

KEMAMPUAN BERPIKIR GEOMETRI MAHASISWA CALON GURU BERDASARKAN TEORI VAN HIELE

Nur Asma Riani Siregar*¹, Mariyanti Elvi²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Kepulauan Riau, Indonesia

* Corresponding Author: nur_asmariani@umrah.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : Jan 10, 2024

Revised : Mar 27, 2024

Accepted : Apr 10, 2024

Available online : Apr 30, 2024

Kata Kunci:

Berpikir Geometri, Kemampuan Berpikir Geometri, Teori Van Hiele

Keywords:

Geometric thinking, Geometric Thinking Ability, Van Hiele's Theory

ABSTRAK

Kemampuan berpikir geometri seorang guru menurut Van Hiele berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan peserta didik dalam belajar. Kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru perlu diketahui sejak dini agar upaya perbaikan dapat dilakukan sejak dini pula. Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru di Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH. Penelitian ini dilakukan terhadap 40 mahasiswa Semester 1 di Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH, 3 (tiga) orang diantaranya dipilih sebagai subjek untuk diwawancarai. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik tes dan wawancara. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan 92,5% mahasiswa calon guru yang diteliti memiliki tingkat kemampuan berpikir geometri Level 2 (analisis), 5% mencapai Level 3 (Deduksi Informal), dan sisanya baru mencapai Level 1 (Visualisasi). Pada level 2, mahasiswa calon guru sudah dapat membedakan pasangan segitiga sebangun, menjelaskan sifat-sifat kesebangunan pada segitiga, dapat mengidentifikasi dan menjelaskan hubungan sudut-sudut dan sisi-sisi bersesuaian pada segitiga sebangun. Namun, mereka gagal dalam menganalisa informasi yang kompleks, dan mengidentifikasi koneksi berbagai informasi relevan yang krusial untuk mencapai kemampuan berpikir geometri Level 3. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru di Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH masih berada di bawah level yang diharapkan pada peserta didik di Pendidikan Tinggi yaitu Level 4.

ABSTRACT

The teachers geometric thinking ability according to Van Hiele has a significant effect on students' success in learning geometry. The geometric thinking abilities of preservice teachers need to be identified early so that early interventions can be made. This research uses a qualitative approach which aims to analyze the geometric thinking abilities of preservice teachers studying at the UMRAH Mathematics Education Department in the first semester. This research was conducted on 40 preservice teachers, and three of them were selected as research subjects to be interviewed. Data collection techniques include tests and interviews. The collected data were then analyzed using qualitative analysis techniques. The results show that 92.5% of the preservice teachers examined have a geometric thinking ability at Level 2, 5% at Level 3 (Informal Deduction), and

rest only reached Level 1 (Visualization). At Level 2, preservice teachers can distinguish similar triangles, explain the properties of similarity in triangles, and identify and explain the corresponding angles and sides in similar triangles. However, they encounter difficulties in analyzing complex information and identifying connections among various pieces of information crucial for verifying similarity in triangles. Based on the research results, it can be concluded that the geometric thinking abilities of preservice teacher in the UMRAH Mathematics Education Study Program are still below the level expected for students in higher education, namely Level 4.

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Bina Bangsa Getsempena



PENDAHULUAN

Geometri merupakan cabang dari matematika yang fokus pada pengkajian ilmu mengenai ukuran, bentuk, dan sifat-sifat suatu bangun. Objek kajian geometri memuat konsep mengenai titik, garis, bidang dan benda-benda ruang beserta sifat-sifat dan ukurannya (Ramadhona et al., 2021). Melalui pembelajaran geometri peserta didik dapat lebih mengenali karakteristik dan hubungan berbagai objek geometri yang terdapat di sekitar lingkungan hidup mereka (Ngirishi & Bansilal, 2019).

Hasil studi terdahulu menunjukkan bahwa geometri masih merupakan topik materi yang cukup sulit dikuasai oleh peserta didik pada tingkat sekolah menengah. Hal ini ditandai dengan hasil belajar peserta didik pada materi geometri yang masih belum memuaskan di berbagai wilayah di Indonesia. Penelitian Elvi et al. (2023) di SMP Negeri 42 Batam menunjukkan bahwa berdasarkan tes hasil belajar yang diberikan terdapat sebanyak 59% subjek penelitian yang memiliki kemampuan rendah dalam menyelesaikan soal terkait materi garis dan sudut. Wangi et al. (2016) melalui penelitiannya di SMPN 1 Ampelgading menemukan bahwa persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar pada materi balok dan kubus hanya sekitar 50%. Yanuarti (2018) melalui penelitiannya pada siswa kelas X di SMA Negeri 13 Palembang menemukan bahwa setelah menerapkan model pembelajaran POE masih terdapat sebesar 43,6% peserta didik yang memiliki hasil belajar materi geometri yang rendah.

Efektivitas pembelajaran geometri tidak terlepas dari kompetensi guru sebagai perencana dan pelaksana pembelajaran. Penguasaan guru terkait materi ajar merupakan salah satu faktor penentu kualitas pembelajaran dan hasil belajar siswa (Robichaux-Davis & Guarino, 2016). Aslan-tutak & Adams (2015) menyatakan bahwa penguasaan guru terhadap materi berpengaruh sangat signifikan terhadap pembelajaran yang ia laksanakan. Lebih lanjut, kompetensi guru merancang kegiatan belajar yang memfasilitasi kebutuhan belajar peserta didik menjadi faktor krusial bagi tercapainya efektivitas

pembelajaran. Idris menyatakan bahwa kegagalan guru menggunakan strategi pembelajaran yang sesuai menjadi salah satu penyebab peserta didik gagal memahami konsep geometri dan gagal mengembangkan keterampilan pemecahan masalah geometri (Novita et al., 2018; Salifu et al., 2018).

