

Analisis Karakteristik Tingkat Berpikir Geometri Siswa SMP Berdasarkan Teori Van Hiele

Dwi Laila Sulistiowati¹

¹Prodi Tadris Matematika, FTIK, Institut Agama Islam Negeri Metro, Lampung-Indonesia
Email: ¹dwilailasulistiowati@metrouniv.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis karakteristik tingkat berpikir geometri siswa berdasarkan Teori Van Hiele. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Sebanyak 38 siswa SMP menjadi subjek dalam penelitian ini. Untuk memperoleh data dalam penelitian, peneliti menggunakan instrumen penelitian berupa soal tes berpikir geometri Van Hiele dan pedoman wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap siswa yang dapat digolongkan ke dalam tingkat berpikir geometri tertentu yaitu 21 siswa berada pada tingkat 1 (visualisasi), 13 siswa berada pada tingkat 2 (analisis), 4 siswa berada pada tingkat 3 (deduksi informal), dan tidak ada siswa yang berada pada tingkat 4 (deduksi) dan tingkat 5 (rigor). Karakteristik terkait keterampilan geometri yang dimiliki oleh setiap tingkat berbeda-beda. Tingkat-tingkat berpikir geometri tersebut menggambarkan proses pemikiran seseorang dalam konteks geometri. Pada penelitian ini ditemukan bahwa pada tingkat visualisasi, siswa dapat mengidentifikasi suatu bangun datar berdasarkan bentuk fisiknya saja. Pada tingkat analisis, siswa dapat mengidentifikasi suatu bangun datar berdasarkan sifat-sifatnya. Sedangkan pada tingkat deduksi informal, siswa mampu menghubungkan antara sifat-sifat suatu bangun datar dengan sifat-sifat bangun datar lainnya.

Kata kunci: berpikir geometri, teori van hiele

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of analyzing the characteristics of students' geometric thinking levels based on Van Hiele's Theory. The method used in this research is a qualitative method with a descriptive research type. A total of 38 junior high school students became subjects in this study. To obtain data in the study, the researcher used research instruments in the form of a Van Hiele geometric thinking test and an interview guide. The results showed that each student could be classified into a certain level of geometric thinking, namely 21 students were at level 1 (visualization), 13 students were at level 2 (analysis), 4 students were at level 3 (informal deduction), and none students who are at level 4 (deduction) and level 5 (rigor). The characteristics related to the geometry skills possessed by each level are different. These levels of geometric thinking describe a person's thought process in a geometric context. In this study it was found that at the visualization level, students could identify a flat shape based on its physical form alone. At the analysis level, students can identify a flat shape based on its properties. Meanwhile, at the level of informal deduction, students are able to make connections between the properties of a plane shape and the properties of other plane shapes.

Keywords: geometry thinking, van hiele's theory

A. Pendahuluan

Geometri adalah salah satu konsep yang penting dalam matematika. Menurut NCTM (2000), geometri menyediakan konteks yang kaya untuk mengembangkan penalaran matematika, membuat dan memvalidasi dugaan,

serta mengklasifikasikan dan mendefinisikan objek geometris. Dengan kata lain, siswa diberikan kesempatan untuk mengembangkan proses berpikirnya melalui pembelajaran geometri.

Siswa sudah mengenal ide-ide geometri sebelum memasuki jenjang sekolah, yaitu melalui benda-benda nyata yang ada di sekitar siswa. Hal ini menyebabkan geometri berpeluang lebih mudah dipahami siswa dibandingkan dengan konsep matematika lainnya. Meskipun demikian, faktanya geometri menjadi salah satu materi yang sulit bagi siswa. Sebagaimana yang diutarakan oleh Fitriani et al (2018), materi geometri ditakuti dan dianggap sulit oleh siswa. Kesulitan-kesulitan siswa dalam mempelajari geometri ditunjukkan dengan hasil penelitian terkait rendahnya hasil belajar siswa pada materi geometri.

Ural (2016) melakukan penelitian pada siswa SMP dan menemukan bahwa siswa SMP hanya dapat mengklasifikasikan suatu bangun geometri berdasarkan bentuk fisiknya. Mereka belum dapat mengklasifikasikan bangun geometri berdasarkan sifat-sifatnya. Sejalan dengan Ural, Sunardi (Nopriana, 2017) juga menemukan bahwa sebagian besar siswa menganggap persegi bukan merupakan persegi panjang, belah ketupat bukan merupakan jajargenjang dan dua sisi yang berhadapan pada persegi saling tegak lurus. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, terlihat bahwa siswa belum pemahaman siswa terkait geometri masih rendah sehingga mereka tidak dapat mengelompokkan bangun datar berdasarkan sifat-sifatnya. Dengan kata lain, siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari geometri. Kesulitan tersebut dapat dipengaruhi oleh tingkat berpikir geometri siswa. Salah satu teori yang mengkaji tentang tingkat berpikir geometri adalah teori Van Hiele.

Menurut Erdogan (2020), teori Van Hiele membagi tingkat berpikir geometri seseorang ke dalam 5 tingkat, yaitu tingkat 1 (visualisasi), tingkat 2 (analisis), tingkat 3 (deduksi informal), tingkat 4 (deduksi), dan tingkat 5 (rigor). Kelima tingkat tersebut ditandai dengan karakteristik tertentu dari proses berpikir geometri. Yanuarto (2018) mengungkapkan bahwa tingkat-tingkat berpikir geometri tersebut bukan menunjukkan seberapa banyak pengetahuan seseorang terkait geometri, melainkan menunjukkan proses pemikiran seseorang terkait geometri.

Setiap tingkat berpikir geometri Van Hiele memiliki keterampilan geometri yang berbeda-beda. Ditinjau dari keterampilan verbal, pada tingkat 1 (visualisasi) siswa hanya mampu mengelompokkan segiempat

berdasarkan gambar yang disajikan. Sedangkan pada tingkat 2 (analisis), siswa sudah mampu menjelaskan sifat-sifat dari berbagai jenis segiempat. Sedangkan ditinjau dari keterampilan terapan, siswa pada tingkat visualisasi dapat menghubungkan informasi yang disajikan dan mengubah informasi tersebut menjadi model geometri. Siswa pada tingkat analisis dapat menggunakan model geometri dalam memecahkan suatu masalah. Sedangkan siswa pada tingkat deduksi informal, dapat menggunakan konsep model matematika yang menggambarkan hubungan antar objek (Muhassanah, et al, 2014).

Tingkat berpikir geometri siswa perlu diperhatikan dalam pembelajaran geometri. Menurut Sudihartinih dan Wahyudin (2019), pembelajaran geometri yang baik harus sesuai dengan tingkat berpikir geometri siswa. Jika pembelajaran geometri yang dilaksanakan sesuai dengan tingkat berpikir geometri siswa, keterlibatan intelektual siswa dalam mempelajarinya akan meningkat. Hal ini berdampak pada peningkatan pemahaman mereka terhadap geometri. Sejalan dengan Santia, Mulyadi dan Muhtadi (2019) menemukan bahwa tingkat berpikir geometri siswa rendah karena pembelajaran yang dilaksanakan tidak sesuai dengan tingkat berpikir geometri siswa. Pembelajaran geometri yang sesuai dengan tingkat berpikir setiap siswa, membuat siswa lebih siap dalam mengikuti pembelajaran. Muhassanah dan Mulyatna (2020) menambahkan bahwa dengan mengetahui tingkat berpikir geometri siswa, dapat membantu guru untuk memilih cara mengajar geometri yang efektif. Dengan demikian, agar pembelajaran geometri dapat dilaksanakan secara tepat maka harus guru harus memperhatikan tingkat berpikir geometri siswa.

Menurut Alex dan Mammen (2016), tingkat berpikir geometri siswa mempengaruhi pemahaman matematisnya secara umum dan kemampuan berpikir geometri secara khusus. Setiap tingkat berpikir Van Hiele ditandai dengan keterampilan dan kemampuan geometri tertentu. Dengan demikian, penting untuk menyelidiki karakteristik siswa pada setiap tingkat berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Adapun subjek pada penelitian ini adalah 38 siswa kelas VIII SMP. Dalam menentukan subjek penelitian, peneliti menggunakan teknik *purposive sampling*, di mana siswa yang menjadi subjek penelitian telah mempelajari materi geometri dengan pokok bahasan bangun datar. Untuk memperoleh data penelitian, peneliti menggunakan instrumen tes dan pedoman wawancara. Instrumen tes yang digunakan adalah instrumen tes berpikir geometri Van Hiele. Instrumen ini diberikan kepada 38 subjek penelitian untuk mengukur tingkat berpikir geometri yang dicapai oleh setiap siswa.

