

Analisis Kemampuan Berpikir Geometri Siswa SMP Berdasarkan Teori Van Hiele dalam Materi Teorema Pythagoras

Eka Ayu Putri Arnita¹, Rafiq Zulkarnaen², Adi Ihsan Imami³

^{1,2,3} Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

Email : ✉ 2010631050064@student.unsika.ac.id

Article Info

Article History

Submitted : 10-07-2024

Revised : 20-07-2024

Accepted : 27-07-2024

Keywords:

Kemampuan Berpikir Geometri; Teori Van Hiele; Teorema Pythagoras;

Abstract

Penelitian ini difokuskan untuk mengkaji kemampuan berpikir geometri siswa SMP berdasarkan teori Van Hiele dalam materi Teorema Pythagoras. Kemampuan berpikir geometri merupakan kemampuan yang sangat penting, namun faktanya siswa masih dalam tingkatan level kemampuan berpikir geometri yang rendah. Pendekatan kualitatif dengan metode fenomenologi hermeuneutik digunakan dalam penelitian ini untuk mengkaji kemampuan berpikir geometri siswa. Subjek yang digunakan sebanyak satu kelas VIII di salah satu SMP swasta di Karawang yang kemudian diseleksi kembali dan diambil empat siswa untuk dilakukan wawancara. Instrumen tes dan nontes digunakan dalam penelitian ini, instrumen tes dengan mencakup tingkatan level berpikir geometri Van Hiele yaitu: visualisasi (level 0), analisis (level 1), deduksi informal (level 2), deduksi (level 3), dan rigor (level 4) serta nontes yaitu wawancara tidak terstruktur dianalisis menggunakan metode *Interpretative Phenomenologi Analysis (IPA)*. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa mayoritas siswa hanya mampu mencapai tingkat visualisasi (level 0) dengan baik yaitu 74% dan analisis (level 1) sebesar 55%. Penelitian ini menegaskan bahwa faktor siswa belum dapat mencapai tingkatan deduksi informal (level 2) sampai dengan rigor (level 4) karena ketidaktepatan dan kurangnya pemahaman konsep. Oleh sebab itu perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih mendalam dan variasi soal untuk meningkatkan kemampuan berpikir geometri siswa, khususnya dalam konteks penerapan teorema Pythagoras.

This research focuses on examining the geometric thinking abilities of junior high school students based on Van Hiele's theory in the context of the Pythagorean Theorem. Geometric thinking ability is crucial, yet students often remain at lower levels of geometric thinking. A qualitative approach using phenomenological hermeneutics was employed to investigate students' geometric thinking abilities. The subjects consisted of one class of eighth graders from a private junior high school in Karawang, from which four students were selected for interviews. Both test and non-test instruments were used in this study. The test instrument included levels of Van Hiele's geometric thinking: visualization (level 0), analysis (level 1), informal deduction (level 2), deduction (level 3), and rigor (level 4). Non-test instruments included unstructured interviews analyzed using Interpretative Phenomenological Analysis (IPA). The results of the study indicate that the majority of students were proficient only up to the visualization level (level 0) at 74%, and the analysis level (level 1) at 55%. This research confirms that students have not been able to reach the level of informal deduction (level 2) to rigor (level 4) due to inaccuracy and lack of understanding of concepts. Therefore, there is a need for a more in-depth learning approach and a variety of questions to improve students' geometric thinking abilities, especially in the context of applying the Pythagorean theorem.

PENDAHULUAN

Geometri ialah salah satu bagian dari matematika yang memiliki peranan signifikan dalam kehidupan seperti pada bidang arsitektur, sosial, teknik, dan bidang lainnya (Kurniawati, Junedi, & Mariani 2015). Geometri dianggap sebagai bidang yang dapat membentuk visualisasi, intuisi, pemikiran kritis, pemecahan masalah, penalaran deduktif, argumen dan bukti logis bagi siswa (Amaliyah, Uyun, Fitri, & Rahmawati, 2022). Oleh karena itu, mengingat pentingnya memahami dan berbagai manfaat yang dapat diperoleh dalam mempelajari geometri, maka sangat penting siswa memiliki kemampuan berpikir dalam hal ini adalah kemampuan berpikir geometri.

Kemampuan berpikir geometri menjadi salah satu kemampuan yang penting dimiliki siswa dalam pembelajaran matematika (Vawanda & Zainil, 2023; Nurmanisah, Rahmatina, & Siregar, 2023; Lestari, Susanti, & Hartono, 2022). Nurmanisah, Rahmatina, & Siregar (2023) mengemukakan bahwa kemampuan berpikir geometri merujuk pada kemampuan siswa untuk mengolah informasi geometri yang tersimpan dalam ingatan, membentuk konsep, menyelesaikan masalah, berpikir logis, membuat kesimpulan, serta mengaitkan ide-ide dalam konteks geometri. Kemudian Rahayu, Mawarsari, & Suprpto (2023) juga mengemukakan bahwa kemampuan berpikir geometri merupakan kemampuan siswa untuk melakukan observasi, identifikasi, dan mengembangkan definisi objek tertentu sehingga mampu memecahkan suatu masalah.

