



Analisis Peningkatan Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berdasarkan Teori Van Hiele dengan Pendekatan Konstruktivisme

Aini Renanda¹, Abd. Qohar², Tjang Daniel Chandra³

^{1,2,3}*Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang 65145*

e-mail: aini.renanda8@gmail.com¹, abd.qohar.fmipa@um.ac.id², tjang.daniel.fmipa@um.ac.id³

ABSTRAK

Bekal kemampuan memecahkan masalah, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif merupakan hal penting untuk meningkatkan sumber daya manusia yang bisa didapat dari belajar matematika. Geometri merupakan salah satu bidang matematika yang bertujuan mengembangkan kemampuan berpikir logis, mengembangkan intuisi keruangan, serta menginterpretasikan argumen-argumen matematik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi geometri masih berada pada level rendah, sehingga diperlukan pengembangan atau peningkatan proses pembelajaran geometri. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan peningkatan level berpikir geometri mahasiswa berdasarkan teori Van Hiele dengan pendekatan konstruktivisme. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan teknik analisis data menggunakan model Miles & Huberman berupa reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum dilakukan proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme, kemampuan berpikir geometri mahasiswa berada pada level 1 hingga 3 atau tahap analisis hingga deduksi formal dengan rata-rata berada pada tahap deduksi informal dan pra deduksi formal. Sedangkan setelah dilakukan proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme, kemampuan berpikir geometri meningkat di level 2 hingga 4 atau tahap deduksi informal hingga rigor dengan rata-rata yang meningkat di tahap deduksi formal.

Kata Kunci: Berpikir Geometri, Teori Van Hiele, Konstruktivisme.

ABSTRACT

The provision of problem-solving, analytical, systematic, critical, and creative skills is important to improve human resources that can be obtained from learning mathematics. Geometry is a field of mathematics that aims to develop logical thinking skills, develop spatial intuition, and interpret mathematical arguments. Several studies show that students' understanding of geometry material is still at a low level, so it is necessary to develop or improve the geometry learning process. The purpose of this study is to describe the increase in students' geometric thinking levels based on Van Hiele's theory with a constructivism approach. The method used in this research is descriptive qualitative with data analysis techniques using the Miles & Huberman model in the form of data reduction, data presentation, and drawing conclusions. The results showed that before the learning process using a constructivist approach, students' geometric thinking skills were at levels 1 to 3 or the analysis stage to a formal deduction with the average being at the informal deduction and pre-formal deduction stages. Meanwhile, after the learning process using a constructivist approach was carried out, geometric thinking skills increased at levels 2 to 4 or the informal deduction stage to the rigor with an average increase in the formal deduction stage.

Keywords: *Geometry Thinking, Van Hiele Theory, Constructivism.*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di setiap jenjang pendidikan mulai dari Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas, bahkan hingga jenjang Perguruan Tinggi. Pembekalan matematika yang diberikan sejak sekolah dasar bukan tanpa alasan dan tujuan. Hal ini bertujuan agar siswa memiliki bekal kemampuan memecahkan masalah, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif serta kemampuan bekerjasama dalam kehidupan masyarakat ke depannya (Kenedi et al., 2018). Keterampilan dan cara berpikir demikian dapat dikembangkan melalui proses pendidikan yang berkualitas, salah satunya pada proses pembelajaran matematika.

Proses pembelajaran memerlukan keterlibatan aktif antara pendidik dan peserta didik. Peserta didik perlu membangun pengetahuan dan kemampuan mereka secara aktif dengan pembelajaran yang bukan terpusat pada pendidik. Proses pembelajaran semacam ini ada pada pendekatan konstruktivisme. Teori belajar konstruktivisme adalah sebuah teori yang memberikan kebebasan terhadap manusia yang ingin belajar atau mencari kebutuhannya dengan kemampuan menemukan keinginan atau kebutuhannya tersebut dengan bantuan fasilitasi orang lain, sehingga teori ini memberikan kesempatan seseorang untuk belajar menemukan kompetensi, pengetahuan, atau teknologi dan hal lain yang diperlukan guna mengembangkan dirinya sendiri (Sugrah, 2020).

Salah satu subjek yang diajarkan dalam matematika adalah geometri. Geometri merupakan salah satu bidang matematika yang memiliki hubungan erat dengan bidang matematika lainnya. Tujuan pembelajaran geometri adalah agar mahasiswa menjadi pemecah masalah yang baik, dapat berkomunikasi secara matematik dan dapat bernalar secara matematik. Selain itu, pembelajaran pada bidang geometri juga dapat mengembangkan kemampuan berpikir logis, mengembangkan intuisi keruangan, menanamkan pengetahuan untuk menunjang materi yang lain, dan dapat membaca serta menginterpretasikan argumen-argumen matematik (Abdussakir, 2009; Kamadi, 2021). Wardhani (2020) menyatakan bahwa geometri menggabungkan sebuah abstraksi dari pengalaman visual dan spasial, misalnya bidang, pola, pengukuran, dan pemetaan. Geometri memberikan pendekatan pemecahan masalah melalui gambar-gambar, diagram, sistem koordinat, vektor, dan transformasi (Wardhani, 2020). Pada dasarnya, mahasiswa sudah mengenal garis, bidang dan ruang dalam kehidupan mereka sehari-hari yang merupakan bagian dari ide-ide geometri. Namun dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap materi geometri masih berada pada level rendah, sehingga diperlukan pengembangan atau peningkatan proses pembelajaran geometri.

