Berdasarkan kesenjangan teori, kesenjangan fenomena, dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian mengenai analisis kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran secara komprehensif mengenai kemampuan siswa dalam mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, memberikan alasan terhadap suatu penyelesaian, memeriksa validitas argumen, serta menarik kesimpulan berdasarkan konsep geometri ruang. Informasi tersebut sangat diperlukan sebagai dasar dalam merancang pembelajaran yang lebih berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

Urgensi penelitian ini semakin kuat mengingat kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi yang sangat menentukan keberhasilan siswa dalam menyelesaikan berbagai persoalan matematika yang bersifat kompleks. Rendahnya kemampuan penalaran matematis tidak hanya berdampak pada rendahnya hasil belajar geometri ruang, tetapi juga memengaruhi kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah pada materi matematika lainnya yang memerlukan proses berpikir logis dan analitis. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi guru dalam mengidentifikasi kelemahan penalaran matematis siswa secara lebih spesifik sehingga strategi pembelajaran yang diterapkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian pendidikan matematika, khususnya mengenai kemampuan penalaran matematis pada materi geometri ruang di jenjang SMP.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada fokus kajian yang tidak hanya mendeskripsikan tingkat kemampuan penalaran matematis siswa secara umum, tetapi juga menganalisis secara mendalam profil

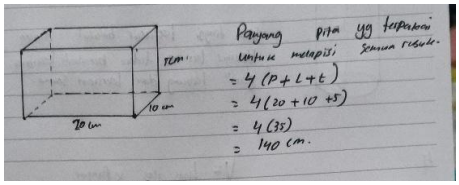
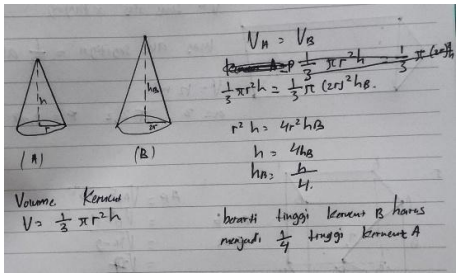
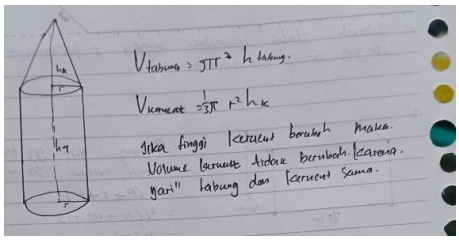
kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang berdasarkan setiap indikator penalaran matematis, yaitu kemampuan mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, memberikan alasan atau pembuktian, memeriksa validitas argumen, dan menarik kesimpulan. Analisis yang lebih rinci terhadap setiap indikator tersebut diharapkan mampu menghasilkan informasi yang lebih komprehensif mengenai karakteristik penalaran matematis siswa sehingga dapat menjadi landasan dalam merancang pembelajaran geometri ruang yang lebih efektif dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir matematis.