Tes Berpikir Geometri Van Hiele yang digunakan terdiri dari 25 butir soal dengan bentuk pilihan ganda, dengan 5 soal untuk mengukur setiap tingkat berpikir geometri. Kriteria penilaian yang digunakan adalah kriteria penilaian Usiskin (1982). Siswa dikatakan berada pada tingkat tertentu jika mereka dapat mengerjakan dengan benar paling sedikit 3 soal dari 5 soal yang diberikan pada setiap sub tesnya dan siswa berada pada tingkat $n+1$ jika siswa sudah lulus pada tingkat n .

Setelah diperoleh hasil mengenai tingkat berpikir geometri siswa, kemudian dilakukan wawancara kepada 12 siswa untuk memperkuat analisis terkait karakteristik setiap tingkat berpikir geometri yang dicapai oleh siswa.

C. Hasil dan Pembahasan

Soal tes geometri Van Hiele diberikan kepada 38 siswa SMP Kelas VII. Setelah diberikan tes, diperoleh hasil pencapaian tingkat berpikir geometri setiap siswa seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Pencapaian Tingkat Berpikir Geometri Siswa

Tingkat Berpikir Geometri	Jumlah Siswa
Tingkat 1 (Visualisasi)	21
Tingkat 2 (Analisis)	13
Tingkat 3 (Deduksi informal)	4
Tingkat 4 (Deduksi)	0
Tingkat 5 (Rigor)	0

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa sebagian besar siswa SMP berada pada tingkat 1 (visualisasi). Adapun tingkat tertinggi yang

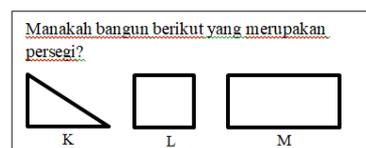
dapat dicapai oleh siswa adalah tingkat 3 (deduksi informal). Hal ini sejalan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya, seperti penelitian Amidu dan Nyarko (2019) yang mengemukakan bahwa tingkat berpikir geometri tertinggi yang dicapai siswa SMP adalah pada tingkat deduksi informal dan tingkat yang paling banyak dicapai siswa SMP adalah tingkat visualisasi. Pernyataan ini juga didukung oleh penelitian Naufal et al (2020), Andini et al (2018), dan Pakaya et al (2018) yang menemukan bahwa tingkat berpikir geometri siswa SMP berada di antara tingkat 1 (visualisasi) dan tingkat 3 (deduksi informal).

Siswa SMP hanya mampu mencapai tingkat deduksi informal karena mereka belum memiliki pengalaman belajar yang memadai sehingga pengetahuan yang mereka miliki belum cukup untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tingkat deduksi dan rigor. Sebagaimana karakteristik tingkat berpikir Van Hiele yang dipengaruhi oleh pengalaman siswa dalam pembelajaran geometri, bukan dipengaruhi oleh usia siswa. Walaupun demikian, untuk siswa SMP dimaklumi jika mereka tidak sampai tingkat deduksi dan rigor. Hal ini sesuai dengan pendapat Wijaya et al (2019) bahwa tingkat deduksi dan rigor biasanya dimiliki oleh seseorang yang kuliah di bidang geometri atau mempelajari geometri secara mendalam.

Keterampilan geometri yang dimiliki siswa pada setiap tingkat berpikir Van Hiele memiliki karakteristik tertentu. Kelima tingkat berpikir geometri tersebut menggambarkan bagaimana siswa berpikir terkait konteks geometri. Semakin tinggi tingkat berpikir geometri yang mampu dicapai siswa, semakin tinggi pula keterampilan geometri siswa.

1. Tingkat Visualisasi

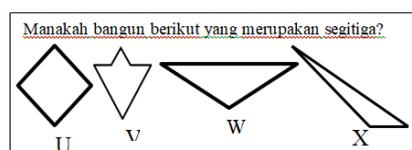
Soal nomor 1-5 pada tes geometri Van Hiele berupa soal-soal yang meminta siswa untuk mengidentifikasi bangun berdasarkan tampilannya. Berikut disajikan soal nomor 1 untuk mengukur ketercapaian tingkat 1.



Gambar 1. Soal Nomor 1 Tes Van Hiele

Pada soal tes geometri Van Hiele nomor 1, siswa harus mengidentifikasi bangun datar yang termasuk persegi. Dari 38 siswa terdapat 36 siswa yang memberikan jawaban benar. Dua orang siswa dengan jawaban salah adalah siswa yang berada pada tingkat visualisasi. Dua siswa tersebut memberikan jawaban bahwa bangun L dan M merupakan persegi. Nampaknya keduanya masih sulit membedakan antara bangun persegi dan persegi panjang.

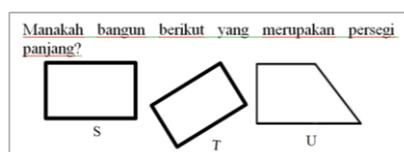
Selanjutnya, disajikan soal nomor 2 pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Soal Nomor 2 Tes Van Hiele

Dapat dilihat pada gambar di atas, soal nomor 2 meminta siswa untuk mengidentifikasi gambar yang merupakan segitiga. Terdapat 34 siswa yang memberikan jawaban benar. Siswa-siswa yang memberikan jawaban salah sebanyak 4 orang merupakan siswa yang berada pada tingkat visualisasi. Dari 4 siswa yang menjawab salah, 3 orang siswa menjawab bahwa hanya bangun W yang merupakan segitiga sedangkan 1 siswa lainnya menjawab bahwa yang merupakan segitiga adalah bangun V. Keempat siswa ini belum dapat mengidentifikasi segitiga berdasarkan gambar yang diberikan. Sebagaimana hasil wawancara, segitiga yang mereka ketahui adalah segitiga yang biasa mereka lihat di buku-buku paket.

Pada soal selanjutnya, siswa diminta untuk mengidentifikasi gambar yang termasuk ke dalam persegi panjang. Untuk lebih jelasnya, berikut disajikan soal nomor 3 pada Gambar 3.

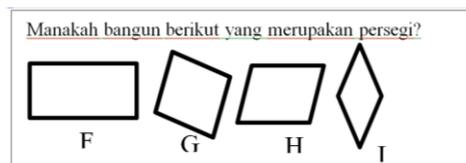


Gambar 3. Soal Nomor 3 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal nomor 3, terdapat 36 siswa dengan jawaban benar dan 2 siswa dengan jawaban salah. Kedua siswa yang memberikan jawaban salah menjawab bahwa yang merupakan persegi panjang adalah gambar S. Berdasarkan wawancara, kedua siswa tersebut merasa kesulitan untuk dapat mengidentifikasi gambar suatu bangun yang

diputar, yang tidak disajikan seperti gambar persegi panjang pada umumnya. Karena siswa terbiasa melihat gambar persegi panjang seperti gambar S, maka yang dipahami siswa tersebut adalah persegi panjang yang biasa mereka temui.

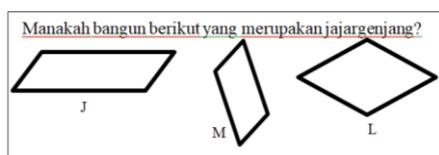
Soal nomor 4 meminta siswa untuk mengidentifikasi gambar yang merupakan bangun persegi dari 4 gambar segiempat. Berikut disajikan soal nomor 4 pada Gambar 4.