Dalam mengukur kemampuan geometri, Van Hiele (dalam Zainal, 2018) merekomendasikan salah satu konsep berpikir geometri yaitu siswa tidak akan dapat mencapai level berpikir yang lebih tinggi tanpa melewati dahulu level yang lebih rendah dengan kecepatan perpindahan antar tingkat berpikir ditentukan oleh metode pengajaran dari pada usia atau kematangan siswa. Siswa akan menempuh lima level perkembangan berpikir geometri meliputi (dalam Nurhidayah, 2017): visualisasi (level 0) siswa mulai belajar mengenai suatu bentuk geometri secara keseluruhan, namun belum mampu mengetahui adanya sifat-sifat dari bentuk geometri yang dilihatnya itu; analisis (level 1) siswa sudah mulai mengenal sifat-sifat yang dimiliki bentuk geometri yang diamatinya; deduksi informal (level 2), siswa mulai mampu melaksanakan penarikan kesimpulan, yang dikenal dengan sebutan berpikir deduktif. Namun kemampuan ini belum berkembang secara penuh; deduksi formal (level 3), siswa juga berpeluang untuk mengembangkan bukti lebih dari satu cara; Rigor (level 4), tingkatan level paling tinggi siswa mampu bernalar secara formal tanpa membutuhkan model-model konkret. Saling keterkaitan antar bentuk yang tidak terdefiniskan. Aksioma, definisi, teorema dan pembuktian formal dapat dipahami. Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa siswa pada jenjang SMP belum mampu melewati level tingkatan dari berpikir geometri teori Van Hiele hingga tingkatan deduksi formal (level 3) (Baeti & Murtalib, 2018).

Adapun beberapa penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir geometri siswa berdasarkan teori Van Hiele masih rendah karena belum mencapai tingkatan *rigor* (level 4). Penelitian oleh Petrus, Kamila, & Riady (2017) di sebuah SMP di Sulawesi Selatan menemukan bahwa siswa umumnya berada pada tingkat deduksi informal (level 2), dengan kesulitan memahami hubungan antar bangun dan melakukan pembuktian geometri karena kurangnya keterampilan menggunakan konsep geometri. Penelitian lainnya oleh Susanto & Mahmudi (2021) di Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa sebagian besar siswa hanya mencapai tingkat analisis (level 1). Siswa kesulitan secara verbal dalam

mendeskripsikan bangun, menjelaskan sistem deduktif, dan merumuskan generalisasi dari konsep yang sudah siswa ketahui. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih berada pada tingkatan visualisasi (level 0) dan analisis (level 1) berdasarkan teori Van Hiele.

Berdasarkan uraian di atas, kemampuan berpikir geometri pada setiap tingkatan level Van Hiele siswa yang rendah dianggap sebagai fenomena yang penting untuk diteliti. Hasil-hasil penelitian sebelumnya telah menganalisis kemampuan berpikir geometri Van Hiele yang berhubungan dengan gender atau materi geometri lainnya seperti segi empat dan bangun ruang sisi datar, namun belum meneliti secara mendalam mengenai faktor penyebab rendahnya kemampuan berpikir geometri siswa pada materi teorema pythagoras berdasarkan level berpikir geometri Van Hiele yaitu: visualisasi (level 0), analisis (level 1), deduksi informal (level 2), deduksi (level 3), dan rigor (level 4). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor penyebab rendahnya kemampuan berpikir geometri pada setiap tingkatan level kemampuan berpikir geometri Van Hiele dalam materi Teorema Pythagoras.

METODE

Studi fenomenologi hermeuneutik dengan pendekatan kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Fenomenologi merupakan suatu penelitian yang bertujuan untuk mendalami pemahaman terhadap suatu fenomena (Shiddiq & Herman, 2023). Adapun fenomena yang dialami subjek penelitian ini ialah berkenaan dengan kemampuan berpikir geometri siswa dalam memahami konsep Teorema Pythagoras. Dengan pendekatan kualitatif ini, diharapkan peneliti dapat mengungkapkan lebih jelas dan terperinci tentang fenomena tersebut.

Subjek penelitian sebanyak 27 siswa kelas VIII pada satu SMP Swasta di Kabupaten Karawang yang diambil secara *purposive sampling*. Instrumen tes dan nontes digunakan dalam penelitian ini. Instrumen tes sebanyak 5 (lima) soal uraian yang di adopsi dari skripsi Arnita (2024) memuat aspek tingkatan level kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele dengan materi penguasaan konsep teorema Pythagoras yang sudah dilakukan validasi intrumen dengan memenuhi kriteria uji validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan indeks kesukaran, serta wawancara tidak terstruktur sebagai instrumen nontes. Setelah diperoleh jawaban dari 27 siswa, selanjutnya setiap jawaban siswa dikelompokkan berdasarkan karakteristik tingkatan level kemampuan berpikir geometri Van Hiele mencakup: visualisasi (level 0), analisis (level 1), deduksi informal (level 2), deduksi (level 3), dan rigor (level 4). Kemudian wawancara untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir geometri siswa. Adapun tahapan analisis data dalam penelitian ini akan menggunakan tahapan analisis data yang dikemukakan oleh Smith (2009) yaitu metode Interpretative Phenomenological Analysis (IPA) dengan tahapan yaitu: *Reading and re-reading, Intial Noting, Developing Emergent Themes, Searching for Connection a Cross Emergent Themes, Moving the Next Cases, dan Looking for Patterns a Cross Cases*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis karakteristik jawaban masing-masing yang mewakili tingkatan level kemampuan berpikir geometri Van Hiele disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Karakteristik Jawaban Siswa