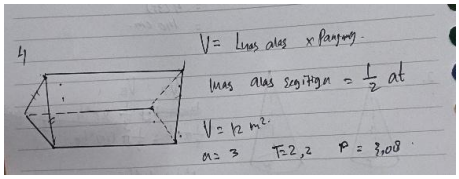
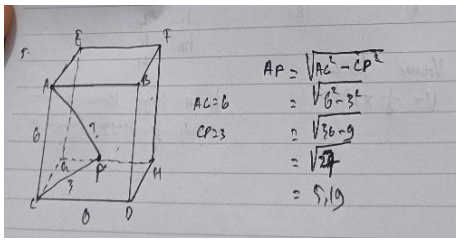
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara mendalam kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang. Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas VIII SMP yang telah mempelajari materi geometri ruang. Subjek penelitian dipilih menggunakan *purposive sampling*, yaitu berdasarkan hasil tes kemampuan penalaran matematis sehingga diperoleh subjek yang mewakili kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Instrumen penelitian terdiri atas tes kemampuan penalaran matematis berbentuk soal uraian yang disusun berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis, yaitu mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, memberikan alasan atau pembuktian terhadap suatu pernyataan, memeriksa kesahihan argumen, dan menarik kesimpulan, serta pedoman wawancara semi-terstruktur untuk mengonfirmasi proses berpikir siswa dalam menyelesaikan permasalahan. Validitas instrumen dilakukan melalui validasi ahli (*expert judgment*) oleh dosen pendidikan matematika dan guru matematika SMP, sedangkan keabsahan data diperoleh melalui triangulasi teknik dengan membandingkan hasil tes dan hasil wawancara. Data dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014) yang meliputi tahapan kondensasi data, penyajian data, dan penarikan serta verifikasi kesimpulan. Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk mendeskripsikan profil kemampuan penalaran matematis siswa pada setiap indikator sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai karakteristik penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan permasalahan geometri ruang.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang berdasarkan lima indikator penalaran matematis yang diukur melalui lima soal uraian. Analisis dilakukan terhadap hasil pekerjaan 30 siswa kelas VIII. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa pada setiap indikator masih bervariasi. Sebagian besar siswa telah mampu menyelesaikan soal yang berkaitan dengan penerapan konsep secara langsung, namun masih mengalami kesulitan pada soal yang menuntut pembuktian, evaluasi argumen, serta visualisasi geometri ruang.

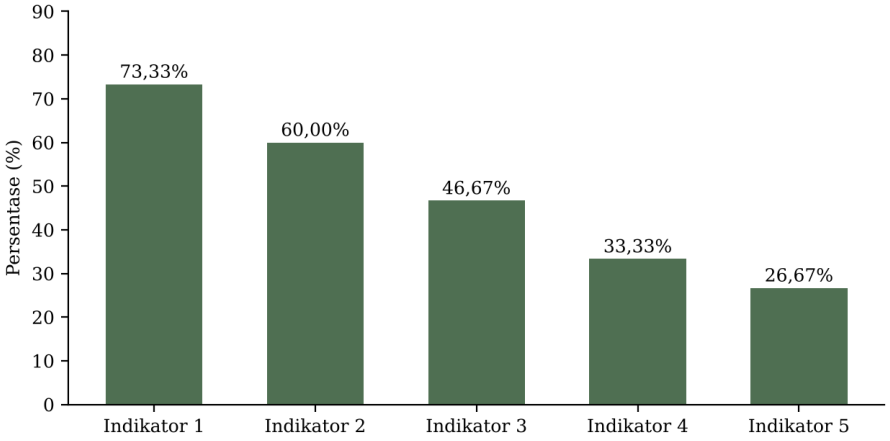
No	Deskripsi Soal Mini Test	Temuan Jawaban Siswa	Analisis Indikator Penalaran
1	Sebuah kotak kado berbentuk balok berukuran *20 cm* × *10 cm* × *5 cm*. Jika semua rusuk kotak dilapisi pita, dan tersisa pita sepanjang *10 cm* setelah mengelilingi seluruh rusuk, berapakah panjang pita awal yang digunakan? 	Siswa menggambar balok dengan tepat, menuliskan rumus jumlah panjang rusuk $4(p + l + t) = 4(20 + 10 + 5) = 140$ *cm*	Siswa mampu melakukan manipulasi matematika dengan tepat untuk menemukan panjang rusuk total. Namun, siswa kurang teliti mengintegrasikan sisa pita (*10 cm*) ke dalam kesimpulan akhir panjang pita awal.
2	Dua buah kerucut, A dan B, memiliki volume yang sama. Kerucut A memiliki jari-jari *r* dan tinggi *h*. Jika kerucut B memiliki jari-jari dua kali lipat kerucut A (*2r*), prediksikan tinggi kerucut B agar volumenya tetap sama dengan A, disertai alasan! 	Siswa menulis persamaan aljabar $V_A = V_B$, menjabarkannya menjadi $r^2h = 4r^2h_B$, lalu menyimpulkan $h_B = ¼\ h$.	Siswa berhasil menyusun model matematika, memanipulasi simbol aljabar, memberikan alasan logis, dan menarik kesimpulan yang valid ($h_B = ¼\ h$). Kendala minor terletak pada sketsa visual gambar kerucut yang kurang proporsional.
3	Sebuah tangki air berbentuk tabung yang di atasnya terdapat kerucut. Seorang siswa mengklaim: "Jika jari-jari tabung dan kerucut sama, maka tinggi kerucut tidak mempengaruhi total volume tangki." Setujukah Anda? Jelaskan konsepnya! 	Siswa menuliskan rumus komponen $V_t = \pi r^2 h_t$ dan $V_k = ⅓\pi r^2 h_k$. Namun, siswa menyatakan setuju dengan klaim keliru tersebut dengan alasan karena jari-jarinya sama.	Siswa gagal mengajukan dugaan yang benar dan tidak mampu memberikan argumen matematis yang sahih. Siswa mengalami miskonsepsi logis, mengabaikan variabel tinggi kerucut (h_k) yang secara eksplisit berkontribusi pada total volume.