Gambar 4. Soal Nomor 4 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal di atas, 34 siswa yang memberikan jawaban benar dan 4 siswa yang memberikan jawaban salah. Siswa-siswa dengan jawaban salah merupakan siswa yang hanya mampu mencapai tingkat visualisasi. Dari keempat siswa yang menjawab salah, 2 diantaranya menyatakan bahwa yang merupakan persegi adalah F dan G, sedangkan 2 orang siswa lainnya menyatakan bahwa yang merupakan persegi adalah G dan I. Siswa yang memilih jawaban C yaitu yang menjawab bahwa yang merupakan persegi adalah F dan G, memiliki masalah yang sama seperti siswa yang salah dalam menjawab soal sebelumnya. Berdasarkan wawancara, siswa-siswa tersebut belum mampu membedakan antara persegi panjang dan persegi sehingga mereka mengira bahwa gambar F yang merupakan persegi panjang termasuk ke dalam persegi. Sedangkan dua siswa lainnya yang menjawab bahwa yang merupakan persegi adalah bangun G dan I, masih sulit membedakan antara persegi dengan belah ketupat. Mereka mengira bangun I yang merupakan belah ketupat termasuk persegi, padahal jika mereka memahami sifat-sifat persegi seperti keempat sudutnya sama besar yaitu 90^0 , maka mereka akan mengatakan bahwa gambar I bukan merupakan persegi.

Pada soal selanjutnya, siswa diberikan 3 buah gambar jajargenjang dengan berbagai posisi dan ukuran. Kemudian, siswa diminta untuk mengidentifikasi gambar yang merupakan jajargenjang. Soal ini diberikan untuk mengetahui apakah siswa dapat mengidentifikasi bangun jajargenjang bukan hanya pada posisi yang biasa mereka lihat. Berikut disajikan soal nomor 5 pada Gambar 5.



Gambar 5. Soal Nomor 5 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini, hanya 6 siswa yang menjawab benar dengan memberikan jawaban E. Sedangkan 32 siswa lainnya menjawab salah, 30 siswa menjawab C (J dan M yang merupakan jajargenjang) sedangkan 2 siswa lainnya menjawab A (Hanya J yang merupakan jajargenjang). Siswa-siswa yang menjawab benar dapat mengidentifikasi bangun jajar genjang walaupun gambar yang disajikan diputar. Sedangkan siswa-siswa yang menjawab salah belum dapat mengidentifikasi bangun jajar genjang yang diputar atau dalam posisi yang berbeda dari biasanya. Siswa yang memberikan jawaban bahwa yang merupakan jajargenjang hanya J dan M, belum memahami bahwa bangun L yang merupakan belah ketupat termasuk ke dalam persegi panjang. Sedangkan 2 siswa yang menjawab bahwa hanya J yang merupakan jajargenjang, belum dapat mengidentifikasi bangun jajargenjang bila disajikan dalam posisi yang berbeda dari biasanya.

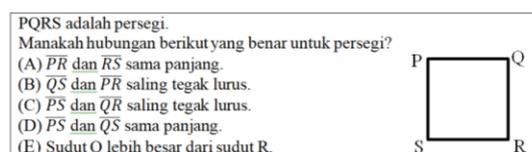
Walaupun beberapa siswa tidak dapat menjawab semua soal pada sub tes 1 dengan benar, namun mereka tetap dikatakan mencapai tingkat visualisasi karena telah menjawab 3 soal sub tes 1 dengan benar. Siswa yang mampu mencapai tingkat visualisasi, dapat mengidentifikasi bangun-bangun yang disajikan berdasarkan tampilannya saja. Namun, siswa belum tentu dapat mengidentifikasi komponen-komponen atau karakteristik yang terdapat dalam bangun tersebut. Sebagaimana karakteristik siswa tingkat visualisasi yaitu siswa belajar mengenali suatu bentuk geometri secara visual yaitu melalui penampilan fisiknya secara utuh, namun siswa belum mampu mengidentifikasi secara eksplisit sifat-sifat bentuk geometri tersebut (Crowley, 1987).

Berdasarkan wawancara, siswa tingkat visualisasi berasumsi bahwa geometri sulit untuk dipelajari karena berhubungan dengan sketsa suatu bangun. Hal ini menyebabkan ketika akan belajar dan menyelesaikan soal-soal geometri, pikiran siswa telah dipenuhi oleh asumsi bahwa geometri sulit. Asumsi-asumsi yang demikian membuat siswa merasa takut

untuk belajar geometri. Akhirnya, ketakutan tersebut berpengaruh terhadap pemahaman siswa pada geometri. Pemahaman siswa yang rendah dalam geometri, terutama pemahaman terkait bagian dan komponen bangun datar menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi sifat-sifat dari bangun datar tersebut. Hal ini menjadi salah satu faktor sebagian besar siswa hanya mampu mencapai tingkat visualisasi.

2. Tingkat Analisis

Pertanyaan nomor 6-10 pada soal tes Van Hiele berupa pertanyaan-pertanyaan untuk mengetahui apakah siswa dapat mengidentifikasi suatu bangun berdasarkan sifat-sifatnya. Berikut pertanyaan nomor 6 disajikan pada Gambar 6.

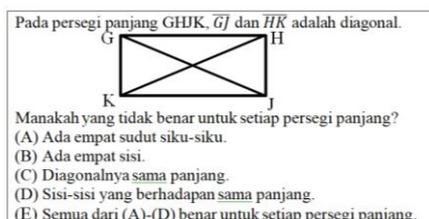


Gambar 6. Soal Nomor 6 Tes Van Hiele

Soal nomor 6 di atas meminta siswa untuk mengidentifikasi sifat-sifat suatu persegi. Dalam mengerjakan soal ini, hanya 15 siswa yang memberikan jawaban yang benar. Mereka menjawab bahwa \overline{QS} dan \overline{PR} saling tegak lurus. Siswa-siswa yang menjawab benar tersebut dapat mengidentifikasi sifat-sifat suatu persegi. Dalam mengerjakan soal ini, jawaban siswa yang salah bervariasi, terdapat Jawaban A dipilih oleh 2 siswa, Jawaban D dipilih oleh 2 siswa, Jawaban E dipilih oleh 1 siswa, dan Jawaban C dipilih oleh paling banyak siswa, yaitu sebanyak 18 siswa. Berdasarkan wawancara, siswa-siswa yang memberikan jawaban salah belum dapat memahami sifat-sifat suatu bangun persegi, seperti persegi memiliki empat sudut yang sama besar yaitu 90° , persegi memiliki empat sisi yang sama panjang, dan setiap pasang sisi yang berhadapan pada persegi sejajar. Mereka tahu bahwa bangun yang disajikan dinamakan persegi, tetapi mengalami kesulitan untuk mengidentifikasi sifat-sifatnya. Selain itu, siswa juga belum memahami definisi dari dua garis yang saling tegak lurus, sehingga kebanyakan siswa menjawab bahwa \overline{PS} dan \overline{QR} saling tegak lurus.

Pada soal selanjutnya, siswa diberikan gambar sebuah persegi panjang yang dilengkapi

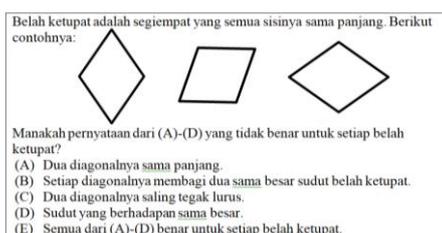
dengan 2 garis diagonal. Kemudian siswa diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifat dari persegi panjang berdasarkan pilihan-pilihan yang diberikan. Sifat-sifat tersebut terkait dengan banyak sudut, besar sudut, banyak sisi, panjang sisi, Panjang diagonalnya dan hubungan antar sisinya. Berikut disajikan soal nomor 7 pada Gambar 7.



Gambar 7. Soal Nomor 7 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal nomor 7, banyak siswa memberikan jawaban yang benar, yaitu sebanyak 25 siswa. Siswa-siswa lainnya memberikan jawaban yang bervariasi, 2 siswa memilih pilihan jawaban A, 3 siswa memilih pilihan jawaban B, 2 memilih pilihan jawaban C, dan 6 siswa memilih pilihan jawaban D. Berdasarkan wawancara, siswa salah dalam menjawab soal karena masih belum dapat mengidentifikasi sifat-sifat persegi panjang. Mereka hanya mengetahui bentuk persegi panjang berdasarkan visualnya saja.

Pada soal selanjutnya, siswa diberikan gambar belah ketupat dengan berbagai posisi kemudian siswa diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifat yang dimiliki belah ketupat. Berikut disajikan soal nomor 8 pada Gambar 8.