Salah satu tokoh yang terkenal dengan pendekatan materi geometri adalah pendekatan geometri Van Hiele. Van Hiele adalah seorang guru matematika berkebangsaan Belanda yang pada tahun 1954 menulis disertasi tentang pengajaran geometri. Disertasi tersebut ditulis berdasarkan hasil penelitiannya di lapangan melalui observasi dan tanya jawab. Van Hiele menyimpulkan bahwa terdapat lima tahap pemahaman geometri. Tahap-tahap siswa dalam memahami geometri itu adalah

visualisasi, analisis, deduksi informal, deduksi formal, dan rigor (Burger & Culpepper, 1993; Van Hiele, 1985).

Beberapa penelitian mengenai materi geometri yang melibatkan tahap pemahaman geometri berdasarkan teori Van Hiele telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai jenjang pendidikan. Beberapa contoh penelitian seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Amalliyah et al. (2021) menunjukkan bahwa dari enam siswa tingkat menengah atas yang diteliti, tahap berpikir siswa rata-rata berada pada tahap satu (analisis). Hasil penelitian Muhassanah & Mulyatna (2020) menunjukkan bahwa tingkat berpikir mahasiswa yang memiliki gaya kognitif FD adalah visualisasi dan analisis, tingkat berpikir mahasiswa yang memiliki gaya kognitif FM adalah visualisasi dan pra-analisis, dan tingkat berpikir siswa yang memiliki gaya kognitif FI adalah pra-deduksi informal. Sedangkan pada penelitian oleh Falbiansyah & Pujiastuti (2021), diambil tiga mahasiswa sebagai subjek penelitian dengan hasil yang menunjukkan bahwa dua subjek berada dalam level geometri tahap rigor serta satu subjek berada pada level geometri tahap deduksi formal. Penelitian lain dari Putri & Nopriana (2019) menunjukkan hasil sekitar 15% subjek mencapai pre-0, 50% pada level 0 (visualisasi) dan 35% pada level 1 (analisis), dan tingkat berpikir geometri tertinggi yang dicapai ialah level 1 (analisis). Sehingga tingkat berpikir geometri Van Hiele dari mahasiswa pendidikan baru mencapai 33%. Perbedaan penelitian ini dengan yang penelitian lainnya adalah penelitian ini berfokus pada analisis peningkatan level berpikir mahasiswa.

Hasil observasi pada salah satu kelas di Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang menunjukkan bahwa masih ada mahasiswa yang berada pada tahap satu belum sempurna. Tahap satu belum sempurna yang dimaksud adalah tahap di antara visualisasi dan analisis. Mahasiswa sudah melewati level visualisasi namun belum sepenuhnya memasuki level analisis sehingga dinamakan fase pra-analisis. Dalam hal ini yang dimaksud dengan pra-analisis adalah mahasiswa mulai mengenali dan mengaplikasikan suatu ide geometri, namun belum sepenuhnya benar dalam mendeskripsikan berbagai sifat (Junedi, 2017). Sedangkan dalam masa perkuliahan semester awal membutuhkan level 4 dalam berpikir geometri. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mendeskripsikan peningkatan level berpikir mahasiswa setelah dilakukan proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif yang bermaksud untuk mendeskripsikan peningkatan level berpikir geometri mahasiswa berdasarkan teori Van Hiele setelah dilakukannya proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme. Proses penelitian ini mencakup analisis data secara induktif dan membuat interpretasi makna data (Creswell, 2019). Subjek penelitian ini adalah dua belas mahasiswa semester satu Program Studi S1 Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2021 hingga November 2021. Data penelitian ini diperoleh dari hasil observasi selama

proses pembelajaran dan juga hasil tes geometri yang digunakan untuk mengetahui bagaimana kemampuan berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh peneliti. Instrumen yang dibuat telah dikonsultasikan pada dua dosen yang ahli. Validasi data menggunakan metode triangulasi, yaitu teknik pemeriksaan keabsahan data yang memanfaatkan sesuatu yang lain di luar data tersebut untuk keperluan pengecekan atau sebagai pembandingan terhadap data tersebut (Alfansyur & Mariyani, 2020). Teknik analisis data menggunakan model Miles & Huberman (1992), yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Reduksi data merupakan proses pemilihan, pemusatan perhatian pada penyederhanaan, pengabstrakan, dan transformasi data kasar yang muncul dari catatan-catatan lapangan. Dalam hal ini berarti merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting, menyesuaikan tema dan pola serta membuang data yang tidak perlu. Dengan demikian data yang telah direduksi akan memberikan gambaran yang lebih jelas dan mempermudah peneliti untuk melakukan pengumpulan data selanjutnya, dan mencarinya bila diperlukan (Li et al., 2018; Miles & Huberman, 1992). Reduksi yang dilakukan adalah dengan mengambil beberapa mahasiswa dari masing-masing kelompok kemampuan kognitif sehingga diperoleh dua belas mahasiswa dan fokus melakukan analisis pada perubahan level berpikir mereka.