No	Deskripsi Soal Mini Test	Temuan Jawaban Siswa	Analisis Indikator Penalaran
4	Anda diminta mendesain tenda berbentuk prisma segitiga dengan volume tetap 12 m³. Buatlah sketsa desain (panjang, lebar, tinggi) non-standar yang paling efisien (luas permukaan terkecil) beserta alasannya! 	Siswa langsung menuliskan angka dimensi akhir $a = 3$, $t = 2{,}2$, $p = 3{,}08$ tanpa menyertakan langkah perhitungan optimasi luas permukaan.	Siswa tidak mampu menyusun model matematika optimasi dan tidak memberikan alasan rasional atas pemilihan angka tersebut. Indikator memberikan alasan dan menarik kesimpulan tidak terpenuhi karena tidak ada argumentasi proses.
5	Kubus ABCD.EFGH dengan panjang rusuk 6 cm. Titik P adalah titik tengah rusuk FG. Berapa jarak terpendek dari titik A ke titik P? 	Siswa membuat kekeliruan fatal dengan merumuskan rumus Pythagoras yang tidak valid, yaitu $AP = \sqrt{(AC^2 - CP^2)}$ $= \sqrt{(6^2 - 3^2)}$ $= \sqrt{27} = 5{,}19$ cm	Siswa tidak mampu menentukan letak titik dan hubungan spasial antarunsur dalam ruang dimensi tiga. Kesalahan penalaran terjadi karena ketidakmampuan memvisualisasikan segitiga siku-siku yang tepat (seharusnya menggunakan ΔAFP siku-siku di F, atau proyeksi lainnya). Indikator manipulasi dan penarikan kesimpulan salah total.

Tabel 1. Hasil Kemampuan Penalaran Matematis Siswa

No	Indikator Penalaran Matematis	Jumlah Siswa	Persentase (%)	Kategori
1	Mampu mengerjakan soal dengan jawaban yang tepat	22	73,33	Tinggi
2	Mampu mengerjakan dengan langkah yang benar, tetapi gambar tidak sesuai	18	60,00	Sedang
3	Kurang teliti dalam menalar hubungan ukuran dan volume bangun ruang	14	46,67	Sedang
4	Tidak membuat langkah penyelesaian sehingga jawaban tidak dapat dipastikan	10	33,33	Rendah
5	Tidak mampu menentukan titik pada rusuk sehingga gagal menentukan penalaran geometri	8	26,67	Rendah

Diagram 1. Persentase Kemampuan Penalaran Matematis Siswa



Berdasarkan Tabel 1 dan Diagram 1 terlihat bahwa indikator pertama memperoleh persentase tertinggi, yaitu sebesar 73,33%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah mampu menggunakan konsep geometri ruang untuk menyelesaikan soal yang bersifat rutin, seperti menentukan panjang pita yang diperlukan untuk melapisi seluruh rusuk balok. Pada soal tersebut siswa dapat mengidentifikasi seluruh rusuk balok, menghitung jumlah panjang rusuk, kemudian menambahkan sisa pita sesuai informasi yang diberikan sehingga memperoleh jawaban yang benar.