Soal	Level Berpikir Van Hiele	Karakteristik Jawaban	Siswa	Seleksi Siswa Wawancara
1	Visualisasi (level 0)	Menjawab dengan tepat dan benar dengan melihat gambar visual	S2,S3,S5,S6,S8,S10, S11,S12,S14,S16,S17,S18,S20,S21, S22,S23,S24,S25,S26,S27 Jumlah = 20	S23
		Menjawab tetapi belum tepat dan benar dengan melihat gambar visual	S1,S4,S7,S9,S13,S15,S19 Jumlah =7	S4
2	Analisis (level 1)	Menyebutkan dan memberikan alasan dengan tepat dan benar jenis segitiga	S1,S4,S6, S10,S11 ,S16,S17, S20,S21,S22,S23,S24,S25,S26,S27 Jumlah = 15	S10
		Belum dapat menyebutkan dan memberikan alasan dengan tepat dan benar jenis segitiga	S2,S3,S7,S8,S9,S12,S13,S14, S15,S19 Jumlah = 10	S15
		Tidak menjawab soal	S5 dan S18 Jumlah =2	-
3	Deduksi Informal (level 2)	Dapat menghubungkan dan menyebutkan alasan dengan tepat dan benar teorema pythagoras	S4 dan S23 Jumlah = 2	S23
		Belum dapat menghubungkan dan menyebutkan alasan dengan tepat dan benar teorema pythagoras	S1,S3, S7,S10,S11, S15,S17,S20,S21, S22,S24,S25 Jumlah = 12	S15
		Tidak menjawab soal	S2, S5, S6, S8,S9,S12,S13,S14, S16,S18,S19,S26,S27 Jumlah = 13	-
4	Deduksi Formal (level 3)	Dapat menghubungkan dan membuktikan dengan tepat dan benar teorema pythagoras	S4 dan S23 Jumlah = 2	S4
		Belum menghubungkan dan membuktikan dengan tepat dan benar teorema pythagoras	S1,S6,S10,S11,S15,S16,S17 Jumlah = 7	S10
		Tidak menjawab soal	S2,S3,S5,S7,S8,S9,S12,S13,S14,S18,S19,S20,S21,S22,S24,S25,S26,S27 Jumlah =18	-
5	Rigor (level 4)	Belum dapat menjawab soal dengan benar dan tepat	S4,S10, dan S23 Jumlah = 3	S4
		Tidak menjawab soal	S1,S2,S3,S5,S6,S7,S8,S9,S10,S11,S12,S13,S14,S15,S16,S17,S18,S19,S20,S21,S22,S24,S25,S26,S27 Jumlah = 25	-

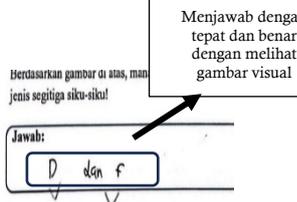
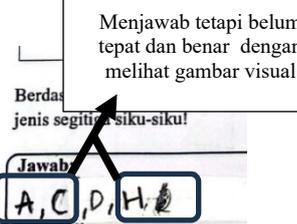
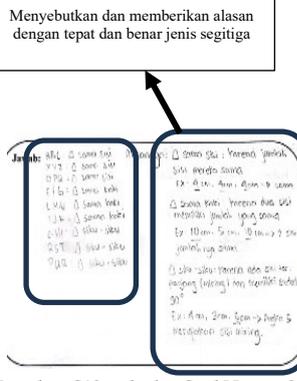
Tabel 1 tersebut mendeskripsikan bagaimana karakteristik jawaban siswa pada masing-masing soal yang mewakili tingkatan level kemampuan berpikir geometri Van Hiele yaitu: visualisasi (level 0), analisis (level 1), deduksi informal (level 2), deduksi (level 3), dan rigor (level 4). Pada soal nomor 1 yang mewakili tingkatan level 0 (nol) kemampuan berpikir Van Hiele yaitu visualisasi, terdapat dua karakteristik jawaban siswa saat menyelesaikan soal yang diberikan. Sebagian besar siswa mampu menjawab dengan benar dan tepat sebanyak 20 siswa. Kemudian 7 siswa lainnya masih terdapat kekeliruan sehingga belum dapat menyelesaikan soal dengan tepat dan benar. Kemudian pada soal nomor 2 yang mewakili tingkatan level 1 (satu) kemampuan berpikir Van Hiele yaitu analisis, terdapat dua karakteristik jawaban siswa. Sebanyak 15 siswa dapat memberikan jawaban yang sesuai soal dengan menyebutkan jenis-jenis segitiga dan alasan yang tepat dan sesuai. Lalu sebanyak 10 siswa masih kurang tepat atau tidak menyebutkan alasan dalam penyelesaian soal. Terdapat pula 2 siswa yang tidak memberikan jawaban.

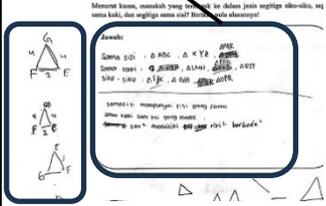
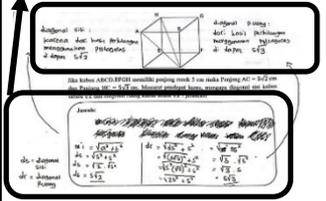
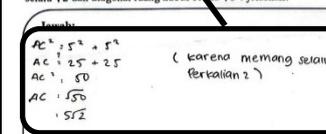
Selanjutnya pada soal nomor 3 yang mewakili tingkatan level 2 (dua) kemampuan berpikir geometri Van Hiele yaitu deduksi informal, terdapat dua karakteristik jawaban siswa. Sebagian besar yaitu sebanyak 13 siswa tidak dapat menjawab soal. Kemudian 12 siswa hanya menjawab saja belum dapat menghubungkan dan memberikan alasan yang tepat terkait penggunaan teorema pythagoras. Hanya 2 siswa yang mampu menjawab yaitu menghubungkan dengan jelas dan memberikan alasan yang tepat sehingga dapat menyelesaikan soal dengan tepat dan benar. Pada soal nomor 4 yang mewakili tingkatan level 3 (tiga) kemampuan berpikir geometri Van Hiele yaitu deduksi formal, juga memiliki 2 karakteristik jawaban. Hanya 2 siswa yang mampu dengan benar menghubungkan dan membuktikan penggunaan teorema pythagoras. Namun terdapat 7 siswa yang menjawab hanya saja belum tepat memberikan pembuktian penggunaan teorema pythagoras. Mayoritas siswa berjumlah 18 yang tidak menjawab soal ini.