Salah satu teori pembelajaran dalam geometri yang banyak digunakan untuk mengembangkan pembelajaran geometri yang efektif ialah Teori Van Hiele (Salifu et al., 2018). Van Hiele menyatakan bahwa kemampuan berpikir geometri peserta didik berkembang dalam lima tingkatan selama proses belajar. Kelima level ini menggambarkan kemampuan berpikir geometri peserta didik dan kapabilitas pemahaman konsep geometri yang dimilikinya. Van Hiele mengelompokkan kemampuan berpikir geometri peserta didik ke dalam lima tingkatan yaitu level 1 (visualisasi), level 2 (analisis), level 3 (deduksi informal), level 4 (deduksi), dan level 5 (mahir) (Bonyah & Larbi, 2021; Celik & Yilmaz, 2022; Salifu et al., 2018; Siew et al., 2013). Kelima tingkatan berpikir geometri dicapai oleh peserta didik secara hierarkis dari tingkatan terendah level 1 menuju tingkatan tertinggi level 5. Peserta didik hanya dapat mencapai level berikutnya jika telah melewati semua level sebelumnya secara matang. Tingkat kemampuan berpikir geometri peserta didik menurut Van Hiele menggambarkan kemampuan proses berpikir peserta didik dalam belajar geometri (Cesaria et al., 2021; Karakuş & Peker, 2015). Oleh karena itu, pembelajaran geometri yang disesuaikan dengan tingkat berpikir peserta didik akan lebih efektif mencapai tujuan pembelajaran dan potensial mengembangkan kemampuan berpikir geometri menuju tahap selanjutnya.

Peserta didik pada Level 1 (visualisasi) dapat membedakan bentuk geometri berdasarkan pada karakteristik visual dari objek geometri yang ditampilkan. Suatu bangun geometri dikenali berdasarkan tampilan objek secara utuh tanpa melalui pengamatan secara detail terhadap karakteristik matematis objek yang diamati (Robichaux-Davis & Guarino, 2016). Sedangkan, pada Level 2 (analisis) peserta didik sudah memahami karakteristik matematis yang dimiliki oleh suatu bentuk geometri. Mereka dapat mengenali suatu bentuk geometri berdasarkan hasil analisis karakteristik yang dimiliki oleh geometri tersebut. Namun demikian, peserta didik pada Level 2 masih mengalami kesulitan dalam menjelaskan hubungan antara sifat-sifat geometri, belum dapat menganalisis hubungan dari berbagai bentuk geometri (Ma et al., 2015).

Pada Level 3 (deduksi informal), peserta didik sudah dapat menganalisis hubungan antara sifat suatu bangun geometri, maupun menganalisa hubungan bangun tersebut dengan geometri lain berdasarkan berdasarkan hubungan karakteristik yang dimilikinya.

Peserta didik juga sudah mampu membuat definisi sederhana suatu geometri berdasarkan hubungan logis dari sifat-sifat yang dimilikinya (Ma et al., 2015). Peserta didik pada level ini sudah dapat memahami proses pembuktian, namun belum dapat membuat pembuktian formal secara mandiri.

Pada Level 4 (deduksi), peserta didik sudah dapat menyusun proses pembuktian geometri secara formal dengan menggunakan aksioma, definisi, postulat maupun teorema yang relevan. Peserta didik pada Level 4 sudah dapat menggunakan nalarnya dengan baik dalam menyusun pembuktian matematis dan mengevaluasi hasil berpikir logis yang telah ia lakukan. Peserta didik pada Level 5 (rigor) sudah dapat memahami dan membandingkan berbagai sistem aksiomatik pada geometri. Peserta didik dapat membandingkan, menganalisis, dan memformulasikan pembuktian matematis dibawah sistem geometri yang berbeda (Karakuş & Peker, 2015).

Faktor lain yang berperan penting dalam menentukan efektivitas pembelajaran geometri ialah kemampuan berpikir geometri yang dimiliki oleh guru. Bonyah & Larbi (2021) menyatakan bahwa kemampuan berpikir geometri guru menjadi salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan siswa dalam belajar geometri. Guru pengajar geometri harus mampu memberikan pembelajaran yang setara dengan level berpikir geometri peserta didik agar informasi pembelajaran dapat dicerna oleh peserta didik. Hal ini dikarenakan menurut Van Hiele setiap level berpikir geometri memiliki karakteristik bahasa simbol dan jaringan relasinya (Usiskin, 1982). Dua orang yang memiliki kemampuan berpikir yang berbeda tidak dapat saling memahami informasi yang disampaikan dengan baik. Oleh karena itu, disamping berupaya untuk menggali informasi tentang kemampuan berpikir peserta didiknya, seorang guru seyogyanya lebih dahulu memahami dengan baik bagaimana kemampuan berpikir geometri yang ia miliki.