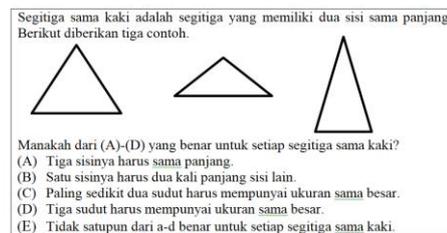


Gambar 8. Soal Nomor 8 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini, terdapat 23 siswa dengan jawaban yang benar dan sisanya memberikan jawaban yang salah. Siswa-siswa dengan jawaban salah memberikan jawaban yang bervariasi, 3 siswa mengatakan bahwa pilihan (B) bukan sifat belah ketupat, 1 siswa mengatakan bahwa pilihan (C) bukan sifat belah ketupat, 4 siswa mengatakan bahwa pilihan (D) bukan sifat belah ketupat, dan 7 siswa mengatakan pilihan (A)-(D) merupakan sifat belah ketupat. Siswa-siswa yang menjawab salah belum mampu memahami

sifat-sifat yang dimiliki belah ketupat. Berdasarkan wawancara, mereka mengetahui belah ketupat dari benda yang biasa mereka temukan dalam kehidupan nyata, yaitu ketupat.

Soal selanjutnya pada sub tes 2 meminta siswa untuk mengidentifikasi sifat-sifat yang dimiliki segitiga sama kaki. Berikut disajikan soal nomor 9 pada Gambar 9.

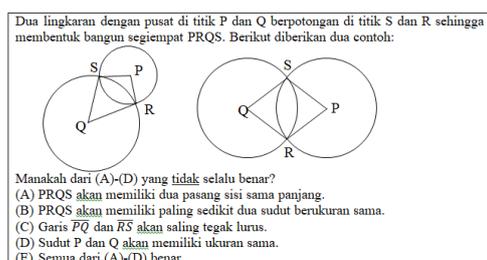


Gambar 9. Soal Nomor 9 Tes Van Hiele

Pada soal nomor 9, siswa diberikan 3 buah gambar segitiga sama kaki dengan berbagai ukuran. Kemudian, siswa diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifatnya. Dalam menjawab soal ini, terdapat 19 siswa yang memberikan jawaban benar, hanya setengah dari keseluruhan siswa yang mengikuti tes geometri Van Hiele. Siswa-siswa lainnya memberikan jawaban bervariasi mulai dari (A), (B), (D), dan (E). Satu siswa menjawab bahwa tiga sisi segitiga sama kaki harus sama panjang. Padahal pada bagian kalimat pertama soal sudah dijelaskan definisi dari segitiga sama kaki yaitu segitiga dengan dua sisi yang sama panjang. Selain itu, pada contoh yang disajikan juga sudah jelas bahwa terdapat segitiga sama kaki yang hanya memiliki dua sisi yang sama panjang. Lima siswa lainnya menjawab bahwa satu sisi dari segitiga sama kaki harus dua kali panjang sisi lain, padahal hal itu tidak berlaku untuk segitiga sama kaki. Lima siswa selanjutnya menjawab bahwa tiga sudut segitiga sama kaki harus memiliki ukuran yang sama besar, padahal berdasarkan pengertian yang disajikan pada soal dan gambar yang disajikan, sudah jelas bahwa cukup dua sudut dari segitiga sama kaki saja yang sama besar. Delapan siswa lainnya memilih jawaban (E), artinya mereka menjawab bahwa dari pilihan (A)-(D), tidak ada satupun yang merupakan sifat segitiga sama kaki. Berdasarkan wawancara, mereka yang memilih jawaban ini terlalu terfokus dengan sisi dari segitiga sama kaki, mereka kurang memperhatikan bagaimana sudut-sudutnya jika dua sisi dari segitiga sama kaki memiliki ukuran yang sama. Dengan kata lain, siswa-siswa tersebut belum memahami sifat-sifat dari

segitiga sama kaki. Mereka juga tidak dapat memahami definisi segitiga sama kaki yang disajikan pada soal serta tidak dapat menyimpulkan sifat-sifat segitiga sama kaki berdasarkan ketiga contoh yang disajikan.

Soal nomor 10 atau soal terakhir untuk sub tes 2 sedikit berbeda dari 4 soal sebelumnya. Berikut disajikan soal nomor 10 pada Gambar 10.



Gambar 10. Soal Nomor 10 Tes Van Hiele

Pada soal nomor 10, siswa diberikan dua lingkaran yang berpotongan dan bangun segiempat yang terbentuk dari titik-titik pusat lingkaran serta titik potong kedua lingkaran. Kemudian siswa diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifat segiempat yang terbentuk. Dalam menjawab soal ini, dari 38 siswa, hanya 17 siswa yang mampu menjawab dengan benar yaitu memilih jawaban (D). Siswa-siswa tersebut menjawab bahwa tidak benar bahwa sudut P dan sudut Q pada gambar memiliki besar yang sama. Jika dicermati, bangun segiempat yang terbentuk adalah layang-layang. Jika siswa memahami sifat-sifat dari sebuah layang-layang dan siswa mengamati gambar yang disajikan dengan lebih cermat, maka siswa akan menjawab pada pilihan (D). Namun, karena banyak siswa yang belum memahami sifat layang-layang, maka sebanyak 21 siswa memberikan jawaban yang salah. Dari 21 siswa yang menjawab salah, 11 siswa memilih pilihan jawaban (A), 4 siswa memilih pilihan jawaban (B), 4 siswa memilih pilihan jawaban (C), dan 2 siswa memilih pilihan jawaban (E).

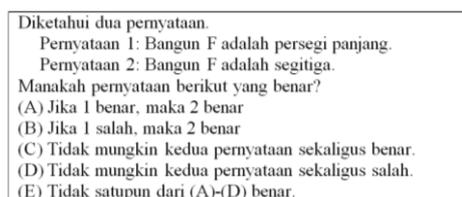
Pertanyaan-pertanyaan pada sub tes 2 yang telah disajikan di atas memiliki bentuk yang serupa. Siswa diberikan gambar suatu bangun datar, kemudian siswa diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifat dari bangun datar tersebut. Siswa yang berada di tingkat analisis, sudah dapat dikatakan mampu mengidentifikasi sifat-sifat atau karakteristik dari suatu bangun datar. Sebagaimana karakteristik siswa tingkat 2 (analisis) yaitu sudah mampu mengenal dan memahami karakteristik yang dimiliki suatu

bangun geometri yang dilihatnya (Crowley, 1987). Berdasarkan tes yang dilakukan, hanya 17 siswa yang mampu memberikan jawaban benar minimal 3 buah soal dari sub tes 2. Dari 17 siswa tersebut, 13 siswa hanya mampu mencapai tingkat 2 (analisis) dan 4 siswa lainnya mampu mencapai tingkat yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil pencapaian tingkat berpikir geometri siswa, jika siswa berada pada tingkat berpikir geometri analisis, mereka tidak hanya menguasai keterampilan pada tingkat analisis, tetapi mampu menguasai keterampilan geometri pada tingkat di bawahnya yaitu visualisasi. Namun, mereka tidak mampu menguasai keterampilan geometri pada tingkat yang lebih tinggi dari tingkat analisis. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Astuti et al (2018) dimana siswa yang berada pada tingkat berpikir geometri analisis (tingkat 2) mampu menguasai kemampuan geometri pada tingkat visualisasi (tingkat 1), tetapi tidak mampu menguasai kemampuan geometri pada tingkat di atasnya.

3. Tingkat Deduksi Informal

Pertanyaan-pertanyaan nomor 11-15 disajikan untuk mengukur tingkat deduksi informal siswa. Pertanyaan-pertanyaan tersebut mencakup hubungan antara bangun geometri yang satu dengan bangun geometri lainnya berdasarkan sifat-sifatnya serta persamaan dan perbedaan sifat-sifat antar bangun geometri. Berikut pertanyaan nomor 11 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Soal Nomor 11 Tes Van Hiele

Pada soal nomor 11, siswa diminta untuk mengidentifikasi hubungan antara bangun segitiga dan persegi panjang. Berdasarkan jawaban siswa terhadap soal ini, hanya 13 siswa yang memberikan jawaban benar, yaitu memilih pilihan jawaban (C). Mereka menjawab bahwa tidak mungkin kedua pernyataan tersebut sekaligus benar. Artinya jika suatu bangun merupakan persegi panjang maka bangun tersebut tidak mungkin merupakan segitiga. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah memahami perbedaan antara

bangun persegi panjang dan segitiga, dimana persegi panjang memiliki 4 sisi sedangkan segitiga hanya memiliki 3 sisi. Siswa-siswa lainnya memberikan jawaban bervariasi. Tujuh siswa memilih pilihan jawaban (A), yaitu jika bangun F merupakan persegi panjang, maka bangun tersebut merupakan segitiga. Hal ini menunjukkan bahwa mereka belum mampu menarik kesimpulan dengan tepat. Selain itu, mereka belum memahami perbedaan kedua bangun tersebut.

