

PENERAPAN TAHAPAN VAN HIELE BERBANTUAN GAMIFIKASI DIGITAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR GEOMETRI PADA MATERI BANGUN DATAR

Anita Adinda Sari¹, Risya Pramana Situmorang², Riska Anastiara Sari³
Pendidikan Profesi Guru Universitas Kritis Wacana^{1,2},
SDN Randuacir 03 Salatiga³
anitaadinda20@gmail.com¹, risya.situmorang@uksw.edu²,
riskaaltha90@gmail.com³

Abstrak

Kesulitan murid kelas II sekolah dasar dalam memahami ciri-ciri dan membandingkan bangun datar menunjukkan bahwa pemahaman konsep geometri sebagian murid masih berhenti pada pengenalan bentuk secara visual. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan penerapan tahapan Van Hiele berbantuan gamifikasi digital dan menganalisis pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir geometri murid kelas II pada materi bangun datar. Penelitian menggunakan pendekatan campuran dengan desain pra-eksperimen tipe *one-group pretest-posttest*. Subjek penelitian adalah tujuh murid kelas II SD Negeri Randuacir 03 Salatiga yang ditentukan melalui sampling jenuh. Pembelajaran mengikuti lima fase Van Hiele, yaitu informasi, orientasi terarah, eksplisitasi, orientasi bebas, dan integrasi, dengan aktivitas yang dikemas dalam permainan edukatif berbasis web. Data dikumpulkan melalui tes, observasi, wawancara, dan dokumentasi, kemudian dianalisis dengan statistik deskriptif, uji Wilcoxon, N-Gain, dan analisis kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan rerata skor naik dari 45,00 menjadi 77,86 dengan N-Gain 0,61 pada kategori sedang. Uji Wilcoxon menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p = 0,016$) dengan ukuran efek besar ($r = 0,63$). Enam dari tujuh murid mencapai tingkat analisis pada tes akhir, dan keterlibatan murid meningkat selama pembelajaran. Fase orientasi terarah dan eksplisitasi mendorong murid menelaah sisi dan sudut bangun, sedangkan elemen permainan menjaga keterlibatan murid. Penerapan tahapan Van Hiele berbantuan gamifikasi digital meningkatkan kemampuan berpikir geometri murid kelas II pada materi bangun datar.

Kata Kunci: Van Hiele, gamifikasi digital, berpikir geometri, bangun datar, sekolah dasar

A. Pendahuluan

Geometri adalah cabang matematika yang mempelajari bentuk, ukuran, posisi, dan hubungan ruang. Cabang ini membekali manusia dengan kemampuan bernalar secara visual dan spasial yang digunakan dalam berbagai bidang ilmu dan

kehidupan sehari-hari (Clements & Battista, 1992). Kemampuan tersebut mulai terbentuk sejak anak berinteraksi dengan benda-benda di sekitarnya, sehingga pendidikan dasar menjadi jenjang awal yang menentukan arah perkembangannya.

Kurikulum Merdeka menempatkan geometri sebagai salah satu elemen capaian pembelajaran matematika pada Fase A, yaitu kelas I dan II sekolah dasar. Murid pada fase ini diharapkan mampu mengenali, menggambarkan, membandingkan, dan menyusun berbagai bangun datar berdasarkan ciri-cirinya (Kemendikbudristek, 2022). Capaian tersebut menuntut murid menyebutkan nama bangun sekaligus memahami sifat yang membedakan satu bangun dengan bangun lainnya.

Karakteristik kognitif murid kelas II memengaruhi cara mereka memenuhi tuntutan itu. Murid berusia tujuh hingga delapan tahun berada pada tahap operasional konkret, yaitu tahap ketika pemahaman terbentuk melalui pengalaman langsung dengan objek nyata (Piaget & Inhelder, 1956). Anak pada tahap ini cenderung mengenali bangun datar dari tampilan keseluruhannya. Sebagian anak hanya menerima segitiga yang beralas mendatar dan menolak segitiga dengan posisi berbeda (Clements et al., 1999).