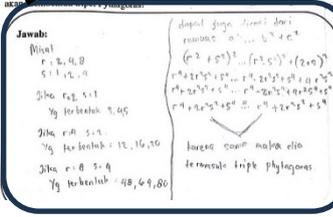
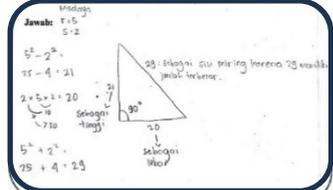
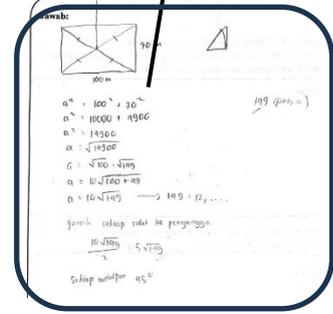
Kemudian soal terakhir yaitu nomor 5 yang mewakili tingkatan paling tinggi level 4 (empat) yaitu rigor, hanya memiliki 1 karakteristik jawaban. Dilihat dari karakteristik jawaban tersebut tidak ada yang mampu menyelesaikan soal nomor 5 dengan sangat tepat dan benar. Namun masih terdapat 3 siswa yang dapat menjawab soal, hanya saja masih keliru saat proses penyelesaiannya. Sedangkan 24 siswa lainnya tidak menjawab soal. Selanjutnya, temuan-temuan ini akan dianalisis dengan menguraikan makna kemampuan berpikir geometri yang dikemukakan oleh siswa.

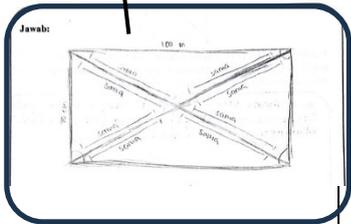
Setelah dilakukan pengelompokan berdasarkan pola karakteristik jawaban siswa, peneliti melakukan analisis jawaban. Pada proses ini, peneliti akan memaparkan bagaimana kemampuan berpikir geometri siswa berdasarkan teori Van Hiele dan apa saja faktor yang menyebabkan siswa tidak dapat menyelesaikan soal dengan tepat dan benar. Setelah menganalisa jawaban, kemudian peneliti melakukan wawancara kepada siswa yang dijadikan subjek. Jumlah subjek yang diambil berdasarkan pada metode yang digunakan dalam penelitian, yaitu fenomenologi hermeneutik. Metode ini siswa yang diambil hanya boleh empat (Creswell & Creswell 2017). Hasil analisis akan difokuskan pada jawaban subjek yang mewakili masing-masing karakteristik jawaban pada Tabel 4.2 di setiap tingkatan level berpikir geometri siswa berdasarkan teori Van Hiele dari visualisasi (level 0), analisis (level 1), deduksi informal (level 2), deduksi (level 3), dan rigor (level 4). Selain itu, pemilihan subjek didasarkan pada pengamatan peneliti ketika tes diberikan. Untuk menganalisis faktor tersebut, didapatkan empat subjek penelitian melalui purposive sampling, adapun subjeknya adalah S4, S10, S15, dan S23.

Tabel 2. Analisis Makna dan Tema Jawaban Siswa

Level Berpikir Van Hiele	Jawaban Siswa	Potongan Transkrip Wawancara	Interpretasi
Visualisasi (level 0)	 <p>Berdasarkan gambar di atas, manakah jenis segitiga siku-siku!</p> <p>Jawab: D dan F</p> <p>Jawaban S23 terhadap Soal Nomor 1</p>	<p>P : "...manakah yang merepresentasikan ke dalam jenis segitiga siku-siku?"</p> <p>S23 : "... D dan F kak"</p> <p>P : "... kenapa kamu bisa menyimpulkan D dan F yang merepresentasikan jenis segitiga siku-siku ...?"</p> <p>S23 : "Karena ada sisi yang tegak lurus kak..."</p>	<p>Dapat menemukan dua gambar dari sembilan gambar tersaji yang merepresentasikan ke dalam jenis segitiga siku-siku.</p>
	 <p>Berdasarkan gambar di atas, manakah jenis segitiga siku-siku!</p> <p>Jawab: A, C, D, H</p> <p>Jawaban S15 terhadap Soal Nomor 1</p>	<p>P : "...manakah yang merepresentasikan ke dalam jenis segitiga siku-siku?"</p> <p>S15 : "Yang A, C, D, dan H"</p> <p>P : "...alasan kamu memilih segitiga tersebut ...?"</p> <p>S15 : "... memiliki sisi yang berbeda-beda dan tegak lurus kak"</p> <p>P : "... gambar yang kamu pilih sisinya berbeda-beda?"</p> <p>S15 : "Ehh ngga kak"</p>	<p>Kurang teliti memang belum dapat memahami konsep</p>
Analisis (Level 1)	 <p>Mentioning and giving reasons correctly and accurately for the type of triangle</p> <p>Jawab: ΔABC, ΔXYZ, ΔOPQ, ΔEFG, ΔLMN, ΔIJK, ΔGHI, ΔRST, dan ΔPQR</p> <p>Jawaban S10 terhadap Soal Nomor 2</p>	<p>P : "... manakah yang termasuk ke dalam jenis segitiga siku-siku, sama kaki, dan sama sisi?"</p> <p>S10 : "...segitiga sama sisi ΔABC, ΔXYZ, ΔOPQ, segitiga sama kaki itu ΔEFG, ΔLMN, dan ΔIJK, terus kalau segitiga siku-siku ΔGHI, ΔRST, dan ΔPQR kak"</p> <p>P : "Apa alasan kamu memilih segitiga tersebut ...?"</p> <p>S10 : "Dari Panjang sisinya kak terus yang siku-siku aku hitung pakai rumus menentukan jenis segitiga"</p> <p>P : "Kenapa ...?"</p> <p>S10 : "Karna kalo segitiga sama sisi memiliki jumlah sisi yang sama semua seperti contoh 4 cm, 4 cm 4 cm adalah sama, lalu kalo segitiga sama kaki karena dua sisi memiliki jumlah yang sama seperti contoh 4 cm, 4 cm, 2 cm dua sisi jumlahnya sama, dan kalo segitiga siku-siku itu memiliki sisi Panjang (miring) dan memiliki sudut 90° seperti contoh 4 cm, 3 cm, 5 cm angka 5 merupakan sisi miringnya"</p>	<p>Melewati proses pengamatan, pengukuran, dan juga eksperimen secara berurutan</p>