Berdasarkan observasi peneliti selaku dosen pengampu mata kuliah Geometri Bidang dan Ruang di Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH masih banyak ditemukan mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematis pada topik geometri, khususnya yang membutuhkan kemampuan berpikir geometri Level 3 dan 4. Mereka cenderung memberikan jawaban yang keliru, argumen yang tidak menunjukkan alur berpikir logis yang baik. Dalam rangka mengatasi permasalahan dalam menyelesaikan permasalahan yang membutuhkan kemampuan matematis tertentu dapat diawali dengan melakukan studi kemampuan berpikir matematis peserta didik yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah terkait (Mubianti et al., 2023; Saputri et al., 2023). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat dirancang

penelitian lanjutan yang dirancang untuk memecahkan permasalahan yang terjadi secara empiris. Dalam hal ini, studi mengkaji bagaimana kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru di Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH dapat menjadi langkah awal untuk mencari solusi atas masalah masih banyak mahasiswa calon guru yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan geometri.

Studi mengkaji bagaimana kemampuan berpikir geometri mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH sebagai calon guru matematika yang mengajar di sekolah menengah khususnya di Wilayah Kepulauan Riau perlu digali sejak dini agar upaya perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi dapat dilakukan sejak dini pula. Hasil studi nantinya dapat menjadi bahan evaluasi dan masukan bagi dosen dalam merencanakan pembelajaran yang sesuai untuk mengembangkan kemampuan berpikir geometri mahasiswanya. Hasil studi tersebut juga dapat menjadi bahan evaluasi diri bagi mahasiswa mengenai kemampuan berpikir geometri yang ia miliki sehingga dapat berbenah diri untuk memperbaikinya.

Studi yang mengkaji kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru berdasarkan teori Van Hiele di Indonesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu (Hendroanto et al., 2019; Wicaksono & Juniati, 2022). Penelitian tersebut pada umumnya lebih fokus pada pengukuran tingkat kemampuan berpikir geometri calon guru dan pengaruhnya terhadap variabel lain. Penelitian yang menggali kesulitan calon guru mencapai level di atasnya masih jarang ditemukan. Oleh karena itu, disamping bertujuan untuk menggali tingkat kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru semester awal yang menempuh studi di Program Studi Pendidikan Matematika UMRAH, pada penelitian ini juga digali juga kesulitan yang dialami oleh mahasiswa calon guru pada umumnya dalam mencapai level berpikir geometri di atasnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang menerapkan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru berdasarkan teori Van Hiele dalam menyelesaikan masalah kesebangunan dan kongruensi pada bangun datar segitiga. Penelitian dilakukan terhadap 40 mahasiswa calon guru yang mengambil mata kuliah Geometri Bidang dan Ruang pada Semester 1 di Prodi Pendidikan Matematika UMRAH. Selanjutnya akan dipilih 3 (tiga) subjek penelitian mewakili kelompok responden yang memiliki tingkat kemampuan berpikir geometri dengan persentasi terbesar.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari teknik tes dan wawancara. Teknik tes digunakan untuk mengumpulkan data kemampuan berpikir geometri berdasarkan hasil jawaban subjek pada instrument tes yang diberikan. Teknik tes telah banyak digunakan oleh peneliti terdahulu untuk mengkaji kemampuan berpikir peserta didik (Restanto & Mampouw, 2018; Salmina & Nisa, 2018). Instrumen tes yang digunakan terdiri dari 4 (empat) soal esai memuat konten materi kesebangunan dan kongruensi pada segitiga. Instrumen tes dikembangkan sesuai dengan indikator kemampuan berpikir geometri menurut Van Hiele (Yavuz & Celik, 2017). Evaluasi hasil tes mengikuti ketentuan penulian yang diajukan oleh Van Hiele yaitu peserta didik yang mencapai Level ke $n+1$ dapat memenuhi indikator level dibawahnya yaitu level ke- n (Senk et al., 2022)

Teknik wawancara digunakan untuk menggali informasi mengenai kesulitan yang dialami mahasiswa pada umumnya sehingga gagal mencapai level berpikir diatasnya. Penggalan informasi dilakukan melalui wawancara tidak terstruktur, dengan fokus utama menggali argumentasi logis yang mendukung ide-ide matematis yang terdapat pada jawaban subjek. Jawaban subjek kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kesulitan yang dialami subjek dalam menjawab soal yang diberikan.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik analisis kualitatif seperti yang diungkapkan Miles dan Huberman dalam Sugiyono (2015) yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data hasil tes diawali dengan pemeriksaan lembar jawaban subjek, dilanjutkan dengan penggolongan level berpikir geometri subjek sesuai kriteria yang ditetapkan dan perhitungan persentasi responden untuk setiap level berpikir. Hasil reduksi data level berpikir subjek disajikan dalam bentuk tabel, sedangkan data hasil wawancara disajikan dalam bentuk uraian singkat, sehingga memungkinkan peneliti menarik suatu kesimpulan. Berdasarkan hasil dari reduksi data dan penyajian data yang telah dibuat selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Berpikir Geometri Mahasiswa Calon Guru

Evaluasi jawaban tes tertulis yang diberikan menghasilkan data tingkat kemampuan berpikir geometri 40 mahasiswa calon guru seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Informasi pada Tabel 1., menunjukkan bahwa 92,5 % responden hanya dapat