Setelah melakukan reduksi data, selanjutnya dilakukan penyajian data. Penyajian data adalah sekumpulan informasi tersusun yang memberi kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Penyajian data ini dilakukan dengan tujuan agar data yang disajikan lebih terorganisir dan mudah untuk dipahami (Miles & Huberman, 1992; Skjott & Korsgaard, 2019). Penyajian data dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan teks naratif dari sekumpulan informasi yang berasal dari hasil reduksi data, dan berisi tentang pemaparan dan penjelasan level kemampuan berpikir geometri dengan indikator berdasarkan teori Van Hiele.

Tahap akhir dalam teknik analisis data adalah verifikasi atau penarikan kesimpulan. Berdasarkan Miles & Huberman (1992), penarikan kesimpulan dan verifikasi didapatkan setelah dilakukan tahap reduksi data dan tahap penyajian data. Kesimpulan pada penelitian kualitatif merupakan proses mengambil inti dari hasil yang diperoleh dari tahap sebelumnya. Kesimpulan awal yang dikemukakan masih bersifat sementara dan akan berubah bila ditemukan bukti-bukti kuat yang mendukung tahap pengumpulan data selanjutnya. Tetapi apabila kesimpulan yang dikemukakan pada tahap awal didukung oleh bukti-bukti yang valid dan konsisten saat peneliti kembali ke lapangan untuk mengumpulkan data, maka kesimpulan yang dikemukakan merupakan kesimpulan yang kredibel (Shidiq et al., 2019). Pada penelitian ini, kesimpulan ditentukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: (i) Menelaah semua data yang terkumpul dari berbagai sumber data. Mengambil kesimpulan sementara berdasarkan hasil tes dan observasi, dengan berpedoman pada indikator kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele, (ii) Kesimpulan akhir diambil setelah menganalisis hasil tes dengan indikator kemampuan berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang disajikan merupakan hasil observasi dan hasil tes geometri siswa yang didasarkan pada indikator kemampuan berpikir geometri. Indikator kemampuan berpikir geometri yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada level berpikir geometri teori Van Hiele. Berdasarkan teori Van Hiele, terdapat lima tingkatan atau lima level berpikir geometri yang dimulai dari angka 0 hingga 4, yaitu secara berturut-turut terdiri dari visualisasi, analisis, pengurutan, deduksi, dan keakuratan. Berikut akan disajikan indikator level berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Indikator Level Berpikir Geometri Berdasarkan Teori Van Hiele pada Materi Segitiga

Level Berpikir	Karakteristik	Indikator Level Berpikir
Level 0 (Visualisasi)	Objek pemahaman mahasiswa masih didominasi bentuk dan bagaimana bentuk suatu bangun secara visual	Mahasiswa dapat mengidentifikasi unsur-unsur segitiga (titik, ruas garis, sisi, sudut) Mahasiswa mampu membuat atau menggambarkan visualiasasi dari soal yang diberikan
Level 1 (Analisis)	Mahasiswa mulai mengenali dan mengaplikasikan suatu ide geometri, mendeskripsikan dengan benar berbagai sifat serta dapat mengidentifikasi gambar sebagai bagian dari gambar yang lebih besar	Mahasiswa dapat mendeskripsikan sifat dari segitiga Mahasiswa dapat mengidentifikasi jenis-jenis dari segitiga (sama sisi, sama kaki, siku-siku) Mahasiswa dapat atau mampu membandingkan dua segitiga saling kongruen atau sebangun
Level 2 (Deduksi Informal)	Mahasiswa dapat mengurutkan dan mengaitkan beberapa ide-ide geometri secara logis, memahami definisi, dan menarik kesimpulan dengan memberikan argumen secara informal	Mahasiswa memahami definisi yang terkait dengan segitiga. Mahasiswa dapat membuat kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara informal tentang materi yang disampaikan
Level 3 (Deduksi Formal)	Mahasiswa memahami arti deduksi sehingga dapat membuktikan dengan dasar definisi, aksioma, teorema, maupun postulat	Mahasiswa dapat menarik kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara formal berdasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga
Level 4 (Rigor)	Mahasiswa tidak hanya melakukan pengambilan kesimpulan akan tetapi dapat melakukan pembuktian dari manipulasi aksioma dan definisi. Mereka memahami betapa pentingnya ketepatan dari prinsip-prinsip dasar yang melandasi suatu pembuktian. Mahasiswa pada tahap ini sudah memahami mengapa sesuatu itu dijadikan postulat atau dalil	Mahasiswa dapat melakukan pembuktian dari manipulasi aksioma, definisi, maupun teorema yang berkaitan dengan segitiga