Pemahaman yang berhenti pada tampilan visual dapat membatasi kemampuan murid pada jenjang berikutnya. Murid yang belum memahami ciri-ciri bangun akan kesulitan mempelajari keliling, luas, dan hubungan antarbangun di kelas yang lebih tinggi (Clements & Sarama, 2011). Kesulitan ini perlu ditangani sejak kelas rendah melalui intervensi yang bertumpu pada kerangka perkembangan berpikir geometri.

Teori Van Hiele menyediakan kerangka tersebut melalui lima tingkat berpikir geometri, yaitu visualisasi, analisis, deduksi informal, deduksi, dan rigor (Van Hiele, 1986). Tingkat visualisasi ditandai dengan kemampuan mengenali bangun dari wujud keseluruhannya, sedangkan tingkat analisis ditandai dengan kemampuan menyebutkan dan membandingkan ciri-ciri bangun (Crowley, 1987). Kelima tingkat ini berurutan dan tidak dapat dilompati, sehingga murid baru mencapai tingkat berikutnya setelah menguasai tingkat sebelumnya (Usiskin, 1982). Murid kelas II umumnya berada pada tingkat visualisasi dan mulai bergerak menuju tingkat analisis.

Perpindahan antartingkat tidak terjadi secara otomatis seiring bertambahnya usia. Van Hiele (1986) menyatakan bahwa perkembangan tersebut bergantung pada

pengalaman belajar yang dirancang secara terarah, dan pengalaman tersebut tersusun dalam lima fase pembelajaran. Fase informasi mengenalkan objek kepada murid, fase orientasi terarah membimbing murid menyelidiki objek melalui tugas terstruktur, dan fase eksplisitasi memberi kesempatan murid mengungkapkan temuannya. Fase orientasi bebas menugaskan murid menyelesaikan tugas terbuka, sedangkan fase integrasi merangkum pengetahuan yang telah diperoleh (Crowley, 1987).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa pembelajaran berbasis fase Van Hiele dapat meningkatkan tingkat berpikir geometri. Abdullah & Zakaria (2013) menemukan peningkatan tingkat berpikir geometri pada siswa yang belajar melalui fase-fase tersebut. Penelitian tersebut memakai media konvensional, seperti benda konkret dan lembar kerja, sehingga keterlibatan murid kelas rendah sepanjang kelima fase belum banyak dikaji melalui media digital.

Gamifikasi digital berpotensi mengisi kekosongan tersebut. Gamifikasi menerapkan elemen permainan, seperti poin, tantangan, tingkatan, dan umpan balik dalam konteks nonpermainan (Deterding et al., 2011). Elemen-elemen tersebut mendorong keterlibatan dan motivasi belajar siswa (Hamari et al., 2014). Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa gamifikasi umumnya berdampak positif pada hasil belajar, meskipun besar dampaknya bergantung pada rancangan dan konteks penerapannya (Zainuddin et al., 2020). Meta-analisis terhadap kajian eksperimen dan kuasi-eksperimen juga melaporkan adanya pengaruh positif gamifikasi pada hasil belajar kognitif, motivasi, dan perilaku (Sailer & Homner, 2020).

Kondisi di lapangan memperlihatkan kesenjangan antara tuntutan capaian pembelajaran dan pemahaman murid. Observasi awal pada pembelajaran bangun datar di kelas II SD Negeri Randuacir 03 Salatiga menemukan bahwa sebagian murid masih bingung menentukan ciri-ciri bangun saat menyusun dan mengurai bangun datar. Murid tersebut juga kesulitan membandingkan satu bangun dengan bangun lainnya. Pola ini sejalan dengan karakteristik tingkat visualisasi, yaitu murid mengenali bangun dari tampilannya tetapi belum menelaah sisi dan sudutnya.

Selain itu, hasil wawancara dengan guru kelas II memperkuat hasil observasi tersebut. Guru kelas menyatakan bahwa kesulitan serupa masih dijumpai pada murid dalam pembelajaran bangun datar. Pernyataan ini menunjukkan bahwa

kesulitan murid bersifat berulang di kelas tersebut dan tidak hanya muncul pada satu pertemuan.