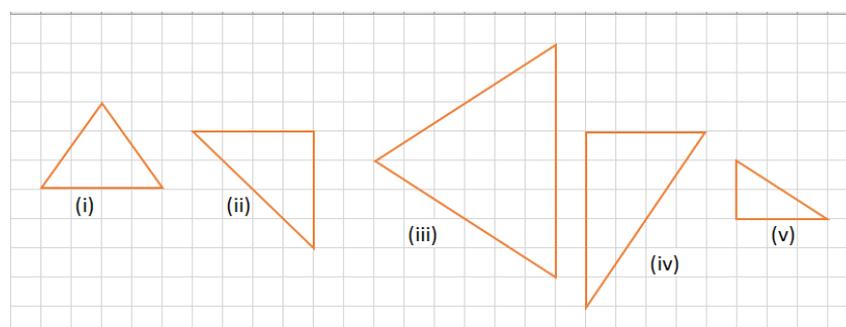
memenuhi indikator berpikir geometri pada level 2. Hal berarti bahwa mahasiswa calon guru yang memiliki kemampuan berpikir geometri pada level 2 (analisis) mencapai 92,5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele mahasiswa calon guru yang menempuh studi semester 1 di Prodi Pendidikan Matematika UMRAH pada umumnya berada pada level 2 atau level analisis.

Tabel 1. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Calon Guru

Level Berpikir Geometri Menurut Van Hiele	Jumlah Mahasiswa	Persentasi
Level 1 (visualisasi)	1	2,5 %
Level 2 (Analisis)	37	92,5 %
Level 3 (Deduksi informal)	2	5 %
Level 4 (Deduksi)	0	0 %

Temuan tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa persentasi mahasiswa calon guru matematika yang memiliki kemampuan berpikir geometri pada level 2 lebih besar dibanding persentasi pada level lainnya (Wicaksono & Juniati, 2022). Lebih lanjut, berdasarkan kriteria penilaian level berpikir yang dinyatakan oleh Van Hiele yaitu peserta didik yang mencapai Level ke $n+1$ dapat memenuhi indikator level dibawahnya yaitu level ke- n (Senk et al., 2022), maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan mahasiswa calon guru telah memenuhi indikator berpikir geometri pada level 1. Persentasi mahasiswa calon guru memenuhi indikator berpikir geometri level 2 sebesar 97,5%, sedangkan yang memenuhi indikator berpikir pada level 3 sebesar 5%. Namun, tidak satu pun mahasiswa calon guru yang dapat memenuhi indikator berpikir geometri Level 4.

Pada penelitian ini, untuk mengetahui apakah responden dapat memenuhi indikator berpikir geometri level 1, maka responden diminta mengidentifikasi pasangan segitiga sebangun dari sekelompok segitiga yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sekelompok segitiga pada soal 1

Analisa jawaban tes menunjukkan, semua responden berhasil mengidentifikasi pasangan segitiga yang sebangun dengan benar. Peserta didik berhasil mengidentifikasi segitiga sama kaki (i) sebangun dengan segitiga sama kaki (iii), segitiga siku-siku (iv) dan (v) sebangun, segitiga sama kaki (i) tidak sebangun dengan segitiga siku-siku (iv) dan (v). Evaluasi jawaban menunjukkan peserta didik melakukan analisa terhadap jenis dan ukuran panjang sisi-sisi kedua segitiga. Hasil pengamatan akan digunakan untuk memutuskan apakah pasangan segitiga sebangun atau tidak. Proses yang dilakukan peserta didik dalam mengidentifikasi pasangan segitiga sebangun menempatkan fokus analisa pada pengamatan bentuk visual yang tampak dari segitiga-segitiga yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Van Hiele bahwa peserta didik yang memenuhi indikator berpikir geometri level 1 dapat mengenali suatu objek dan mengelompokkan objek geometri berdasarkan karakteristik visual yang ditampilkan secara utuh (Celik & Yilmaz, 2022).

Untuk mengetahui apakah peserta didik dapat memenuhi indikator berpikir geometri level 2, maka pada soal nomor 2 peserta didik diminta menjelaskan sifat-sifat segitiga-segitiga sebangun yang terdapat pada sebuah segitiga siku-siku ABC jika ditarik garis tinggi AD tegak lurus sisi miring BC. Hasil evaluasi terhadap jawaban 92,5% responden yang memiliki kemampuan berpikir geometri level 2 menunjukkan mereka dapat mengidentifikasi sudut-sudut dan sisi-sisi yang bersesuaian pada pasangan-pasangan segitiga yang diamati pada gambar yang mereka buat. Mereka menjelaskan bahwa pada pasangan segitiga yang diamati memiliki sudut-sudut yang bersesuaian sama besar, dan sisi-sisi yang bersesuaian memiliki nilai perbandingan yang sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Van Hiele yang menyatakan bahwa peserta didik yang memenuhi indikator berpikir geometri level 2 dapat mengidentifikasi dan menjelaskan sifat-sifat suatu bentuk geometri, menganalisis bagian-bagian dari suatu bentuk geometri (Celik & Yilmaz, 2022).

Hasil evaluasi di atas menunjukkan kemampuan berpikir geometri mahasiswa calon guru yang menempuh studi Semester 1 di Prodi Pendidikan Matematika UMRAH merupakan peserta didik yang belum lama tamat dari jenjang pendidikan sekolah menengah. Pembelajaran geometri pada tingkat sekolah menengah menurut Van Hiele menuntut kemampuan berpikir geometri hingga level 4 (Cesaria et al., 2021). Oleh karena itu, mahasiswa calon guru yang menempuh studi Semester 1 di jejang perguruan tinggi setidaknya memiliki kemampuan berpikir geometri minimal level 4.