Level Berpikir Van Hiele	Jawaban Siswa	Potongan Transkrip Wawancara	Interpretasi
	<p>Siswa belum dapat menyebutkan dan memberikan alasan dengan tepat dan benar jenis-jenis segitiga</p>  <p>Jawaban S15 terhadap Soal Nomor 2</p>	<p>P : "...manakah yang termasuk ke dalam jenis segitiga siku-siku, sama kaki, dan sama sisi?"</p> <p>S15 : "Segitiga sama sisi $\Delta ABC, \Delta XYZ, \Delta PQR$, segitiga sama kaki itu $\Delta LMN, \Delta EFG$, dan ΔRST, terus kalau segitiga siku-siku $\Delta IJK, \Delta GHI$, dan ΔOPQ kak"</p> <p>P : "Apa alasan ...?"</p> <p>S15 : "karna segitiga sama sisi mempunyai sisi yang sama, kalau segitiga sama kaki satu sisinya ada yang pendek, terus kalau segitiga siku-siku itu memiliki sisi-sisi yang berbeda"</p> <p>P : "Lalu bagaimana langkah kamu bisa selesaikan soal tersebut?"</p> <p>S15 : "Di gambar-gambar kak pake angka-angka tabel tapi bingung gambar segitiganya gimana"</p>	<p>belum bisa menguasai konsep dan menerapkan prinsip pada sifat-sifat segitiga walau sudah</p>
<p>Deduksi Informal (Level 2)</p>	<p>Dapat menghubungkan dan menyebutkan alasan dengan tepat dan benar teorema pythagoras</p>  <p>Jawaban S23 terhadap Soal Nomor 3</p>	<p>P : "...mengapa diagonal sisi selalu $\sqrt{2}$ dan diagonal ruang selalu $\sqrt{3}$?"</p> <p>S23 : "Alesannya karna gambar membentuk segitiga siku-siku lalu dipakai rumus teorema Pythagoras buat perhitungannya dan di dapatkan hasil diagonal sisi kubus $5\sqrt{2}$ dan diagonal ruang kubus $5\sqrt{3}$"</p> <p>P : "Untuk rumus teorema Pythagoras sendiri apakah kamu tau apa rumusnya?"</p> <p>S23 : "Sisi miring atau $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ kak karena rusuknya 5 jadi masukan ke rumus"</p>	<p>Dapat menganalisis hubungan antara sifat suatu bangun geometri, maupun menganalisa hubungan bangun tersebut dengan geometri lain berdasarkan hubungan karakteristik</p>
	<p>Belum dapat menghubungkan dan menyebutkan alasan dengan tepat dan benar teorema pythagoras</p> <p>selalu $\sqrt{2}$ dan diagonal ruang kubus selalu $\sqrt{3}$? jelaskan!</p>  <p>Jawaban S15 terhadap Soal Nomor 3</p>	<p>P : "Lalu menurut kamu kenapa diagonal sisi selalu $\sqrt{2}$ dan diagonal ruang selalu $\sqrt{3}$?"</p> <p>S15 : "Aku kurang paham kak, tapi yang aku inget kuadrat-kuadrat gitu"</p> <p>P : "Yang kamu cari itu memang apa?"</p> <p>S15 : "Diagonal sisi kak"</p> <p>P : "Lalu kalo diagonal ruangnya gimana"</p> <p>S15 : "Aku gatau kak caranya dan ngitungnya"</p>	<p>Kesalahan konseptual dan tidak mampu mengembangkan informasi yang tertera dalam soal</p>

Level Berpikir Van Hiele	Jawaban Siswa	Potongan Transkrip Wawancara	Interpretasi
Deduksi Formal (Level 3)	<p>Dapat menghubungkan dan membuktikan dengan tepat dan benar teorema pythagoras</p>  <p>Jawaban S4 terhadap Soal Nomor 4</p>	<p>P : "Menurutmu teorema apa yang digunakan untuk membuktikannya?" S4 : "Teorema Pythagoras kak" P : "Lalu bagaimana cara kamu membuktikan...?" S4 : "Jadi aku ada 2 cara yang pertama memakai pemisalan angka yaitu ..." P : "Kamu tau tentang bilangan real?" S4 : "Tau dong kak, bilangan real bilangan yang dimulai dari angka 1 kak" P : "Lalu untuk cara keduanya bagaimana?" S4 : "Cara keduanya di cari pakai rumus $c^2 \dots a^2 + b^2 \dots$ maka dia termasuk triple pythagoras kak"</p>	<p>Dapat membuktikan dengan menggunakan rumus teorema pythagoras lalu menyusun pembuktian secara deduktif.</p>
	<p>Belum menghubungkan dan membuktikan dengan tepat dan benar teorema pythagoras</p>  <p>Jawaban S10 terhadap Soal Nomor 4</p>	<p>P : "Lalu bagaimana cara kamu membuktikan...?" S10 : "Jadi aku memisalkan si r = 5 dan s = 2 kak lalu dimasukin ke sisinya itu kak kaya di jawaban baru aku gambar segitiga siku-sikunya dengan sisi miring adalah angka dengan jumlah terbesar 29" P : "... apakah bisa pakai angka lain?" S10 : "Bisa aja kak, aku ambil angka kecil"</p>	<p>Belum menguasai materi prasyarat</p>
Rigor (Level 4)	<p>Belum dapat menjawab soal dengan benar dan tepat tetapi sudah dapat menggambarkan secara visual dan menerapkan rumus</p>  <p>Jawaban S4 terhadap Soal Nomor 5</p>	<p>P : "... diketahui dalam soal tersebut?" S4 : "Yang diketahui dalam soal itu panjangnya 100 meter dan lebarnya 70 meter" P : ".....membuktikan jarak dari tiang penyangga ke keempat sudut lapangan adalah sama?" S4 : "Pertama aku gambar dulu ilustrasi lapangannya dan tiangnya ditengah dengan panjang dan lebar dalam soal, lalu dimasukin ke rumus teorema pythagoras didapatkan ke setiap empat sudut 45°" P : "...jarak dari tiang penyangga ke keempat sudut lapangan adalah sama?"</p>	<p>Sudah mampu mengetahui hubungan antar bangun geometri dan melakukan pembuktian dengan berurutan menggunakan teorema pythagoras, namun angka yang dimasukkan salah</p>