Berdasarkan hasil observasi dan hasil tes kemampuan yang dilakukan pada mahasiswa diperoleh data hasil kemampuan kognitif yang digolongkan menjadi tiga yaitu rendah, sedang, dan tinggi yang disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Data Pengkelompokan Kemampuan Kognitif Mahasiswa

Kemampuan Rendah	Kemampuan Sedang		Kemampuan Tinggi	
AM	FA	SD	AL	CR
AN	AP	AZ	EN	MI
CB	IK	AD	FI	RD
DV	JS	AE	AR	DM
PD	LA	AU	IF	SR
	MR	AW	KN	SF
	MT	JA	MF	WY
	AH	RR		
	NZ			

Dengan adanya data kelompok kemampuan kognitif mahasiswa yang telah disajikan pada [Tabel 2](#), peneliti melakukan reduksi data dengan tidak mengikutsertakan subjek yang tidak mengikuti atau mengerjakan tes geometri. Dalam hal ini subjek AM pada kelompok kemampuan rendah tidak memenuhi syarat sebagai subjek penelitian karena tidak adanya data hasil tes geometri yang dapat dianalisis. Sehingga untuk selanjutnya subjek AM akan dihilangkan dari data penelitian. Berdasarkan hal tersebut, jumlah mahasiswa terkecil ada pada mahasiswa kelompok kognitif rendah, karena mahasiswa pada kelompok rendah hanya terdiri dari empat mahasiswa saja.

Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berdasarkan Teori Van Hiele (Konvensional)

Selanjutnya subjek penelitian pada kelompok sedang dan tinggi diambil secara acak untuk dilakukan analisis hasil tes. Hasil penelitian yang akan disajikan adalah hasil analisis level berpikir mahasiswa pada proses pembelajaran konvensional. Pertama akan disajikan kemampuan level berpikir mahasiswa kelompok kemampuan kognitif rendah yang didasarkan pada hasil observasi dan hasil tes geometri dan disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir geometri teori Van Hiele. [Tabel 3](#) menyajikan hasil analisis level berpikir mahasiswa berkemampuan rendah berdasarkan teori Van Hiele.

Tabel 3. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berkemampuan Rendah Berdasarkan Teori Van Hiele (Konvensional)

Kemampuan Rendah	Level Berpikir	Keterangan
AN	2 BS	Pra deduksi informal
CB	1	Analisis
DV	2	Deduksi informal
PD	1	Analisis

Subjek AN berada pada level 2 belum sempurna karena AN dapat membuat kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara informal namun terdapat alasan yang belum benar sehingga bisa dikatakan subjek AN pada tahap pra deduksi informal. Subjek CB dan PD berada pada level 1 (analisis) karena hanya mengidentifikasi sifat dengan benar namun belum mampu memberikan penjelasan secara informal dari kesimpulan yang dibuat. Sedangkan subjek DV berada pada level lebih tinggi dibanding lainnya yaitu level 2 karena mampu membuat kesimpulan dan memberikan penjelasan secara informal namun belum kepada memberikan penjelasan secara formal.

Selanjutnya akan disajikan kemampuan level berpikir mahasiswa kelompok kemampuan kognitif sedang yang didasarkan pada hasil observasi dan hasil tes geometri dan disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir geometri teori Van Hiele. **Tabel 4** menyajikan hasil analisis level berpikir mahasiswa berkemampuan sedang berdasarkan teori Van Hiele.

Tabel 4. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berkemampuan Sedang Berdasarkan Teori Van Hiele (Konvensional)

Kemampuan Sedang	Level Berpikir	Keterangan
AP	3 BS	Pra deduksi formal
AH	2	Deduksi informal
AZ	3 BS	Pra deduksi formal
AU	3	Deduksi formal

Subjek AP dan AZ berada pada level berpikir 3 belum sempurna atau bisa dikatakan berada pada tahap pra deduksi formal. Kedua subjek mencapai proses penarikan kesimpulan secara formal namun kurang tepat/lengkap dalam memberikan penjelasan yang didasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga. Subjek AH ada pada level 2 karena mampu membuat kesimpulan dan memberikan penjelasan secara informal namun belum kepada memberikan penjelasan secara formal. Sedangkan subjek AU berada pada level 3 (deduksi formal) yang mana subjek mampu menarik kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara formal berdasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga.

Selanjutnya akan disajikan kemampuan level berpikir mahasiswa kelompok kemampuan kognitif tinggi yang didasarkan pada hasil observasi dan hasil tes geometri dan disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir geometri teori Van Hiele. **Tabel 5** menyajikan hasil analisis level berpikir mahasiswa berkemampuan tinggi berdasarkan teori Van Hiele.