Analisa kesulitan subjek menyelesaikan soal indikator Level 3

Analisis kesulitan peserta didik mencapai level berpikir geometri di atasnya hanya difokuskan pada responden yang berasal dari kategori berpikir beometri level 2. Hal ini dikarenakan persentase responden yang berada pada Level 2 mencapai lebih dari 90%. Untuk menggali permasalahan responden pada Level 2 dalam dalam menyelesaikan soal yang mengukur indikator berpikir Level 3, dilakukan penggalan informasi lebih lanjut melalui wawancara kepada 3 (tiga) subjek penelitian yaitu S1, S2, dan S3. Hasil analisa jawaban dan wawancara dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan gambaran kendala subjek dalam menyelesaikan soal nomor 3 di bawah ini.

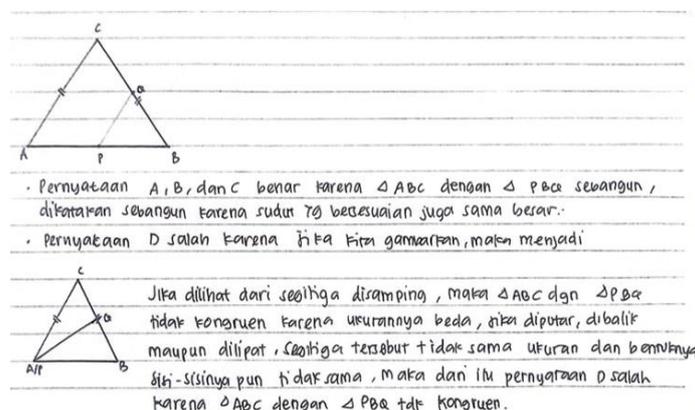
Diberikan segitiga sama kaki $\triangle ABC$ dengan $AC = BC$. Titik P pada AB , dan Q pada BC sedemikian sehingga PQ sejajar AC . Periksa! pernyataan di bawah ini, benar atau salah! Berikan alasan logis untuk mendukung jawabanmu!

- A. Besar $\angle BPQ =$ besar $\angle BAC$, dan besar $\angle BQP =$ besar $\angle BCA$
- B. $\triangle ABC$ sebangun $\triangle PBQ$ karena sudut-sudut bersesuaian pada kedua segitiga sama besar
- C. Pastilah $\frac{PB}{AB} = \frac{PQ}{AC} = \frac{BQ}{BC} = \frac{1}{2}$
- D. $\triangle ABC$ kongruen $\triangle PBQ$ jika titik P berimpit dengan titik A .

Berikut ini akan dijelaskan deskripsi jawaban masing-masing subjek S1, S2 dan S3.

Analisis jawaban subjek S1 pada soal nomor 3

Gambar 2. menunjukkan jawaban dari subjek S1 pada soal nomor 3. Berdasarkan jawaban S1 pada Gambar 2., Subjek S1 tidak memberikan argumen spesifik yang mendukung kebenaran masing-masing pernyataan A, B, dan C. Argumen yang diberikan untuk membenarkan ketiga pernyataan belum menggambarkan hubungan yang logis antara informasi yang diketahui dengan yang sedang dievaluasi. Pada saat wawancara, S1 menjelaskan bahwa garis PQ sejajar dengan AC akan mengakibatkan perbandingan sisi-sisi bersesuaian pada kedua segitiga akan selalu sama, dan pasangan sudut bersesuaian sama besar. Oleh karena itu kedua pasangan segitiga sebangun.



Gambar 2. Jawaban S1 pada Soal Nomor 3

Analisa subjek S1 melalui wawancara lisan menunjukkan alur berpikir yang logis yang sudah benar, meskipun ia tidak secara eksplisit mengaitkan postulat/teorema hubungan sudut yang terbentuk jika dua garis sejajar dipotong oleh garis lain. Namun demikian, argumen tertulis yang ia berikan menunjukkan subjek S1 belum mampu menuangkan gagasan ide secara tertulis dengan logis dan sistematis.

Pada Gambar 2., tampak bahwa dalam menilai pernyataan D, subjek S1 fokus pada analisa pernyataan D sehingga tampak pada gambar ia membuat titik P berimpit pada titik A, sedang titik Q tetap berada pada posisi awal gambar pertama yang ia buat. Melalui wawancara, subjek S1 memberikan konfirmasi bahwa dalam menilai pernyataan D ia memang hanya fokus pada pernyataan D tanpa mengaitkannya dengan informasi yang diketahui yaitu PQ sejajar AC. Hal ini mengakibatkan gambar yang ia hasilkan seperti tampak pada gambar kedua, dimana PQ tidak lagi sejajar dengan AC. Kekeliruan tersebut berdampak pada kekeliruan analisa yang ia berikan.

Analisis jawaban subjek S2 pada soal nomor 3.

Gambar 3. Menunjukkan jawaban subjek S2 pada soal nomor 3. Berdasarkan Gambar 3., argumen yang ditulis oleh subjek S2 untuk mendukung kebenaran pernyataan A tidak menyebutkan objek apa yang ia maksud memiliki bentuk dan besar sama. Melalui wawancara, S2 menjelaskan bentuk yang sama tersebut merujuk pada segitiga ABC dan segitiga PBQ. Menurut S2, besar sudut bersesuaian sama besar dikarenakan sudut-sudut bersesuaian besarnya sama-sama lebih kecil dari 90°. Namun saat ditanya lebih lanjut, S2 tidak dapat memberikan argumen logis untuk mendukung klaim yang dibuatnya.