Pada indikator kedua diperoleh persentase sebesar 60,00%. Sebagian besar siswa telah mampu menyusun langkah penyelesaian yang benar dalam menentukan hubungan volume dua kerucut yang memiliki volume sama. Namun demikian, beberapa siswa masih mengalami kesalahan dalam menggambarkan ilustrasi bangun ruang sehingga representasi visual yang dibuat tidak sesuai dengan kondisi soal. Meskipun demikian, proses penalaran yang digunakan telah menunjukkan pemahaman terhadap hubungan antara jari-jari, tinggi, dan volume kerucut.

Indikator ketiga memperoleh persentase sebesar 46,67%. Pada indikator ini siswa diminta mengevaluasi pernyataan mengenai volume gabungan tabung dan kerucut. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa masih kurang teliti dalam menghubungkan konsep volume kedua bangun tersebut. Sebagian siswa beranggapan bahwa perubahan tinggi kerucut tidak memengaruhi volume selama jari-jarinya tetap sama. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memberikan alasan matematis masih belum berkembang secara optimal.

Persentase yang lebih rendah ditemukan pada indikator keempat, yaitu sebesar 33,33%. Soal pada indikator ini menuntut siswa merancang bentuk prisma segitiga dengan volume tertentu serta memberikan alasan mengapa desain tersebut lebih efisien. Sebagian besar siswa hanya menuliskan hasil akhir tanpa menyajikan proses penalaran maupun alasan matematis yang mendukung jawabannya. Akibatnya, jawaban yang diberikan tidak dapat dipastikan kebenarannya karena tidak didukung oleh prosedur penyelesaian yang jelas.

Indikator kelima merupakan indikator dengan capaian terendah, yaitu 26,67%. Soal mengenai jarak titik pada kubus memerlukan kemampuan visualisasi spasial dan penalaran geometri yang cukup tinggi. Sebagian besar siswa mengalami kesulitan menentukan posisi titik tengah pada rusuk kubus dan tidak mampu memilih lintasan terpendek dari titik A menuju titik P. Kesalahan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memvisualisasikan objek tiga dimensi serta menghubungkan konsep jarak dalam ruang masih rendah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang masih berada pada kategori sedang. Siswa relatif mampu menyelesaikan soal yang bersifat prosedural, tetapi mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada soal yang menuntut kemampuan memberikan alasan, mengevaluasi argumen, membuat representasi visual, dan melakukan penalaran spasial. Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran geometri ruang perlu lebih banyak memberikan pengalaman kepada siswa dalam menyelesaikan masalah nonrutin yang menekankan proses berpikir, argumentasi matematis, dan pembuktian sehingga kemampuan penalaran matematis dapat berkembang secara optimal.

PEMBAHASAN

Berdasarkan kelima butir soal di atas, terlihat jelas sebuah pola performa penalaran matematis siswa yang selaras dengan temuan teoritis terdahulu. Pada Soal 1 dan Soal 2, siswa menunjukkan performa yang cukup baik dalam indikator manipulasi matematika dan menyusun model matematika dalam bentuk persamaan aljabar formal. Hal ini disebabkan soal tersebut masih mendekati bentuk rutin yang sering dilatihkan di kelas, di mana algoritma penyelesaian sudah sangat jelas (*clear path*).

Namun, penurunan drastis kualitas penalaran terjadi pada Soal 3, 4, dan 5 yang merupakan tipe soal non-rutin berspesifikasi tinggi. Pada Soal 3, ketidakmampuan siswa melakukan *logical reasoning* membuat mereka terjebak pada bias kesamaan jari-jari, sehingga membenarkan pernyataan yang salah secara matematis. Hambatan pada Soal 4 mengindikasikan kelemahan dalam penalaran eksploratif-desain, di mana siswa terbiasa menerima variabel yang sudah matang tanpa tahu cara melakukan *trial-error* atau optimasi fungsi luas permukaan.