Penerapan lima fase Van Hiele berbantuan gamifikasi digital diajukan sebagai upaya mengatasi masalah tersebut, dengan fokus pada tingkat visualisasi dan analisis. Murid mengamati dan mengelompokkan bangun pada fase informasi, menyelidiki ciri-ciri bangun melalui tantangan bertahap pada fase orientasi terarah, dan mengungkapkan temuannya pada fase eksplisitasi. Murid kemudian menyelesaikan misi terbuka pada fase orientasi bebas dan merangkum pemahamannya pada fase integrasi. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan penerapan tahapan Van Hiele berbantuan gamifikasi digital dan menganalisis pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir geometri murid kelas II sekolah dasar pada materi bangun datar.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran dengan desain pra-eksperimen tipe *one-group pretest-posttest* (Campbell & Stanley, 1963). Desain tersebut dipilih karena kelas II SD Negeri Randuacir 03 Salatiga hanya terdiri atas tujuh murid, sehingga pembentukan kelompok kontrol tidak memungkinkan. Seluruh murid menjadi subjek melalui teknik sampling jenuh (Sugiyono, 2019). Perlakuan berupa pembelajaran bangun datar yang mengikuti lima fase Van Hiele, yaitu informasi, orientasi terarah, eksplisitasi, orientasi bebas, dan integrasi (Crowley, 1987), pada tingkat visualisasi dan analisis. Aktivitas pada setiap fase dikemas dalam permainan edukatif berbasis web yang dapat diakses melalui <https://gamegamifikasigeometri.netlify.app/> dan memuat elemen poin, tantangan bertahap, tingkatan, serta umpan balik (Deterding et al., 2011). Guru kelas bertindak sebagai kolaborator yang mendampingi pembelajaran. Penelitian berlangsung pada 30 September - 05 Oktober 2026 dalam empat kali pertemuan, dengan murid mengakses permainan melalui laptop.

Variabel bebas penelitian adalah penerapan tahapan Van Hiele berbantuan gamifikasi digital, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir geometri. Kemampuan berpikir geometri didefinisikan sebagai kemampuan murid pada tingkat visualisasi dan analisis menurut teori Van Hiele (Crowley, 1987).

Indikator tingkat visualisasi mencakup mengenali dan menamai bangun datar dalam berbagai posisi dan ukuran. Indikator tingkat analisis mencakup menyebutkan banyak sisi dan sudut, menjelaskan ciri-ciri, serta membandingkan dua bangun berdasarkan cirinya. Data kuantitatif dikumpulkan melalui tes berbentuk uraian dengan sepuluh butir soal yang diberikan sebagai tes awal dan tes akhir. Data kualitatif dikumpulkan melalui observasi pada setiap pertemuan, wawancara dengan guru kelas dan murid, serta dokumentasi.

Analisis data kuantitatif diawali dengan perhitungan statistik deskriptif berupa rerata, simpangan baku, nilai minimum, dan nilai maksimum. Uji peringkat bertanda Wilcoxon menguji perbedaan skor tes awal dan tes akhir pada taraf signifikansi 0,05 karena jumlah subjek yang kecil menyulitkan pemenuhan asumsi kenormalan (Wilcoxon, 1945). Besar peningkatan dihitung dengan N-Gain dan dikategorikan tinggi, sedang, atau rendah (Hake, 1999). Analisis data kualitatif mengikuti alur reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles et al., 2014). Temuan kualitatif dibandingkan dengan hasil kuantitatif untuk menjelaskan perubahan kemampuan murid.

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Pembelajaran bangun datar berlangsung selama empat pertemuan di kelas II SD Negeri Randuacir 03 Salatiga dengan tujuh murid sebagai subjek. Setiap pertemuan mengikuti lima fase Van Hiele, dan murid mengerjakan aktivitas pada tiap fase melalui permainan edukatif berbasis web. Tes awal diberikan sebelum pembelajaran pertama, sedangkan tes akhir diberikan setelah pertemuan keempat. Tes berbentuk uraian dengan 10 butir soal: lima butir mengukur tingkat visualisasi dan lima butir mengukur tingkat analisis, dengan skor maksimum 100.

Skor seluruh murid meningkat dari tes awal ke tes akhir (Tabel 1). Selisih skor berkisar antara 30 dan 35 poin. Besar peningkatan dihitung dengan N-Gain dan dikategorikan tinggi ($g > 0,7$), sedang ($0,3 \leq g \leq 0,7$), atau rendah ($g < 0,3$) (Hake, 1999). Enam murid memperoleh N-Gain kategori sedang, dan satu murid memperoleh kategori tinggi.