Dalam menjawab pertanyaan ini, sebagian besar siswa yaitu sebanyak 14 orang memilih pilihan jawaban (B). Terlihat bahwa mereka belum mampu mengambil kesimpulan antara 2 pertanyaan yang disajikan dengan tepat. Mereka menganggap bahwa jika bangun F bukan persegi panjang, maka bangun tersebut merupakan segitiga. Padahal, masih banyak terdapat jenis bangun datar lainnya, seperti persegi, belah ketupat, jajar genjang, layang-layang, dan trapesium. Jadi, bangun F belum tentu berbentuk segitiga. Satu siswa lainnya memilih pilihan jawaban (D), yaitu tidak mungkin kedua pernyataan sekaligus salah. Hal ini menunjukkan bahwa mereka menganggap hanya terdapat 2 kemungkinan bentuk bangun F, persegi panjang atau segitiga. Mereka terlalu fokus dengan 2 pernyataan yang disajikan dan tidak memikirkan kemungkinan-kemungkinan lainnya. Pilihan jawaban yang juga dipilih siswa adalah pilihan (E). Pilihan jawaban ini dipilih oleh 3 siswa. Mereka menjawab dengan pilihan jawaban yang paling aman untuk mereka karena tidak bisa membuat hubungan dari dua pernyataan yang dis

Pada pertanyaan selanjutnya, siswa diberikan dua buah pernyataan, kemudian siswa diminta untuk menarik kesimpulan dari hubungan dua pernyataan tersebut. Untuk lebih jelasnya, berikut pada Gambar 12 disajikan pertanyaan nomor 12.

Diketahui dua pernyataan.
 Pernyataan S: $\triangle ABC$ memiliki tiga sisi sama panjang.
 Pernyataan T: Pada $\triangle ABC$, $\angle B$, dan $\angle C$ memiliki ukuran sama.
 Manakah pernyataan berikut yang benar?
 (A) Pernyataan S dan T tidak dapat benar bersama-sama.
 (B) Jika S benar, maka T benar.
 (C) Jika T benar, maka S benar.
 (D) Jika S salah, maka T salah.
 (E) Tidak satupun dari (A)-(D) benar.

Gambar 12. Soal Nomor 12 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini, dari 38 hanya 9 siswa yang jawabannya benar yaitu dengan memilih jawaban (B). Siswa-siswa tersebut, telah dapat menarik kesimpulan dari 2 buah

pernyataan mengenai panjang sisi dan besar sudut suatu segitiga. Dalam menjawab pertanyaan ini, pilihan jawaban yang terbanyak dipilih oleh para siswa adalah pilihan jawaban (A). Sebanyak 23 siswa memilih jawaban ini, artinya mereka menganggap bahwa jika $\triangle ABC$ memiliki tiga sisi sama panjang maka $\angle B$ dan $\angle C$ tidak sama besar, begitu pula sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa mereka belum bisa menarik kesimpulan dengan benar. Mereka belum memahami hubungan antara unsur-unsur pada segitiga, khususnya sisi-sisi dan sudut-sudutnya. Jawaban lainnya yang dipilih oleh siswa adalah jawaban (C) dan (E). Sebanyak 5 siswa memilih pilihan jawaban (C) dan 1 siswa memilih pilihan jawaban (E). Sama seperti siswa-siswa yang memilih pilihan jawaban (A), siswa-siswa yang memilih pilihan jawaban (C) dan (E) juga belum dapat menarik kesimpulan dengan benar. Dengan kata lain, mereka belum dapat memahami syarat perlu dan syarat cukup suatu segitiga dikatakan sama sisi.

Pada pertanyaan selanjutnya, siswa diberikan 3 buah gambar berbentuk persegi panjang dengan berbagai posisi dan ukuran. Kemudian siswa harus mengklasifikasikan bangun yang termasuk persegi panjang. Berikut disajikan pada Gambar 13 pertanyaan nomor 13.

Manakah dari bangun berikut yang dapat dikatakan sebagai persegi panjang?
 (A) Semuanya.
 (B) Hanya Q
 (C) Hanya R
 (D) Hanya P dan Q
 (E) Hanya Q dan R



Gambar 13. Soal Nomor 13 Tes Van Hiele

Dalam menjawab pertanyaan ini, hanya terdapat 4 siswa yang menjawab benar. Keempat siswa tersebut merupakan siswa-siswa yang dapat mencapai tingkat deduksi informal. Siswa-siswa dengan jawaban benar menjawab bahwa semua bangun yang disajikan berbentuk persegi panjang, termasuk bangun persegi yang disajikan pada gambar P. Hal ini berarti siswa telah mampu mengidentifikasi hubungan antara persegi dan persegi panjang, di mana persegi merupakan persegi panjang. Siswa-siswa lainnya yaitu sebanyak 34 siswa memberikan jawaban yang sama. Mereka memilih pilihan jawaban (E). Mereka menganggap hanya bangun Q dan R yang berbentuk persegi panjang sedangkan bangun P berbentuk persegi. Hal ini menunjukkan mereka masih belum memahami hubungan antar kelas bangun, khususnya hubungan antara persegi dan persegi

panjang di mana persegi termasuk bangun persegi panjang yang memiliki panjang dan lebar yang sama.

Pertanyaan nomor 14 meminta siswa untuk mengidentifikasi hubungan antara bangun persegi dan bangun persegi panjang, hubungan antara bangun persegi panjang dan jajargenjang, serta hubungan antara bangun persegi dan jajargenjang berdasarkan sifat-sifat atau komponen-komponen pada setiap bangun geometri tersebut. Berikut disajikan pada Gambar 14, soal nomor 14 dari tes geometri Van Hiele.

Manakah pernyataan berikut yang benar?
(A) Semua sifat persegi panjang adalah sifat dari semua persegi.
(B) Semua sifat persegi adalah sifat dari semua persegi panjang.
(C) Semua sifat persegi panjang adalah sifat dari semua jajargenjang.
(D) Semua sifat persegi adalah sifat dari semua jajargenjang.
(E) Tidak satupun dari (A)-(D) benar.

Gambar 14. Soal Nomor 14 Tes Van Hiele

Berdasarkan hasil jawaban siswa, terlihat bahwa hanya 8 siswa yang mampu menjawab dengan benar. Mereka memberikan jawaban bahwa semua sifat persegi panjang adalah sifat dari persegi. Dengan kata lain, mereka memahami bahwa persegi termasuk ke dalam persegi panjang. Siswa-siswa lainnya memberikan jawaban yang bervariasi, terdapat 2 siswa dengan pilihan jawaban (B), 7 siswa dengan pilihan jawaban (C), dan 2 siswa dengan pilihan jawaban (D). Siswa-siswa dengan pilihan jawaban (B), (C), ataupun (D), nampaknya belum memahami persamaan dan perbedaan persegi, persegi panjang, serta jajargenjang ditinjau dari sifat-sifatnya. Siswa-siswa yang menjawab (B) belum dapat mengidentifikasi bahwa terdapat sifat persegi yaitu belum tentu dimiliki persegi panjang, yaitu empat sisi persegi yang sama panjang. Begitu juga siswa lain yang menjawab (C) atau (D), belum mampu mengidentifikasi hubungan antar kelas bangun. Sedangkan siswa yang memilih jawaban (E), yaitu sebanyak 19 siswa, nampaknya menganggap bahwa bangun yang satu tidak berhubungan dengan bangun yang lainnya.

Pertanyaan nomor 15 menguji pemahaman siswa tentang hubungan antara bangun persegi panjang dan bangun jajargenjang. Berikut disajikan soal nomor 15 pada Gambar 15.