Level Berpikir Van Hiele	Jawaban Siswa	Potongan Transkrip Wawancara	Interpretasi
		S4 : <i>"Sama ka"</i>	
	<p>Belum dapat menjawab soal dengan benar dan tepat</p>  <p>Jawaban S10 terhadap Soal Nomor 5</p>	<p>P : <i>"Apa saja yang diketahui dalam soal tersebut?"</i> S10 : <i>"Yang diketahui dalam soal itu panjangnya 100 meter dan lebar nya 70 meter"</i> P : <i>"...bagaimana cara kamu membuktikan jarak dari tiang penyangga ke keempat sudut lapangan adalah sama?"</i> S10 : <i>"Pakai logika kakk"</i> P : <i>"Pakai logikanya bagaimana caranya?"</i> S10 : <i>"...bingung kalo soal cerita kaya gitu gimana nyelesaiinnya"</i></p>	<p>Tidak memahami secara benar bagaimana menyelesaikan soal cerita dan menentukan rumus</p>

Berdasarkan Tabel 2. analisis makna dan tema jawaban siswa terhadap karakteristik jawaban hasil tes kemampuan berpikir geometri yang telah diuraikan berdasarkan karakteristik level tingkatan berpikir geometri Van Hiele. Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai temuan yang telah dilakukan.

Siswa yang telah mencapai tingkatan level berpikir Van Hiele visualisasi (level 0) sebesar 74% dengan siswa sudah mampu memahami geometri berdasarkan karakteristik visual atau tampilannya dengan baik. Siswa sudah mampu mengenali jenis segitiga siku-siku dari 9 gambar yang tersaji. Sejalan dengan Razak, dkk. (2018) bahwa siswa pada tahap visualisasi mampu menggunakan pengetahuannya untuk menggambar bentuk bangun ruang serta mengidentifikasi bagian-bagian gambar bangun berdasarkan bentuk yang dilihatnya secara utuh. Lalu hanya 27% siswa yang tidak dapat melewati tingkatan visualisasi (level 0). Siswa yang tidak dapat melewati tingkatan ini dikarenakan faktor ketidaktelitian sehingga dalam menyelesaikan soal nomor 1 ini tidak dapat membedakan bangun geometri tepatnya jenis segitiga siku-siku berdasarkan karakteristik visualnya. Sejalan dengan Samsudin & Husna (2021) bahwa siswa yang tidak teliti dan siswa yang memiliki daya ingat lemah mengakibatkan siswa belum dapat memahami gambar dengan melihat karakteristik visualnya.

Selanjutnya dari mayoritas siswa sebanyak 55% yang telah mencapai tingkatan analisis (level 1) sudah mampu menganalisis terhadap konsep dan sifat-sifat geometri. Siswa sudah dapat melakukan pengamatan, pengukuran, eksperimen dan juga menggambar dari jenis-jenis segitiga yang dimaksud dalam soal. Hal ini sesuai dengan penelitian Khumayroh, dkk. (2020) bahwa siswa pada berpikir geometri analisis (level 1) mampu mendeskripsikan dan membandingkan bangun geometri berdasarkan sifat-sifat yang diketahuinya. Siswa yang belum dapat melewati tingkatan analisis ini disebabkan oleh siswa yang belum menguasai konsep dan belum dapat menerapkan prinsip-prinsip pada sifat-sifat segitiga sehingga siswa kesulitan untuk menganalisis jenis segitiga pada soal nomor 2.

Kemudian pada tingkatan deduksi informal (level 2), siswa yang sudah mencapai tingkatan ini sudah memahami hubungan sifat-sifat pada suatu bangun geometri dan hubungan-hubungan

sifat-sifat antara beberapa bangun geometri. Hal ini sejalan dengan Nurhakim, Bistari, & Yani (2022) bahwa pada tahap deduksi informal (level 2) siswa sudah mampu memahami hubungan yang terkait antara sifat-sifat geometri. Siswa yang belum dapat melewati tingkatan deduksi ini setelah dikonfirmasi melalui wawancara dengan menghubungkan hasil tes disebabkan oleh siswa yang belum menguasai konsep dan mengidentifikasi objek yang diimajinasikan yaitu diagonal sisi dan diagonal ruang sehingga tidak dapat mengidentifikasi objek dan menyelesaikannya pembuktiannya. Sejalan dengan Widiawati, Hendriani, & Fitriani (2020) bahwa siswa dapat mengidentifikasi objek yang diimajinasikan apabila siswa mampu menyebutkan unsur-unsur yang diketahui pada bangun ruang. Selain itu siswa belum mampu melakukan perhitungan dengan baik terlihat dari siswa yang sulit mengaplikasikan rumus ke dalam masalah yang ada pada soal. Hal ini juga terjadi dalam penelitian Siregar (2019) yang ditemukan bahwa siswa yang salah dalam menyelesaikan perhitungan serta tidak menuliskan rumus, disebabkan oleh kurangnya latihan yang diberikan pada siswa dalam melakukan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, dan perpangkatan.