Tabel 5. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berkemampuan Tinggi Berdasarkan Teori Van Hiele (Konvensional)

Kemampuan Tinggi	Level Berpikir	Keterangan
AL	3 BS	Pra deduksi formal
AR	3 BS	Pra deduksi formal
CR	3	Deduksi formal
DM	3 BS	Pra deduksi formal

Subjek AL, AR, dan DM berada pada level berpikir 3 belum sempurna atau bisa dikatakan berada pada tahap pra deduksi formal. Ketiga subjek mencapai proses penarikan kesimpulan secara formal namun kurang tepat/lengkap dalam memberikan penjelasan yang didasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga. Sedangkan subjek CR berada pada level 3 (deduksi formal) yang mana subjek mampu menarik kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara formal berdasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga.

Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berdasarkan Teori Van Hiele (Konstruktivisme)

Hasil penelitian yang akan disajikan berikutnya adalah hasil analisis level berpikir mahasiswa pada proses pembelajaran konstruktivisme. Hasil analisis yang akan disajikan adalah

kemampuan level berpikir mahasiswa kelompok kemampuan kognitif rendah. Analisis dilakukan dengan cara yang sama yaitu didasarkan pada hasil observasi dan hasil tes geometri dan disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir geometri teori Van Hiele. **Tabel 6** menyajikan hasil analisis level berpikir mahasiswa berkemampuan rendah berdasarkan teori Van Hiele.

Tabel 6. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berkemampuan Rendah Berdasarkan Teori Van Hiele (Konstruktivisme)

Kemampuan Rendah	Level Berpikir	Keterangan
AN	3 BS	Pra deduksi formal
CB	3 BS	Pra deduksi formal
DV	3	Deduksi formal
PD	2 BS	Pra deduksi informal

Subjek AN dan CB berada pada level 3 belum sempurna karena kedua subjek dapat membuat kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara formal namun terdapat alasan yang belum benar sehingga subjek AN dan CB berada pada tahap pra deduksi formal. Jika dibandingkan dengan sebelumnya, subjek AN dan CB mengalami peningkatan level dari AN yang sebelumnya level 2 BS dan CB berada pada level 1. Subjek PD juga mengalami peningkatan yang awalnya berada pada level 1 (Analisis) menjadi di level 2 meskipun belum sempurna. PD berada di tahap pra deduksi informal karena subjek mampu membuat kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara informal dengan keterangan yang belum sepenuhnya benar. Sedangkan subjek DV berada pada level 3 karena mampu membuat kesimpulan dan memberikan penjelasan secara formal.

Selanjutnya akan disajikan kemampuan level berpikir mahasiswa kelompok kemampuan kognitif sedang. Hasil analisis didasarkan pada hasil observasi dan hasil tes geometri dan disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir geometri teori Van Hiele setelah dilakukannya proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme. **Tabel 7** menyajikan hasil analisis level berpikir mahasiswa berkemampuan sedang berdasarkan teori Van Hiele.

Tabel 7. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berkemampuan Sedang Berdasarkan Teori Van Hiele (Konstruktivisme)

Kemampuan Sedang	Level Berpikir	Keterangan
AP	3	Deduksi formal
AH	3 BS	Pra deduksi formal
AZ	3	Deduksi formal
AU	4	Rigor

Subjek AP dan AZ berada pada level berpikir 3 bisa dikatakan berada pada tahap deduksi formal. Dalam hal ini kedua subjek mencapai proses penarikan kesimpulan secara formal karena dalam memberikan penjelasan telah didasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga. Subjek AH ada pada level 3 BS karena proses penarikan kesimpulan secara formal yang dilakukan oleh subjek masih belum sempurna karena dalam memberikan penjelasan telah didasarkan pada definisi yang belum sesuai. Sedangkan subjek AU telah mencapai level tertinggi yaitu berada pada level 4 atau rigor. Dalam hal ini subjek AU dapat melakukan pembuktian dari

manipulasi aksioma, definisi, maupun teorema yang berkaitan dengan segitiga. Jika melihat data sebelumnya, keempat subjek telah mengalami peningkatan level berpikir geometri.

Selanjutnya akan disajikan kemampuan level berpikir mahasiswa kelompok kemampuan kognitif tinggi. Hasil analisis didasarkan pada hasil observasi dan hasil tes geometri dan disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir geometri teori Van Hiele setelah dilakukannya proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme. [Tabel 8](#) hasil analisis level berpikir mahasiswa berkemampuan sedang berdasarkan teori Van Hiele.

Tabel 8. Level Berpikir Geometri Mahasiswa Berkemampuan Tinggi Berdasarkan Teori Van Hiele (Konstruktivisme)

Kemampuan Tinggi	Level Berpikir	Keterangan
AL	3 BS	Pra deduksi formal
AR	4	Rigor
CR	4	Rigor
DM	3	Deduksi formal

Subjek AL berada pada level berpikir 3 BS bisa dikatakan berada pada tahap pra deduksi formal. Dalam hal ini subjek mencapai proses penarikan kesimpulan secara formal namun belum sempurna dalam memberikan penjelasan yang didasarkan definisi, aksioma, teorema, maupun postulat terkait materi segitiga. Subjek DM ada pada level 3 karena proses penarikan kesimpulan secara formal yang dilakukan oleh subjek sudah sempurna dalam memberikan penjelasan telah didasarkan pada definisi, aksioma maupun teorema. Sedangkan subjek AR dan CR telah mencapai level tertinggi yaitu berada pada level 4 atau rigor. Dalam hal ini kedua subjek dapat melakukan pembuktian dari manipulasi aksioma, definisi, maupun teorema yang berkaitan dengan segitiga. Jika melihat data sebelumnya, terdapat satu subjek yang tetap dan tidak mengalami peningkatan level berpikir, yaitu subjek AL. Sedangkan ketiga subjek lainnya yaitu AR, CR, dan DM telah mengalami peningkatan level berpikir geometri.