Kesalahan paling kritis tampak pada Soal 5, yang mendeteksi ketidakmampuan visualisasi spasial 3D. Siswa menerapkan teorema Pythagoras secara serampangan ($AP = \sqrt{(AC^2 - CP^2)}$) tanpa memvalidasi apakah segitiga yang dibentuk benar-benar siku-siku dan terletak pada bidang yang logis. Seharusnya, jarak AP dihitung melalui teorema Pythagoras pada segitiga siku-siku ΔAFP (di mana AF adalah diagonal sisi kubus sebesar $6\sqrt{2}$ cm, dan FP = 3 cm), menghasilkan:

$$\begin{aligned} AP &= \sqrt{(AF^2 + FP^2)} \\ &= \sqrt{((6\sqrt{2})^2 + 3^2)} \\ &= \sqrt{(72 + 9)} \\ &= \sqrt{81} = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kesalahan formulasinya menjadi 5,19 cm membuktikan bahwa siswa mengalami hambatan serius dalam mengaitkan konsep teoritis dengan interpretasi visual spasial objek dimensi tiga. Secara akumulatif, temuan *mini test* ini menegaskan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa masih tergolong rendah.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi geometri ruang berdasarkan lima indikator penalaran matematis, yaitu kemampuan mengajukan dugaan, melakukan manipulasi matematika, memberikan alasan atau pembuktian, memeriksa validitas argumen, dan menarik kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa masih berada pada kategori sedang dengan capaian yang bervariasi pada setiap indikator. Indikator kemampuan melakukan manipulasi matematika pada soal-soal rutin memperoleh capaian tertinggi, ditunjukkan oleh 73,33% siswa yang mampu menyelesaikan permasalahan dengan benar. Sementara itu, kemampuan menyusun model matematika dan memberikan alasan logis pada

permasalahan yang masih bersifat semi-rutin juga menunjukkan hasil yang cukup baik, meskipun sebagian siswa masih mengalami kesalahan dalam representasi visual bangun ruang.

Sebaliknya, kemampuan penalaran matematis siswa mengalami penurunan yang signifikan pada soal-soal nonrutin yang menuntut argumentasi matematis, evaluasi terhadap suatu pernyataan, penyusunan strategi penyelesaian, serta visualisasi spasial tiga dimensi. Sebagian besar siswa mengalami miskonsepsi dalam menghubungkan konsep volume bangun ruang, belum mampu menyusun model matematika pada permasalahan optimasi, dan mengalami kesulitan menentukan hubungan spasial antarunsur bangun ruang ketika menyelesaikan masalah jarak dalam kubus. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa masih cenderung mengandalkan prosedur dan hafalan rumus dibandingkan menggunakan penalaran matematis secara komprehensif dalam menyelesaikan masalah geometri ruang. Temuan penelitian ini memperkuat urgensi pengembangan pembelajaran geometri ruang yang tidak hanya berorientasi pada kemampuan prosedural, tetapi juga secara sistematis melatih kemampuan bernalar, berargumentasi, memvisualisasikan objek tiga dimensi, serta menyelesaikan masalah nonrutin. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada analisis profil kemampuan penalaran matematis siswa berdasarkan setiap indikator penalaran melalui serangkaian soal *mini test* geometri ruang yang dirancang untuk mengidentifikasi karakteristik kesalahan berpikir siswa secara lebih rinci. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematis siswa, khususnya melalui penerapan pembelajaran berbasis masalah, eksplorasi geometri, dan aktivitas yang mengintegrasikan visualisasi spasial dengan argumentasi matematis.