Selanjutnya pada tingkatan deduksi formal (level 3), siswa yang sudah mampu mencapai tingkatan ini sudah mampu berpikir dengan baik dalam menyusun suatu pembuktian dan membuat kesimpulan secara deduktif yaitu dari hal-hal yang bersifat umum menuju hal-hal yang bersifat khusus. Hal ini sesuai dengan penelitian Razak, dkk. (2018) yaitu bahwa siswa pada tahap deduksi formal dapat menyusun informasi untuk membuktikan secara deduktif. Siswa yang belum dapat melewati tingkatan deduksi formal ini setelah dikonfirmasi melalui wawancara dengan menghubungkan hasil tes disebabkan oleh siswa yang tidak dapat menghubungkan fakta-fakta sehingga tidak dapat membuktikan secara runtut dan sesuai konsep. Hal ini sejalan dengan penelitian Aprilita, Mirza, & Nursangaji (2016) bahwa dalam menyelesaikan soal matematika, siswa mampu membuat generalisasi dengan menghubungkan fakta-fakta atau keterangan yang diketahui menuju ketercapaian suatu kesimpulan atau keputusan.

Kemudian terakhir pada tingkatan rigor (level 4), belum ada siswa yang mampu menyelesaikan soal dengan tepat dan benar. Siswa yang menjawab soal nomor 4 ini sudah memahami penggunaan konsep teorema pythagoras namun salah memaknai angka yang terdapat dalam soal sehingga salah dalam perhitungan. Tak hanya itu siswa lain menjawab hanya menggunakan logika karena belum dapat menafsirkan dengan benar soal cerita pada soal nomor 5. Sejalan dengan Nurmayunita, dkk. (2024) bahwa terdapat beberapa kesulitan-kesulitan yang biasanya dihadapi oleh siswa pada pembelajaran matematika pokok bahasan Geometri yaitu materi tentang teorema Phytagoras adalah siswa tidak memahami secara benar bagaimana menyelesaikan soal cerita dan menentukan rumus yang menekankan konsep dan prinsip dasar dari materi tersebut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Cesaria, dkk. (2021) yang menyatakan bahwa secara keseluruhan, siswa sekolah menengah pertama hanya dapat mencapai visualisasi (level 0) dan analisis (level 1) dalam tingkatan level kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele. Penelitian ini juga mendapatkan bahwa siswa akan melewati tingkatan level berurutan jika siswa tidak dapat melewati tingkatan visualisasi (level 0) maka siswa tidak akan mampu untuk melewati tingkatan level selanjutnya. Hal ini Sejalan dengan Cintang & Nurkhasanah (2017) bahwa siswa akan melewati level-level berpikir Van Hiele secara berurutan, dimana setiap level harus dikuasai dengan baik sebelum melanjutkan ke level berikutnya. Proses ini terdiri dari: visualisasi (level 0), analisis (level 1), deduksi informal (level 2), deduksi formal (level 3), dan *rigor* (level 4).

Selain itu, dalam penelitian ini terlihat bahwa siswa belum bisa menggunakan pengetahuan mereka selama proses pembelajaran. Padahal seharusnya mereka dapat menggunakan penalaran deduktif untuk menyusun bukti dan menyelesaikan masalah matematis Izzah & Azizah (2019). Siswa merasakan bahwa pengetahuan yang mereka peroleh cenderung menjadi hafalan, yang mengakibatkan pembelajaran kurang bermakna (Siska, 2014), sehingga tidak bertahan lama dalam pikiran mereka jika tidak disertai dengan makna yang mendalam (Wulandari, dkk., 2020).

Selanjutnya, terkait dengan jenis soal yang rutin diberikan kepada siswa, beberapa dari mereka menyatakan bahwa soal tes yang diberikan berbeda dengan yang biasa mereka hadapi di sekolah. Soal-soal tes dalam penelitian ini dirancang untuk mendorong siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikir geometri, sedangkan soal-soal yang biasa mereka temui cenderung hanya berkisar pada perhitungan berdasarkan rumus tanpa adanya variasi (Ulpa, dkk., 2021). Hal ini membuat beberapa siswa merasa kesulitan ketika mereka dihadapkan pada soal yang menuntut mereka untuk mengemukakan dan membuktikan kebenaran suatu pernyataan, karena mereka kurang terbiasa dengan format seperti itu. Seharusnya, siswa lebih banyak diberikan soal-soal yang bersifat kontekstual daripada soal-soal rutin.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap tes kemampuan berpikir geometri berdasarkan tingkatan level berpikir geometri teori Van Hiele, penelitian ini memperoleh kesimpulan bahwa mayoritas siswa berada pada tingkatan visualisasi (level 0) yaitu sebanyak 74% dan tingkatan analisis (level 1) sebanyak 55%. Ketidaktelitian dalam memahami soal dan kurangnya pemahaman konsep mendasar yang menyebabkan siswa belum dapat melewati tingkatan ini. Kemudian pada tingkatan deduksi informal (level 2) dan deduksi formal (level 3), hanya 7% siswa yang mampu melewatinya. Kesulitan terjadi dalam mengidentifikasi objek yang diimajinasikan dan mengaplikasikan rumus ke dalam sebuah pembuktian secara formal. Pada tingkat rigor (level 4), tidak ada siswa yang mampu menyelesaikan soal secara benar dan tepat, menunjukkan keterbatasan dalam menafsirkan dan menyelesaikan soal yang membutuhkan generalisasi dan aplikasi teorema. Pembelajaran geometri perlu lebih berfokus pada pengembangan kemampuan siswa dalam berpikir secara mendalam, terutama pada tingkat deduksi formal dan rigor. Penelitian ini juga memperlihatkan perlunya variasi dalam jenis soal yang diberikan kepada siswa, dari yang bersifat rutin hingga kontekstual, untuk memastikan bahwa siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan matematis mereka dengan baik dalam berbagai konteks guna meningkatkan kemampuan berpikir geometri siswa pada tingkatan deduksi formal (level 3) dan rigor (level 4), sehingga mereka dapat mencapai kemampuan berpikir geometri yang lebih tinggi dalam mata pelajaran matematika terutama pada materi teorema pythagoras.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilita, P., Mirza, A., & Nursangaji, A. (2016). Analisis Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 5(10).
- Amaliyah, A., Uyun, N., Fitri, R. D., & Rahmawati, S. (2022). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi geometri. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(7), 659-654.