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan di atas, analisis pada penelitian ini menggunakan hasil observasi dan hasil tes geometri siswa yang didasarkan pada indikator kemampuan berpikir geometri. Indikator kemampuan berpikir geometri yang digunakan didasarkan pada level berpikir geometri teori Van Hiele. Berdasarkan teori Van Hiele, seseorang akan melalui lima level hierarki pada pembelajaran geometri yang dimulai dari level 0 hingga 4 dengan rincian secara berturut-turut terdiri dari visualisasi, analisis, pengurutan, deduksi, dan keakuratan (Clements, D. H & Battista, 1992; Jones & Bills, 1998; Van de Walle, 1994; Van Hiele, 2020). Indikator tingkat berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada hasil penelitian [Bautista & Valtoribio \(2016\)](#) yang kemudian dilakukan penyesuaian pada materi segitiga. Rincian indikator berpikir geometri yang digunakan dalam penelitian ini telah disajikan pada [Tabel 1](#).

Peneliti menyajikan data kelompok kemampuan kognitif mahasiswa menjadi tiga kelompok, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Data tersebut diperoleh dari hasil observasi dan hasil tes kemampuan yang dilakukan pada mahasiswa. Proses selanjutnya dilakukan reduksi data yang

menjadi bagian dari teknik analisis data dalam penelitian ini. Reduksi data adalah upaya mengumpulkan data, kemudian memilah-milah data dalam satuan konsep tertentu, kategori tertentu, dan tema tertentu (Rijali, 2018; Shidiq et al., 2019; Sugiyono, 2016). Dalam hal ini peneliti melakukan reduksi data dengan menghilangkan subjek yang tidak memenuhi syarat sebagai subjek penelitian karena tidak adanya data hasil tes geometri yang dapat dianalisis. Peneliti juga mereduksi data dengan mengambil empat subjek pada masing-masing kelompok karena jumlah mahasiswa terkecil berisi empat orang mahasiswa yang berada pada kelompok rendah. Pengambilan subjek dilakukan secara acak sederhana dengan mengambil sampel tanpa adanya penggantian sehingga setiap unit dalam populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih (Latpate et al., 2021; Prasad, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian, dilakukan analisis kemampuan berpikir geometri mahasiswa pada saat sebelum dilakukan proses pembelajaran konstruktivisme atau dalam hal ini masih konvensional dan juga melakukan analisis setelah proses pembelajaran konstruktivisme. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari empat mahasiswa dengan kognitif rendah telah mengalami peningkatan kemampuan berpikir geometri dengan pendekatan konstruktivisme. Pada awalnya terdapat dua subjek yang berada pada level analisis, sedangkan dua lainnya berada pada level deduksi informal dan juga pra deduksi informal. Pada level pra deduksi informal mahasiswa dapat membuat kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara informal namun terdapat alasan yang belum benar (Muhassanah & Mulyatna, 2020). Pada level 1 atau analisis mahasiswa hanya dapat mengidentifikasi sifat dengan benar namun belum mampu memberikan penjelasan secara informal dari kesimpulan yang telah dibuat (Suwito et al., 2017). Sedangkan subjek yang berada pada level lebih tinggi dibanding lainnya pada kelompok rendah yaitu level deduksi informal menunjukkan bahwa subjek mampu membuat kesimpulan dan memberikan penjelasan secara informal namun belum kepada memberikan penjelasan secara formal (Yudianto et al., 2018).

Setelah dilakukan pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme semua subjek kelompok rendah mengalami peningkatan dengan level terendah berada pada level pra deduksi informal dan yang tertinggi berada pada level deduksi formal. Dua subjek lainnya berada pada level pra deduksi formal yang berarti bahwa mahasiswa dapat membuat kesimpulan dengan memberikan penjelasan secara formal namun terdapat alasan yang belum tepat. Hal serupa juga dijelaskan oleh Muhassanah & Mulyatna (2020) yang menjabarkan level pra deduksi formal.

Selanjutnya hasil penelitian pada subjek dengan kemampuan kognitif sedang menunjukkan bahwa sebelumnya kelompok ini berada di tahap deduksi informal hingga deduksi formal. Pada level deduksi, seseorang harus menyusun bukti, tidak hanya menerima bukti. Jika sudah menerapkan struktur sistem aksioma lengkap dengan aksioma, definisi, teorema, konsekuensi dan postulat secara implisit maka dapat dikatakan berada pada tahap deduksi formal (Yudianto et al., 2018). Setelah dilakukan pendekatan konstruktivisme, masing-masing subjek mengalami peningkatan dan terdapat

satu subjek yang mampu mencapai tingkat tertinggi dari level berpikir geometri teori Van Hiele, yaitu level rigor.