Pernyataan A (Benar) karena memiliki bentuk dan besar yang sama $\angle BPA = \text{besar } \angle BAC$, dan besar $\angle BQP = \text{besar } \angle BCA$

Pernyataan B (Benar) karena memiliki kedua segitiga yg sudutnya bersesuaian.

C. Padahal $\frac{PB}{AB} = \frac{PA}{AC} = \frac{BA}{BC} = \frac{1}{2}$ (salah) karena sama-sama sekawan seharusnya sama dengan 1

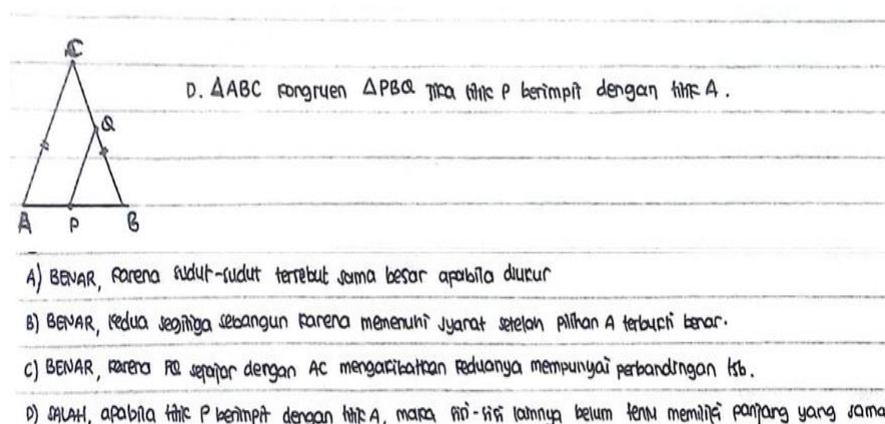
d. $\triangle ABC$ kongruen $\triangle PBQ$ jika titik P berimpit dengan titik A (Benar)

Gambar 3. Jawaban S2 pada Soal Nomor 3

Argumen yang diberikan subjek S2 untuk mendukung kebenaran pernyataan B hanya mengulang sebagian isi pernyataan B. Pada saat wawancara, subjek S2 juga tidak dapat memberikan penjelasan lebih lanjut. Pada pernyataan C, subjek S2 menjelaskan bahwa argumen yang ia tulis itu bermaksud menyatakan perbandingan yang sama sisi-sisi yang bersesuaian pada segitiga sama. Lebih lanjut, subjek S2 menjelaskan bahwa alasan mengapa pernyataan D bernilai benar ialah dikarenakan menurutnya titik P berimpit dengan titik A dihasilkan dari proses penempelan segitiga PBQ (perhatikan gambar pasangan segitiga pada pernyataan B) ditempel pada segitiga ABC sehingga titik PQ pada AC. Proses ini akan menghasilkan segitiga yang sama kongruen. Akan tetapi, saat ditanya "Apakah pada kondisi ini titik P pasti akan berimpit dengan titik C?" Subjek S2 tidak dapat memberikan alasan logis yang menjelaskan pada saat titik P berimpit dengan titik A, titik Q juga akan berimpit dengan titik C.

Analisis jawaban subjek S3 pada soal nomor 3

Gambar 4. Menunjukkan jawaban subjek S3 pada soal nomor 3. Berdasarkan Gambar 4., argumen yang digunakan oleh subjek S3 untuk mendukung kebenaran pernyataan A tidak memuat penjelasan proses pengukuran besar sudut yang ia maksud. Melalui wawancara, S3 menjelaskan pengukuran besar sudut menggunakan postulat garis sejajar dimana garis PQ sejajar AC dan dipotong oleh garis AB sehingga menghasilkan sudut sehadap BPQ dan BAC sama besar. Garis PQ sejajar AC dipotong oleh garis BC sehingga menghasilkan sudut sehadap BQP dan BCA sama besar. Dengan demikian pernyataan A bermilai benar. Dapat dilihat bahwa S3 dapat menggunakan alur berpikir logis dalam menentukan nilai kebenaran pernyataan A, namun belum dapat menggunakan komunikasi matematika yang baik dalam menyusun argumentasi untuk mendukung penilaiannya.



Gambar 4. Jawaban S3 pada Soal Nomor 3

Pada pernyataan B, argumen yang diberikan oleh S3 menunjukkan ia telah memahami hubungan kebenaran A dengan pernyataan B. Melalui wawancara S3 menjelaskan bahwa berdasarkan analisa pada pernyataan A didapatkan dua pasang sudut yang diberikan bersesuaian sama besar. Pasangan sudut ketiga jelas sama besar karena merupakan sudut yang sama yaitu sudut B. Sehingga dapat disimpulkan kedua segitiga sebangun. Oleh karena itu, pernyataan B bernilai benar. Analisa yang dilakukan oleh S3 untuk memeriksa kesebangunan pada dua segitiga telah benar.