- Baeti, N., & Murtalib, M. (2018). Analisis keterampilan geometri siswa dalam memecahkan masalah geometri berdasarkan tingkat berpikir van hiele di MTs Muhammadiyah 1 Malang. *SUPERMAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 39-50.
- Cesaria, A., Herman, T., & Dahlan, J. A. (2021). Level Berpikir Geometri Peserta Didik Berdasarkan Teori Van Hiele pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Elemen*, 7(2), 267–279. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i2.2898>
- Cintang, N., & Nurkhasanah, A. M. (2017). Peningkatan Pemahaman Konsep Bangun Datar Melalui Pendekatan Konstruktivisme Berbasis Teori Van Hiele. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 7(01), 1. <https://doi.org/10.25273/pe.v7i01.1144>
- Izzah, K. H., & Azizah, M. (2019). Analisis kemampuan penalaran siswa dalam pemecahan masalah matematika siswa kelas IV. *Indonesian journal of educational research and review*, 2(2), 210-218.
- Khumayroh, A. A., Yudianto, E., Susanto, S., & Pambudi, D. S. (2020). Karakteristik berpikir geometri siswa pada tingkat visulisasi, analisis, dan deduksi informal berdasarkan teori van hiele. *KadikmA*, 10(3), 15-27.
- Kurniawati, M., Junaedi, I., & Mariani, S. (2015). Analisis karakteristik berpikir geometri dan kemandirian belajar dalam pembelajaran fase van Hiele berbantuan geometers sketchpad. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 4(2).
- Lestari, A. O., Susanti, E., & Hartono, Y. (2022). Pengembangan Digital Worksheet Pada Materi Transformasi Geometri Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Matematis. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 2915-2928.
- Nurhakim, L., Bistari, B., & Yani, A. (2022). Pemahaman Konsep Geometri Garis Lurus Pada Mahasiswa Baru Penerima Beasiswa Kip Kuliah. *Jurnal Alwatzikhoebillah: Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 8(2), 193-203.
- Nurmanisah, N., Rahmatina, D., & Siregar, N. A. R. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Geometri Berdasarkan Tingkat Berpikir Van Hiele Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Siswa Mts Negeri Tanjungpinang (Doctoral dissertation, Universitas Maritim Raja Ali Haji).
- Nurmayunita, N., Soeprianto, H., Junaidi, J., & Patmi, S. (2024). Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Teorema Pythagoras. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 4(1), 75-81.
- Nurhidayah, V. . (2017). Perkembangan Kemampuan Berpikir Geometri Peserta Didik Berdasarkan Teori Van Hiele Pada Materi Segiempat Melalui Model Pembelajaran Discovery Learning. *Perkembangan Kemampuan Berpikir Geometri Peserta Didik Berdasarkan Teori Van Hiele Pada Materi Segiempat Melalui Model Pembelajaran Discovery Learning*, 39–42.
- Petrus, Z., Karmila., & Riady, A. (2017). Deskripsi kemampuan geometri siswa SMP berdasarkan teori van hiele. *Journal of Mathematics Education*, 2(1), 145–160. <https://journal.uncp.ac.id/index.php/Pedagogy/article/view/668/575%0A%0A>
- Rahayu, F. D., Mawarsari, V. D., & Suprpto, R. (2023). Karakteristik Kemampuan Berpikir Geometri Siswa Berdasarkan Level Berpikir Van Hiele Pasca Covid-19. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(2), 400-413. (Doctoral dissertation, Universitas Maritim Raja Ali Haji).
- Razak, F., Sutrisno, A. B., Immawan, Z., & Muchsin, S. B. (2018). Analysis Students' Thinking Level with Cognitive Style "field Independent" Based on Van Hiele Theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012161>

- Samsudin, S., Husna, N., & Buyung, B. (2021). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Ditinjau dari Gaya Belajar pada Materi Teorema Phytagoras. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma (JPMS)*, 7(2).
- Shiddiq, N. F., & Herman, T. (2023). Concept Image Siswa Kelas VII SMP pada Materi Bentuk Aljabar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1404–1415. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2238>
- Siregar, N. F. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika. *Journal of Math Tadris*, 3(2), 15–31. <https://doi.org/10.55099/jmt.v3i2.89>
- Smith, J. A., Flowers, P., & Larkin, M. (2009). *Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method, and Research*. SAGE.
- Susanto, S., & Mahmudi, A. (2021). Tahap berpikir geometri siswa SMP berdasarkan teori Van Hiele ditinjau dari keterampilan geometri. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(1), 106–116. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v8i1.17044>
- Ulpa, F., Marifah, S., Maharani, S. A., & Ratnaningsih, N. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Kontekstual pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Ditinjau dari Teori Nolting. *Square : Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 3(2), 67–80.
- Vawanda, E. J., & Zainil, M. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika berbasis QR Code untuk Kemampuan Berpikir Geometris Siswa Kelas IV SD. *E-Jurnal Inovasi Pembelajaran Sekolah Dasar*, 10(1), 124-130.
- Widiawati, W., Hendriani, A., & Fitriani, A. D. (2020). Desain Didaktis Konsep Volume Balok dan Kubus untuk Mengembangkan Kemampuan Abstraksi Matematis Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(3), 1-13.
- Zainal, Z. (2018). Meningkatkan Peringkat Berfikir Geometri Siswa SMP di Parepare Berdasarkan Teori Van Hiele. *Saintifik*, 4(1), 54-62.