Pada subjek dengan kemampuan kognitif tinggi, diperoleh hasil bahwa keempat subjek berada di tahap deduksi formal meskipun tiga diantaranya masih berada di level tiga belum sempurna atau tahap pra deduksi formal. Berdasarkan data analisis, tidak semua subjek mengalami peningkatan setelah dilakukan pendekatan konstruktivisme. Terdapat satu subjek yang tetap berada pada tahap deduksi formal. Sedangkan tiga subjek lainnya telah mengalami peningkatan dengan dua diantaranya mencapai level empat atau rigor. Pada tahap rigor mereka dapat melakukan pembuktian dari manipulasi aksioma, definisi, maupun teorema yang berkaitan dengan segitiga. Penelitian lain menyatakan bahwa pada 4 level (rigor) seseorang dapat bekerja dalam berbagai sistem aksiomatik yang berarti dia mampu mempelajari geometri non-Euclidean. Mahasiswa juga bisa membandingkan sistem berdasarkan aksioma yang berbeda dan dapat mempelajari banyak geometri tanpa adanya model nyata (Watan & Sugiman, 2018). Seseorang di level rigor bisa dikatakan mampu melewati level 0 hingga 3 tingkat dan itu berarti dia memiliki kemampuan berpikir reversibel dan kemungkinan besar dikategorikan dalam antisipasi analisis dan eksplorasi, karena kedua antisipasi dapat membantu seseorang mencapai tingkat yang tepat berpikir dalam memecahkan masalah (Yudianto et al., 2018).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, peningkatan level berpikir geometri terjadi pada sebelas dari dua belas subjek yang dianalisis yang berarti bahwa 91% dari keseluruhan subjek yang dianalisis telah mengalami peningkatan. Dengan rincian empat subjek berkemampuan rendah, empat subjek berkemampuan sedang, dan tiga subjek berkemampuan tinggi telah mengalami peningkatan, sedangkan satu subjek dari kelompok berkemampuan tinggi tidak mengalami peningkatan namun tidak juga mengalami penurunan. Sebelum dilakukan proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme, kemampuan berpikir geometri mahasiswa berada pada level 1 hingga 3 atau tahap analisis hingga deduksi formal dengan rata-rata berada pada tahap deduksi informal dan pra deduksi formal. Sedangkan setelah dilakukan proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme, kemampuan berpikir geometri meningkat di level 2 hingga 4 atau tahap deduksi informal hingga rigor dengan rata-rata yang meningkat di tahap deduksi formal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan level berpikir geometri siswa berdasarkan teori Van Hiele dengan pendekatan konstruktivisme. Analisis data pada penelitian ini belum menunjukkan peningkatan yang signifikan dari populasi penelitian dan fokus penelitian ini hanya pada peningkatan beberapa subjek yang diteliti. Penelitian selanjutnya disarankan untuk bisa mengembangkan dengan menunjukkan signifikansi peningkatan kemampuan berpikir geometri dengan pendekatan konstruktivisme serta persentase ketercapaian tiap tahap berpikir geometri berdasarkan teori Van Hiele.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdussakir. (2009). Pembelajaran geometri sesuai teori Van Hiele. *Jurnal Madrasah*, II(1). Retrieved from: <https://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/madrasah/article/view/1832/pdf>.
- Alfansyur, A., & Mariyani. (2020). Seni mengelola data: Penerapan triangulasi teknik, sumber dan waktu pada penelitian pendidikan sosial. *HISTORIS: Jurnal Kajian, Penelitian & Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 5(2), 146–150. <https://doi.org/10.31764/historis.v5i2.3432>.
- Amalliyah, N., Dewi, N. R., & Dwijanto. (2021). Tahap berpikir geometri siswa SMA berdasarkan teori Van Hiele ditinjau dari perbedaan gender. *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, 5(2), 352–361.
- Bautista, G. H., & Valtoribio, D. C. (2016). An assessment of grade 8 geometry teaching guide of the K to 12 Basic education program based on Van Hiele model of geometric thinking and department of education's standards. *American Journal of Educational Research*, 4(18), 1281–1284.
- Burger, W. F., & Culpepper, B. (1993). *Restructuring geometry. Research ideas for the classroom: High school mathematics*. (P. S. Wilson., Ed.). Macmillan Publishing Company.
- Clements, D. H & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D.A.Grouws (Ed), Handbook of research on mathematics teaching and learning. *Science of Advanced Materials*, 6(4), 420–464.
- Creswell, W. J. (2019). *Research design: Pendekatan metode kualitatif, kuantitatif, dan campuran*. Pustaka Pelajar
- Falbiansyah, F., & Pujiastuti, H. (2021). Analisis penalaran matematis mahasiswa pada materi geometri ditinjau berdasarkan teori Van Hiele. *Wahana Didaktika: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 19(1), 53. <https://doi.org/10.31851/wahanadidaktika.v19i1.4400>.
- Jones, K., & Bills, C. (1998). Visualisation, imagery, and the development of geometrical reasoning. *Proceeding of the British for Research into Learning Mathematics*, 18(1–2), 123–128. Retrieved from: <http://eprints.soton.ac.uk/41306/>.
- Junedi, B. (2017). Penerapan teori belajar Van Hiele pada materi geometri di kelas VIII. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.30743/mes.v3i1.213>.
- Kamadi, W. S. (2021). Pendekatan keterampilan proses untuk meningkatkan hasil belajar siswa materi keliling dan luas lingkaran kelas VIII-B SMP Negeri 2 Ratolindo. *Lentera Pendidikan Indonesia*, 2(2), 109–114. <https://doi.org/10.36312/lpi.v2i2.40>.
- Kenedi, A. K., Hendri, S., Ladiva, H. B., & Nelliarti. (2018). Kemampuan Koneksi matematis siswa sekolah dasar dalam memecahkan masalah matematika. *Jurnal Numeracy*, 5(2), 226–235. Retrieved from: <https://ejournal.bbg.ac.id/numeracy/article/view/396>.
- Latpate, R., Kshirsagar, J., Kumar Gupta, V., & Chandra, G. (2021). Simple random sampling. In *Advanced Sampling Methods*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0622-9_2.
- Li, S., Marsaglia, N., Garth, C., Woodring, J., Clyne, J., & Childs, H. (2018). Data Reduction Techniques for Simulation, Visualization and Data Analysis. *Computer Graphics Forum*, 37(6), 422–447. <https://doi.org/10.1111/cgf.13336>.