Berdasarkan wawancara terkait pernyataan C, subjek S3 menjelaskan bahwa pada gambar yang telah ia buat di awal titik P merupakan titik tengah AB dan titik Q sebagai titik tengah BC. Diperoleh nilai perbandingan sisi-sisi bersesuaian $\frac{PB}{AB} = \frac{PQ}{AC} = \frac{BQ}{BC} = \frac{1}{2}$. Hal ini menunjukkan pada evaluasi pernyataan C, subjek S3 tidak meninjau kembali bagaimana hubungan pernyataan C dengan informasi sebelumnya. Kasus yang sama terjadi saat subjek S3 mengevaluasi pernyataan D. Subjek S3 membatasi fokus penilaian hanya pernyataan D. Ia menyatakan bahwa saat titik P berimpit dengan titik A, belum tentu titik Q ikut serta berimpit ke titik C. Ia tidak menganalisa bagaimana hubungan pernyataan D dengan pernyataan semula dimana garis PQ sejajar AC.

Pembahasan hasil analisa kendala subjek pada Level 2 dalam mencapai Level 3

Berdasarkan paparan di atas, diperoleh informasi bahwa salah satu kendala subjek yang memiliki kemampuan berpikir level 2 menyelesaikan soal yang mengukur indikator Level 3 ialah belum dapat menganalisa keseluruhan premis yang diberikan dengan tepat. Mereka cenderung keliru menginterpretasi premis yang ada, hanya memaknai sebagian dari makna premis yang ada dengan benar. Hal ini menghasilkan pemahaman informasi masalah yang keliru. Temuan ini didukung oleh hasil penelitian (Hendroanto et al., 2019) yang menyatakan bahwa salah satu kelemahan dari peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir geometri Level 2 ialah belum mampu menganalisa informasi soal yang kompleks sehingga memiliki pemahaman masalah yang masih keliru. Hal ini berdampak pada kegagalan peserta didik menemukan solusi permasalahan yang benar.

Kendala berikutnya ialah subjek pada Level 2 belum dapat mengevaluasi informasi apa saja yang relevan dan dibutuhkan pada proses bernalar untuk menyusun suatu argumen matematis. Mereka cenderung lebih menaruh fokus perhatian pada pernyataan yang sedang diperiksa kebenarannya, tidak mengkaji secara mendalam bagaimana hubungan informasi baru (pada pernyataan D) dengan informasi telah ada sebelumnya. Hal ini menyebabkan proses bernalar yang keliru sehingga menghasilkan kesimpulan yang tidak tepat. Guarino et al. (2022) menyatakan bahwa salah satu

penyebab peserta didik dalam proses bernalar logis ialah dikarenakan gagal mendeteksi adanya hubungan berbagai informasi yang krusial terhadap proses penalaran logis.

Berdasarkan hasil wawancara juga ditemukan informasi bahwa ketiga subjek mengalami kesulitan dalam menuangkan gagasannya secara tertulis dengan baik. Diantara ketiga subjek yaitu S1 dan S3 sudah mulai dapat bernalar secara informal menghubungkan premis yang ada untuk menghasilkan suatu kesimpulan mengenai pernyataan A yang diperiksa. Namun, mereka terkendala menuliskan hasil bernalarnya secara tertulis. Akibatnya, argumentasi yang ditulis belum berhasil menjelaskan keputusan yang dibuatnya. Hal ini sesuai dengan temuan Renanda et al. (2023) diantara karakteristik peserta didik yang belum berhasil mencapai Level 3 (deduksi informal) ialah sudah mampu menarik kesimpulan melalui proses bernalar secara induktif, namun belum mampu memberikan penjelasan informal atas hasil berpikir logias yang ia lakukan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi diperoleh kesimpulan bahwa pada umumnya mahasiswa calon guru yang diteliti memiliki tingkat kemampuan berpikir geometri pada Level 2 (analisis) yaitu sebesar 92,5%. Temuan ini menunjukkan kemampuan geometri mahasiswa calon guru masih berada pada level yang diharapkan sebagai calon guru matematika yang akan mengajar materi geometri pada tingkat sekolah menengah. Guru matematika sekolah menengah setidaknya harus memiliki kemampuan berpikir geometri level 4 (deduksi).

Mahasiswa calon guru yang memiliki kemampuan berpikir geometri pada Level 2 sudah dapat membedakan pasangan segitiga sebangun, dapat menjelaskan kesebangunan pada segitiga yang lebih kompleks, dapat mengidentifikasi dan menjelaskan hubungan sudut-sudut dan sisi-sisi bersesuaian pada segitiga sebangun. Namun, mereka mengalami kesulitan menganalisa informasi kompleks yang dibutuhkan untuk berpikir logis yang dibutuhkan pada Level 3 (deduksi informal). Mereka juga belum dapat mengidentifikasi koneksi informasi relevan yang krusial digunakan dalam menyusun argumen mendukung keputusannya. Disamping itu, hasil evaluasi juga menunjukkan mereka masih kesulitan menuangkan gagasannya secara tertulis.