Sifat apakah yang dimiliki semua persegi panjang tetapi tidak dimiliki suatu jajargenjang?
(A) Sisi yang berhadapan sama panjang
(B) Diagonalnya sama panjang
(C) Sisi yang berhadapan sejajar
(D) Sudut yang berhadapan sama besar
(E) Tidak satupun dari (A)-(D)

Gambar 15. Soal Nomor 15 Tes Van Hiele

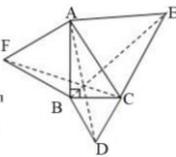
Dalam menjawab pertanyaan ini, banyak siswa yang memberikan jawaban benar, yaitu 21 siswa. Mereka memilih pilihan jawaban (B). Mereka menjawab bahwa salah satu sifat persegi panjang yaitu memiliki diagonal yang sama panjang tidak dimiliki jajargenjang. Dalam hal ini, mereka telah dapat mengidentifikasi perbedaan antara jajargenjang dan persegi panjang. Siswa-siswa lainnya memilih pilihan jawaban lain, yaitu 5 siswa menjawab (C), 3 siswa menjawab (D), dan (9) siswa menjawab (E).

Dalam menjawab soal-soal nomor 11-15 atau sub tes 3 dari tes geometri Van Hiele, hanya 4 siswa dari 38 siswa yang mampu menjawab pertanyaan dengan jumlah benar minimal 3. Dengan kata lain, hanya 4 siswa yang mampu mencapai tingkat deduksi informal. Siswa yang mencapai tingkat 3 (deduksi informal) mampu memahami hubungan antara bangun-bangun tersebut (Crowley, 1987). Dengan kata lain, siswa sudah mampu mengurutkan bentuk-bentuk geometri. Dalam hal ini, siswa dapat memahami bahwa persegi juga termasuk persegi panjang karena sifat-sifat persegi Panjang juga terdapat pada persegi. Siswa mampu memahami bahwa persegi adalah bangun segi empat yang setiap sudut dalamnya sama besar dan kedua diagonalnya sama panjang, dimana sifat tersebut sama seperti sifat persegi panjang. Karena kemampuan siswa untuk menghubungkan antara sifat persegi dan persegi panjang, akhirnya siswa dapat menyimpulkan bahwa persegi adalah persegi panjang dengan ciri khusus yaitu keempat sisinya sama panjang.

4. Tingkat Deduksi

Pertanyaan-pertanyaan nomor 16-20 diberikan untuk mengetahui apakah siswa sudah dapat membangun suatu pembuktian dari suatu teorema atau hubungan di antara pernyataan yang disajikan. Berikut soal nomor 16 disajikan pada Gambar 16.

Berikut adalah sebuah segitiga siku-siku ABC, segitiga sama sisi ACE, ABF, dan BCD yang dibangun pada sisi-sisi ABC. Dari informasi ini, seseorang dapat membuktikan bahwa \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik. Apa yang diberitahukan bukti ini kepada anda?



(A) Hanya pada segitiga di gambar ini yang dapat diyakini bahwa \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik.
 (B) Pada beberapa tetapi tidak semua segitiga siku-siku \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik.
 (C) Pada sebarang segitiga siku-siku, \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik.
 (D) Pada sebarang segitiga, \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik.
 (E) Pada sebarang segitiga sama sisi, \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik.

Gambar 16. Soal Nomor 16 Tes Van Hiele

Pada soal ini, siswa diminta untuk menarik kesimpulan yang dapat diambil jika telah dibuktikan bahwa \overline{AD} , \overline{BE} , dan \overline{CF} berpotongan di satu titik. Sebagian besar siswa salah dalam menjawab soal ini. Dari 38 siswa, hanya 7 siswa yang mampu memberikan jawaban benar yaitu dengan memilih pilihan jawaban (C). Sedangkan siswa-siswa lainnya memilih pilihan jawaban yang salah. Pilihan jawaban (A) dipilih oleh 17 siswa, pilihan jawaban (B) dipilih oleh 12 siswa, dan pilihan jawaban (D) dipilih oleh 2 siswa. Hal ini menandakan bahwa siswa-siswa tersebut belum dapat mengambil kesimpulan secara deduktif mengenai pembuktian yang telah dilakukan.

Pertanyaan selanjutnya disajikan pada Gambar 16 berikut.

Berikut ini diberikan tiga sifat dari suatu bangun.
 Sifat D: Bangun tersebut mempunyai diagonal yang sama panjang.
 Sifat S: Bangun tersebut merupakan persegi.
 Sifat R: Bangun tersebut merupakan persegi panjang.
 Manakah pernyataan berikut yang benar?
 (A) D mengakibatkan S yang mengakibatkan R.
 (B) D mengakibatkan R yang mengakibatkan S.
 (C) S mengakibatkan R yang mengakibatkan D.
 (D) R mengakibatkan D yang mengakibatkan S.
 (E) R mengakibatkan S yang mengakibatkan D.

Gambar 17. Soal Nomor 17 Tes Van Hiele

Pada pertanyaan ini, siswa diberikan 3 buah pernyataan mengenai sifat suatu bangun. Dari 3 pernyataan tersebut, siswa dituntut untuk menarik kesimpulan dari hubungan antar pernyataan. Berdasarkan hasil jawaban siswa, jumlah siswa yang menjawab benar hanya 7 siswa dengan memilih pilihan jawaban (C). Sedangkan siswa lainnya memilih jawaban (A), (B), (D), dan (E) dengan jumlah siswa yang menjawab berturut-turut 15 siswa, 3 siswa, 7 siswa, dan 6 siswa. Hal ini membuktikan bahwa sebagian besar siswa belum dapat mengidentifikasi hubungan-hubungan antara pernyataan-pernyataan tersebut. Untuk dapat menjawab dengan benar soal tersebut, siswa dituntut untuk mampu menarik kesimpulan secara deduktif. Namun, karena siswa masih berada pada jenjang SMP, maka siswa belum dapat mencapainya. Sifat belum memahami dan

belum mampu menggunakan proses berpikir yang bersifat deduktif.

Pertanyaan selanjutnya meminta siswa untuk mengidentifikasi bagaimana cara membuktikan 2 buah pernyataan mengenai persegi panjang dan sifat persegi panjang yang diberikan. Untuk lebih jelasnya berikut disajikan soal nomor 18 pada Gambar 18.

Berikut diberikan dua pernyataan.
 I. Jika sebuah bangun merupakan persegi panjang, maka diagonalnya membagi dua satu sama lain.
 II. Jika diagonal-diagonal dari suatu bangun membagi dua satu sama lain, maka bangun tersebut adalah persegi panjang.
 Manakah pernyataan yang benar?
 (A) Untuk membuktikan I benar, cukup membuktikan bahwa II benar.
 (B) Untuk membuktikan II benar, cukup membuktikan bahwa I benar.
 (C) Untuk membuktikan I benar, cukup menemukan satu persegi panjang yang diagonal-diagonalnya saling membagi dua satu sama lain.
 (D) Untuk membuktikan II salah, cukup menemukan satu bangun bukan persegi panjang yang diagonal-diagonalnya saling membagi dua satu sama lain.
 (E) Tidak satupun dari (A)-(D) benar.

Gambar 18. Soal Nomor 18 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini, terdapat 9 siswa dengan jawaban benar yaitu memilih pilihan jawaban (D). Sedangkan sebanyak 19 siswa memilih pilihan jawaban (A), 2 siswa memilih pilihan jawaban (B), 7 siswa memilih pilihan jawaban (C), dan 1 siswa memilih pilihan jawaban (E). Sebagian besar siswa belum memahami bagaimana cara membuktikan suatu pernyataan. Hal ini dapat diakibatkan karena pengalaman belajar yang mereka miliki belum cukup.

Pertanyaan selanjutnya pada sub tes 4 menguji pemahaman siswa mengenai istilah-istilah dalam geometri. Berikut disajikan pertanyaan nomor 19 pada Gambar 19.

Pada geometri:
 (A) Setiap istilah dapat didefinisikan dan setiap pernyataan yang benar dapat dibuktikan kebenarannya.
 (B) Setiap istilah dapat didefinisikan tetapi perlu untuk mengasumsikan bahwa pernyataan tersebut benar.
 (C) Beberapa istilah tidak didefinisikan tetapi setiap pernyataan yang benar dapat dibuktikan kebenarannya.
 (D) Beberapa istilah tidak didefinisikan tetapi perlu untuk memiliki beberapa pernyataan yang diasumsikan benar.
 (E) Tidak satupun (A)-(D) benar.