DAFTAR PUSTAKA

Adams, J., Resnick, I., & Lowrie, T. (2022). Supporting senior high-school students' measurement and geometry performance: Does spatial training transfer to mathematics achievement? Mathematics Education Research Journal. https://doi.org/10.1007/s13394-022-00416-y

Andriani, A., Dewi, I., & Manurung, N. (2022). Analysis of student's mathematical spatial abilities in solving geometric problems. Proceedings of the 4th International Conference on Innovation in Education, Science and Culture (ICIESC 2022). https://doi.org/10.4108/eai.11-10-2022.2325388

Evidiasari, S., Subanji, & Irawati, S. (2019). Students' spatial reasoning in solving geometrical transformation problems. Indonesian Journal on Learning and Advanced Education, 1(2). https://doi.org/10.23917/ijolae.v1i2.8703

Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., Miyawaki, S., Kunimune, S., & Shojima, K. (2023). Identifying Japanese students' core spatial reasoning skills by solving 3D geometry problems: An exploration. Asian Journal for Mathematics Education, 1(4), 437–454. https://doi.org/10.1177/27527263221142345

Lathiifah, I. J., & Handayani, R. (2025). Bilingual pop up mathbook based on Bangka Belitung culture: An innovative learning media of geometry. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(4). https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i4.3321

Lestari, A. S. B., & Arifah, S. (2025). Menyingkap karakteristik penalaran matematis siswa dalam pemecahan masalah geometri ruang: Tinjauan berdasarkan kategori kemampuan matematika. International Journal of Progressive Mathematics Education, 5(1), 256–269. https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.18643

Mahmudah, H., & Kania, N. (2025). Exploring creative thinking in probability through Polya's framework and contextual learning. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(4). https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i4.3452

Nur'Aini, D., & Indaryanti. (2025). The students' ability in differentiating linear and non-linear functions assisted by Photomath. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(4). https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i4.3470

Nuralam, H., Jupri, A., & Alifulloh, W. (2024). Exploring high school students' mathematical reasoning in geometry using GeoGebra-assisted problem-based learning. Jurnal Teknologi Pendidikan, 26(3). https://doi.org/10.21009/jtp.v26i3.49887

Prabawat, M. N., Mulyani, E., & Muslim, S. R. (2025). The integration of local wisdom in mathematics education: Developing a culture-based digital platform for mathematical literacy in the Kuta Traditional Village. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(4). https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i4.3434

Pratiwi, I. R., Afriansyah, R., Andriyanto, S., Erianti, A., & Julianti, R. (2025). 3DSHAPE-AR: Profil penalaran spasial matematis mahasiswa di politeknik melalui pembelajaran geometri berbasis augmented reality. JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education, 9(1). https://doi.org/10.19166/johme.v9i1.9158

Ramful, A., & colleagues. (2022). Subtleties in spatial visualization maneuvers: Insights from numerical solutions. Journal of Mathematical Behavior, 67, 100988. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100988

Sari, F. Y., Zulkardi, Putri, R. I. I., & Susanti, E. (2025). Additive vs. multiplicative thinking: An exploration of middle school students' proportional reasoning ability in rural Indonesian context. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(4). https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i4.3538

Subekti, D. K., Putri, R. I. I., & Sugilar. (2025). Android-based learning media for three-dimensional geometry: A development study. Jurnal Inovasi Matematika, 8(1). https://doi.org/10.35438/inomatika.v8i1.565

Sumartini, T. S., & Wahyuni, W. (2025). Enhancing literacy, numeracy, and mathematics learning motivation using the problem-based learning model. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(4). https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i4.2497

Suryati, K., & Adnyana, I. G. (2022). Pendidikan Matematika Realistik berbantuan media GeoGebra untuk meningkatkan hasil belajar geometri ditinjau dari kemampuan spasial. PENDIPA Journal of Science Education, 6(3), 658–663. https://doi.org/10.33369/pendipa.6.3.658-663

Yanuarto, W. N., & Iqbal, A. M. (2022). The augmented reality learning media to improve mathematical spatial ability in geometry concept. Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika, 12(1), 30–40. https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i01.17615