- Miles & Huberman. (1992). *Analisis data kualitatif: Buku sumber tentang metode-metode baru*. Universitas Indonesia Press.
- Muhassanah, N., & Mulyatna, F. (2020). Analisis tingkat berpikir geometris menurut Van Hiele pada mata kuliah geometri analitik ditinjau dari gaya kognitif. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 5(2), 233. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v5i2.6367>.
- Prasad, S. (2021). Some compromised exponential ratio type imputation methods in simple random sampling. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section A - Physical Sciences*, 91(2), 337–349. <https://doi.org/10.1007/s40010-020-00719-4>.
- Putri, L. A., & Nopriana, T. (2019). Tingkat berpikir geometri Van Hiele mahasiswa pendidikan matematika. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 1(1), 156–165. Retrieved from: <http://fkip-unswagati.ac.id/ejournal/index.php/snpm/article/view/849>.
- Rijali, A. (2019). Analisis data kualitatif. *Alhadharah: Jurnal Ilmu Dakwah*, 17(33), 81. <https://doi.org/10.18592/alhadharah.v17i33.2374>.
- Shidiq, U., Choiri, M., & Mujahidin, A. (2019). Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 221. <http://repository.iainponorogo.ac.id/484/1/METODE PENELITIAN KUALITATIF DI BIDANG PENDIDIKAN.pdf>
- Skjott, L. M., & Korsgaard, S. (2019). Coding qualitative data: a synthesis guiding the novice. *Qualitative Research Journal*, 19(3), 259–270. <https://doi.org/10.1108/QRJ-12-2018-0012>.
- Sugiyono, S. (2016). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugrah, N. U. (2020). Implementasi teori belajar konstruktivisme dalam pembelajaran sains. *Humanika*, 19(2), 121–138. <https://doi.org/10.21831/hum.v19i2.29274>.
- Suwito, A., Yuwono, I., Parta, I. N., & Irawati, S. (2017). Geometry high school students thinking ability based on level Van Hiele. *International Conference on Mathematics: Education, Theory, and Application (ICMETA)*, 1, 200–207. Retrieved from: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/100878>.
- Van de Walle, J. A. (1994). *Elementary School Mathematics*. Longman.
- Van Hiele, P.M. (1985). *The child's thought and geometry: English translation of selected writing of Dina van Hiele-Geldof and van Hiele*. Part III, 243-256. Retrived from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED287697.pdf>
- Van Hiele, Pierre M. (2020). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*, 5(6), 310–316. <https://doi.org/10.5951/tcm.5.6.0310>.
- Wardhani, I. S. (2020). Geometri dan Permasalahannya dalam pembelajaran matematika di sekolah (SUATU penelitian meta analisis). In *Prosiding Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami* (Vol. 3, Issue 1). Universitas Trunojoyo Madura. Retrieved from: <http://conferences.uin-malang.ac.id/index.php/SIMANIS/article/view/923>.
- Watan, S., & Sugiman. (2018). Exploring the relationship between teachers' instructional and students' geometrical thinking levels based on Van Hiele theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012122>.

Yudianto, E., Sunardi, Sugiarti, T., Susanto, Suharto, & Trapsilasiwi, D. (2018). The identification of van Hiele level students on the topic of space analytic geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012078>.