Gambar 19. Soal Nomor 19 Tes Van Hiele

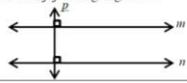
Dalam menjawab pertanyaan ini, hanya 4 siswa yang mampu menjawab benar yaitu dengan memilih pilihan jawaban (D). Sedangkan siswa lainnya menjawab salah. Sebanyak 22 siswa memberikan jawaban (A), 6 siswa memberikan jawaban (B), dan 6 siswa lainnya memberikan jawaban (C). Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami bahwa dalam geometri terdapat istilah yang tidak dapat didefinisikan, istilah yang dapat didefinisikan, aksioma, serta teorema.

Soal nomor 20 diberikan untuk menguji apakah siswa dapat memberikan alasan-alasan yang tepat untuk membuktikan suatu

pernyataan. Berikut disajikan soal nomor 20 pada Gambar 20.

(1) Dua garis yang tegak lurus terhadap garis yang sama adalah sejajar.
 (2) Sebuah garis yang tegak lurus terhadap salah satu dari dua garis yang sejajar adalah tegak lurus satu sama lain.
 (3) Jika dua garis memiliki jarak yang sama, maka kedua garis tersebut sejajar.
 Pada gambar di bawah, diberikan garis m dan p yang saling tegak lurus dan garis n dan p yang juga saling tegak lurus. Yang mana dari pernyataan-pernyataan di atas yang dapat dijadikan alasan bahwa garis m sejajar dengan garis n ?

(A) Hanya 1
 (B) Hanya 2
 (C) Hanya 3
 (D) Salah satu dari 1 atau 2
 (E) Salah satu dari 2 atau 3



Gambar 20. Soal Nomor 20 Tes Van Hiele

Tidak jauh berbeda dengan soal lain, siswa yang dapat menjawab benar soal ini hanya 7 siswa dengan memilih jawaban (A). Siswa-siswa lainnya yaitu sebanyak 6 siswa memilih (B), 13 siswa memilih (C), 4 siswa memilih (D), dan 8 siswa memilih (E). Hal ini menandakan bahwa siswa SMP memang belum mampu memberikan alasan-alasan deduktif untuk membuktikan suatu pernyataan.

Dalam menjawab sub tes 4 atau pertanyaan 16 – 20 dari soal tes geometri Van Hiele, tidak terdapat siswa yang menjawab dengan banyaknya jawaban benar minimal 3. Dengan kata lain, tidak ada siswa yang mampu untuk mencapai tingkat 4 (tingkat deduksi formal). Hal ini dikarenakan pengalaman belajar geometri yang telah siswa SMP lalui belum cukup untuk dapat memberikan alasan secara deduktif serta membuktikan suatu pernyataan.

5. Tingkat Rigor

Pertanyaan-pertanyaan nomor 21-25 diberikan untuk mengetahui apakah siswa mampu melakukan penalaran secara formal terkait sistem-sistem pada geometri. Berikut disajikan pada Gambar 21 soal nomor 21.

Dalam geometri-F, terdapat satu yang berbeda dari yang biasa anda gunakan, terdapat tepat 4 titik dan 6 garis. Setiap garis terdiri dari tepat 2 titik. Jika titik-titik tersebut adalah P, Q, R , dan S , garis-garisnya adalah $\{P, Q\}, \{P, R\}, \{P, S\}, \{Q, R\}, \{Q, S\}$, dan $\{R, S\}$



Berikut ini bagaimana kata "berpotongan" dan "sejajar" digunakan dalam geometri-F. Garis $\{P, Q\}$ dan $\{P, R\}$ berpotongan di P karena $\{P, Q\}$ dan $\{P, R\}$ memiliki titik yang sama yaitu P . Garis $\{P, Q\}$ dan $\{R, S\}$ sejajar karena keduanya tidak memiliki titik yang sama. Berdasarkan informasi tersebut, yang manakah yang benar?

(A) $\{P, R\}$ dan $\{Q, S\}$ berpotongan.
 (B) $\{P, R\}$ dan $\{Q, S\}$ sejajar.
 (C) $\{Q, R\}$ dan $\{R, S\}$ sejajar.
 (D) $\{P, S\}$ dan $\{Q, R\}$ berpotongan.
 (E) Tidak ada dari a-d yang benar.

Gambar 21. Soal Nomor 21 Tes Van Hiele

Dalam soal di atas, disajikan definisi istilah berpotongan dan sejajar dalam geometri F, yaitu geometri yang lain di samping geometri Euclides. Kemudian, menentukan pernyataan yang benar berdasarkan definisi yang disajikan. Dalam menjawab soal ini, hanya 3 siswa yang memberikan jawaban benar. Sedangkan siswa-

siswa lainnya yaitu 29 siswa menjawab (A), 1 siswa menjawab (C), 2 siswa menjawab (D), dan 3 siswa menjawab (E). Hal ini menunjukkan bahwa sulit bagi mereka untuk memahami definisi berpotongan dan sejajar di luar definisi yang biasa mereka gunakan.

Pertanyaan selanjutnya meminta siswa untuk melakukan penalaran secara formal dari pembuktian yang disajikan. Berikut disajikan pada Gambar 22 soal nomor 22.

Untuk membagi tiga sebuah sudut artinya untuk membagi sudut menjadi tiga bagian yang berukuran sama. Pada tahun 1847, P. L. Wantzel membuktikan bahwa, secara umum, tidak mungkin untuk membagi tiga sudut hanya menggunakan jangka dan sebuah penggaris tidak bertanda. Dari pembuktiannya, apa yang dapat kamu simpulkan?

(A) Secara umum, tidak mungkin membagi dua sudut dengan hanya menggunakan jangka dan sebuah penggaris tidak bertanda.
 (B) Secara umum, tidak mungkin membagi tiga sudut dengan hanya menggunakan jangka dan sebuah penggaris bertanda.
 (C) Secara umum, tidak mungkin membagi tiga sudut dengan menggunakan alat-alat menggambar.
 (D) Masih mungkin bahwa di masa yang akan datang seseorang menemukan cara yang umum untuk membagi tiga sudut hanya menggunakan sebuah jangka dan penggaris tidak bertanda.
 (E) Tidak ada seorangpun yang dapat menemukan metode yang umum untuk membagi tiga sudut hanya menggunakan jangka dan penggaris tidak bertanda.

Gambar 22. Soal Nomor 22 Tes Van Hiele

Dalam menjawab pertanyaan ini, hanya 6 siswa yang dapat menjawab benar yaitu dengan jawaban (E). Jawaban yang paling banyak dipilih siswa adalah jawaban (D), yaitu sebanyak 20 siswa. Sedangkan sebanyak 2 siswa memilih jawaban (A), 9 siswa memilih jawaban (B), dan 1 siswa memilih jawaban (C). Hal ini menandakan bahwa siswa belum mampu mengambil kesimpulan yang benar berdasarkan hasil pembuktian yang disajikan.

Pada pertanyaan selanjutnya yaitu pertanyaan nomor 23, disajikan suatu pernyataan yang menurut seorang ahli matematika pernyataan tersebut benar. Sedangkan menurut geometri yang biasa dipelajari oleh siswa pernyataan tersebut salah. Kemudian, siswa diminta untuk mencari alasan mengapa ahli matematika tersebut dapat menyatakan bahwa pernyataan tersebut benar. Untuk lebih jelasnya, berikut disajikan pada Gambar 23.

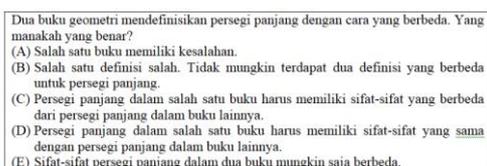
Terdapat sebuah geometri yang ditemukan oleh seorang ahli matematika J, yang mana hal berikut dikatakan benar:
 Jumlah ukuran sudut dari sebuah segitiga kurang dari 180° .
 Yang mana yang benar?
 (A) J membuat kesalahan dalam mengukur sudut-sudut dari segitiga.
 (B) J membuat kesalahan dalam penalaran logis.
 (C) J memiliki gagasan yang salah tentang apa yang disebut dengan "benar".
 (D) J memulai dengan asumsi berbeda dari geometri biasanya.
 (E) Tidak satupun dari (A)-(D) yang benar.