DAFTAR PUSTAKA

Aslan-tutak, F., & Adams, T. L. (2015). A study of geometry content knowledge of elementary preservice teachers. *International Electronic Journal of Elementary Education*,

- 7(510), 301–318.
- Bonyah, E., & Larbi, E. (2021). Assessing van Hiele’s geometric thinking levels among elementary pre-service mathematics teachers. *African Educational Research Journal*, 9(4), 844–851. <https://doi.org/10.30918/aerj.94.21.119>
- Celik, H. S., & Yilmaz, G. K. (2022). Analysis of Van Hiele geometric thinking levels studies in Turkey: A meta-synthesis study. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 14(1), 473–501. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1331510.pdf>
- 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>
- Elvi, M., & Siregar, N. A. R. (2023). Identifikasi kesalahan siswa menyelesaikan soal matematika garis dan sudut. *PYTHAGORAS:Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 128–139.
- Guarino, K. F., Wakefield, E. M., Morrison, R. G., & Richland, L. E. (2022). Why do children struggle on analogical reasoning tasks? Considering the role of problem format by measuring visual attention. *Acta Psychologica*, 224. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103505>
- Hendroanto, A., Fitriyani, H., & Anggoro, R. P. (2019). Level berpikir Van Hiele dan kemampuan spasial: Apakah pengaruhnya terhadap tetrapampilan HOTS mahasiswa? *JIPMat*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v4i1.3662>
- Karakuş, F., & Peker, M. (2015). The Effects of dynamic geometry software and physical manipulatives on pre-service primary teachers’ Van Hiele levels and spatial abilities. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(3), 338. <https://doi.org/10.16949/turcomat.31338>
- Ma, H. L., Lee, D. C., Lin, S. H., & Wu, D. B. (2015). A study of Van Hiele of geometric thinking among 1 st through 6 th Graders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 1181–1196. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1412a>
- Mubianti, D., Fera, M., & Siregar, N. A. R. (2023). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Kontekstual Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Kelas VIII SMP. *Didactical Mathematics*, 5(2), 550–563. <https://doi.org/10.31949/dm.v5i2.6409>
- Ngirishi, H., & Bansilal, S. (2019). An exploration of high school learners’ understanding of geometric concepts. *Problems of Education in the 21st Century*, 77(1), 82–96. <https://doi.org/10.33225/PEC/19.77.82>
- Novita, R., Prahmana, R. C. I., Fajri, N., & Putra, M. (2018). Penyebab kesulitan belajar geometri dimensi tiga. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(1), 18–29. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v5i1.16836>
- Ramadhona, R., Siregar, N. A. R., & Alpindo, O. (2021). *Geometri bidang dan ruang* (S. A. Perdana (ed.); 1st ed.). Umrah Press.
- Renanda, A., Qohar, A., & Chandra, T. D. (2023). Analisis peningkatan level berpikir geometri mahasiswa berdasarkan teori Van Hiele dengan pendekatan konstruktivisme. *Jurnal Tadris Matematika*, 6(1), 101–114. <https://doi.org/10.21274/jtm.2023.6.1.101-114>
- Restanto, R., & Mampouw, H. L. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Geometri Tipe Open-Ended Ditinjau dari Gaya Belajar. *Jurnal Numeracy*, 5(1), 29–40. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v5i1.301>
- Robichaux-Davis, R. R., & Guarino, A. J. (2016). Assessing elementary pre-service teachers’ knowledge for teaching geometry. *International Journal of Mathematics and Statistics Invention*, 4(1), 12–20. www.ijmsi.org
- Salifu, A. S., Yakubu, A.-R., & Ibrahim, F. I. (2018). Van Hiele geometric thinking levels of pre-service teachers ’ of E . P . College of Education , Bimbilla-Ghana. *Journal of*

- Education and Practice*, 9(23), 108–119.
<https://iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/44024>
- Salmina, M., & Nisa, S. K. (2018). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Berdasarkan Gender pada Materi Geometri. *The New Oxford Shakespeare: Critical Reference Edition*, Vol. 2, 5(1), 41–48. <https://doi.org/10.1093/oseo/instance.00208803>
- Saputri, D. H., Izzati, N., & Siregar, N. A. R. (2023). View of Students' mathematical representation ability in solving contextual problems on circle material.pdf. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(3), 496–506.
- Senk, S. L., Thompson, D. R., Chen, Y.-H., Voogt, K., & Usiskin, Z. (2022). *The Van Hiele geometry test: History, use, and suggestions for revisions* (Issue August). University of Chicago School Mathematics Project.
- Siew, N. M., Chong, C. L., & Abdullah, M. R. (2013). Facilitating students' geometric thinking through Van Hiele's phase-based learning using Tangram. *Journal of Social Sciences*, 9(3), 101–111. <https://doi.org/10.3844/jssp.2013.101.111>
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. The University of Chicago.
- Wangi, S. R., Winarti, E. R., & Kharis, M. (2016). Penerapan model pembelajaran CTL dengan strategi react untuk meningkatkan hasil belajar dan kedisiplinan siswa pada materi geometri. *Unnes Journal of Mathematics Education (UJME)*, 5(1), 1–7.
- Wicaksono, A. B., & Juniati, D. (2022). Level berpikir geometris mahasiswa calon guru matematika berdasarkan teori Van Hiele. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2479. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5491>
- Yanuarti, S. (2018). Penerapan pembelajaran Berbasis Predict, Observe, Explain (POE) pada pembelajaran Geometri di kelas X SMA Negeri 13 Palembang. *Journal Pendidikan Matematika*, 12(1), 71–78.
- Yavuz, F., & Celik, O. (2017). The importance of listening in communication. *Global Journal of Psychology Research: New Trends and Issues*, 7(1), 8–11. <https://doi.org/10.18844/gjpr.v7i1.2431>