Gambar 23. Soal Nomor 23 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini. Hanya terdapat 6 siswa dengan jawaban benar yaitu dengan memilih pilihan jawaban (D). Mereka mengatakan bahwa asumsi yang digunakan oleh ahli matematika J berbeda dari geometri biasanya sehingga kesimpulan yang dihasilkan

pun berbeda. Sedangkan sebanyak 11 siswa menjawab (A), 3 siswa menjawab (B), 5 siswa menjawab (C), dan 13 siswa menjawab (E). Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum menyadari pentingnya prinsip-prinsip dasar seperti asumsi yang digunakan seseorang yang melandasi suatu pembuktian.

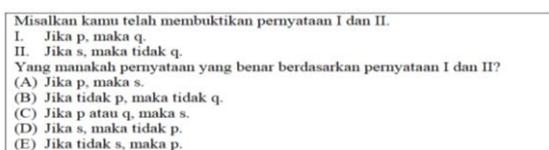
Pertanyaan selanjutnya disajikan pada Gambar 24 berikut.



Gambar 24. Soal Nomor 24 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini, terdapat 15 siswa yang menjawab dengan memilih pilihan jawaban (D). Jawaban bervariasi diberikan oleh siswa lainnya. Jawaban (A) dipilih oleh 3 siswa, jawaban (B) dipilih oleh 2 siswa, jawaban (C) dipilih oleh 2 siswa, dan jawaban (E) dipilih oleh 14 siswa. Dalam hal ini terlihat bahwa siswa belum memahami bahwa sifat-sifat dari persegi panjang pasti sama walaupun disajikan dengan bahasa yang berbeda.

Pada pertanyaan terakhir dari tes geometri Van Hiele siswa diberikan 2 buah pernyataan implikasi. Kemudian siswa diminta untuk memberikan kesimpulan berdasarkan 2 buah pernyataan tersebut. Berikut disajikan soal nomor 25 pada Gambar 25.



Gambar 25. Soal Nomor 25 Tes Van Hiele

Dalam menjawab soal ini, 10 siswa dapat memberikan jawaban yang benar dengan memilih pilihan jawaban (D) sedangkan 28 siswa lainnya memberikan jawaban yang bervariasi. Sebanyak 1 siswa memilih pilihan jawaban (A), 20 siswa memilih pilihan jawaban (B), 1 siswa memilih pilihan jawaban (C), dan 6 siswa memilih pilihan jawaban (E). Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum mampu melakukan penarikan kesimpulan dari pernyataan yang disajikan. Faktor yang menjadi penyebabnya antara lain karena soal jenis ini termasuk ke dalam soal materi logika matematika yang baru akan siswa pelajari di jenjang SMA.

Dalam menjawab sub tes 5 atau pertanyaan 21 – 25 dari soal tes geometri Van Hiele, tidak terdapat siswa yang menjawab dengan banyaknya jawaban benar minimal 3. Dengan kata lain, tidak ada siswa yang mampu untuk mencapai tingkat 5 (tingkat rigor). Hal ini dikarenakan pengalaman belajar geometri yang telah siswa SMP lalui belum cukup untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa jika siswa mampu mencapai suatu tingkat, maka siswa mampu menguasai keterampilan pada tingkat tersebut dan tingkat-tingkat sebelumnya. Namun, jika siswa tidak mampu mencapai suatu tingkat, maka siswa tersebut juga tidak mampu mencapai tingkat selanjutnya. Hal ini sejalan dengan teori Van Hiele bahwa seseorang akan mempelajari geometri melalui tingkat-tingkat secara berurutan dan tidak mungkin ada tingkat yang diloncati. Dengan kata lain, tingkat berpikir geometri Van Hiele bersifat hierarki (Atebe & Schafer, 2010).

D. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan:

Sebanyak 38 siswa SMP dalam penelitian ini dapat digolongkan ke dalam tingkat berpikir geometri Van Hiele. Sebagian besar siswa berada pada tingkat visualisasi (tingkat 1), yaitu sebanyak 55%. Sedangkan sisanya berada pada tingkat analisis (tingkat 2) sebanyak 34% dan tingkat deduksi informal (tingkat 3) sebanyak 11%. Tidak terdapat siswa yang mampu mencapai tingkat di atasnya, yaitu deduksi formal (tingkat 4) dan tingkat rigor (tingkat 5). Karakteristik keterampilan geometri pada setiap tingkat berbeda-beda. Pada tingkat visualisasi, siswa dapat mengidentifikasi suatu bangun datar berdasarkan bentuk fisiknya saja. Pada tingkat analisis, siswa dapat mengidentifikasi suatu bangun datar berdasarkan sifat-sifatnya. Sedangkan pada tingkat deduksi informal, siswa mampu menghubungkan antara sifat-sifat suatu bangun datar dengansifat-sifat bangun datar lainnya.

2. Saran

Saran yang dapat peneliti berikan untuk penelitian selanjutnya yaitu agar dilakukan wawancara lebih lanjut

terhadap subjek sesuai dengan tingkat berpikirnya dan perlu dilakukan observasi selama proses pembelajaran bangun datar di kelas.

E. Daftar Pustaka

- Alex, J. K., & Mammen, K. J. (2016). Geometrical sense making: findings of analysis based on the characteristics of the Van Hiele theory among a sample of South African grade 10 learners. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(2), 173-188.
- Amidu, B., & Nyarko, J. (2019). Van Hiele geometric thinking levels of Junior High School students of Atebubu Municipality in Ghana. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 15(1), 39-50.
- Andini, S., et al. (2018). Developing flipbook multimedia: The achievement of informal deductive thinking level. *Journal Mathematics Education*, 9(2), 227-238.
- Astuti, et al. (2018). Analysis on geometry skills of Junior High School Students on the concept congruence based on Van Hiele's geometric thinking level. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1132(1), 012036.
- Crowley, M. L. (1987). The Van Hiele model of the development of geometric thought. Dalam Linquist, M. M., & Shulte, A.P. (eds.), *Learning and Teaching Geometry, K-12* (1-16). Virginia: The NCTM, Inc.
- Erdogan, F. (2020). Prospective Middle School mathematics teachers' problem posing abilities in context of Van Hiele levels of geometric thinking. *International Online Journal of Educational Sciences*, 12(2), 132-152.
- Fitriani, N., Suryadi, D., & Darhim, D. (2018). Analysis of mathematical abstraction on concept of a three dimensional figure with curved surfaces of junior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1132(1), 12037.
- Hiele, P. M. V. (1999). *Developing geometric thinking thought activities that begin with play teaching children mathematics*. Reston VA: NCTM.
- Muhassanah, N. & Mulyatna, F. (2020). Analisis Tingkat Berpikir Geometris Menurut Van Hiele pada Mata Kuliah Geometri Analitik Ditinjau dari Gaya Kognitif. *Jurnal Kajian Pendidikan Matematika*, 5(2), 233-244.
- Muhassanah, N., Sujadi, I., & Riyadi. (2014). Analisis keterampilan geometri siswa dalam memecahkan masalah geometri berdasarkan tingaat berpikir Van Hiele. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 2(1), 54-66.
- Mulyadi, I., & Muhtadi, D. (2019). Proses berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah geometri berdasarkan Teori Van Hiele ditinjau dari gender. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika*, 4(1), 1-8.
- Naufal et al. (2020). Van Hiele level of geometric thinking among Secondary School students. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(6), 477-481.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Nopriana, T. (2017). Berpikir geometri melalui model pembelajaran geometri Van Hiele. *Jurnal Online Universitas Pekalongan*, 2 (1), 41-50.
- Pakaya, W. C., et al. (2019). Keterampilan geometri siswa kelas IV Sekolah Dasar berdasarkan teori Van Hiele level analisis. *Jurnal Pendidikan*, 4(3), 310-316.
- Sudihartinih, E., & Wahyudin. (2019). The Van Hiele levels of geometric of students in first semester reviewed from gender. *Journal of Physics: Conference Series*. 1280(4), 042034.
- Ural, A. (2016). Investigating 11th grade students' Van-Hiele level 2 geometrical

thinking. *Journal of Humanities and Social Science*, 21(12), 13-19.

Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary and middle school geometry: final report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry (CDASSG) project*. US: Departemen of Education The University of Chicago.

Wijaya, Y. Y., et al. (2019). Senior high school student's visual-spatial intelligence according to van hiele geometric thinking theory. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 243(1), 012055.

Yanuarto, W. N. (2018). Deskripsi Kemampuan Representasi Matematis dalam Pembelajaran Geometri. *Indonesian Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1-7.