Tabel 1. Skor tes awal, tes akhir, dan N-Gain tiap murid

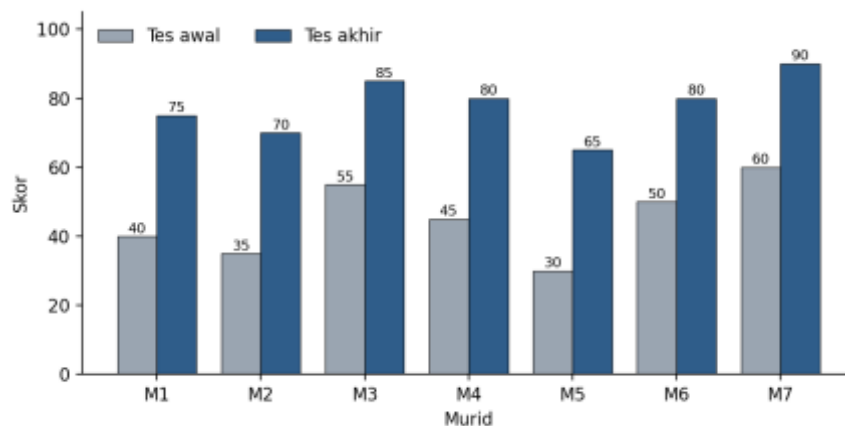
Murid	Tes awal	Tes akhir	Selisih	N-Gain	Kategori
M1	40	75	35	0,58	Sedang
M2	35	70	35	0,54	Sedang
M3	55	85	30	0,67	Sedang
M4	45	80	35	0,64	Sedang
M5	30	65	35	0,50	Sedang
M6	50	80	30	0,60	Sedang
M7	60	90	30	0,75	Tinggi

Catatan: skor maksimum 100. M1–M7 adalah kode murid.

Rerata skor naik dari 45,00 pada tes awal menjadi 77,86 pada tes akhir (Tabel 2). Simpangan baku turun dari 10,80 menjadi 8,59, dan nilai minimum naik dari 30 menjadi 65. N-Gain rerata sebesar 0,61 termasuk kategori sedang. Gambar 1 membandingkan skor tiap murid pada kedua tes.

Tabel 2. Statistik deskriptif skor tes (n = 7)

Statistik	Tes awal	Tes akhir
Rerata	45,00	77,86
Simpangan baku	10,80	8,59
Nilai minimum	30	65
Nilai maksimum	60	90



Gambar 1. Perbandingan skor tes awal dan tes akhir tiap murid

Uji peringkat bertanda Wilcoxon menunjukkan perbedaan yang signifikan antara skor tes awal dan tes akhir ($W = 0$; $Z = -2,366$; $p = 0,016$, eksak dua arah). Seluruh murid mengalami kenaikan skor, tanpa selisih negatif maupun skor yang

sama. Ukuran efek dihitung dengan $r = Z/\sqrt{N}$ (Fritz et al., 2012) dan menghasilkan $r = 0,63$ dengan $N = 14$ pengamatan. Nilai tersebut termasuk kategori besar menurut kriteria Cohen (1988).

Skor kedua indikator meningkat (Tabel 3). Rerata skor visualisasi naik dari 60,00 menjadi 86,43 dengan N-Gain 0,66. Rerata skor analisis naik dari 30,00 menjadi 69,29 dengan N-Gain 0,56. Kenaikan rerata pada indikator analisis (39,29 poin) lebih besar daripada kenaikan pada indikator visualisasi (26,43 poin).

Tabel 3. Rerata skor dan N-Gain per tingkat berpikir geometri

Indikator	Skor maks.	Tes awal	Tes akhir	N-Gain	Kategori
Visualisasi	100	60,00	86,43	0,66	Sedang
Analisis	100	30,00	69,29	0,56	Sedang

Catatan: skor tiap indikator dikonversi ke skala 0–100.

Perpindahan tingkat berpikir dipetakan dengan kriteria skor indikator minimal 60 untuk menyatakan suatu tingkat tercapai (Tabel 4). Pada tes awal, tiga murid belum mencapai tingkat visualisasi, empat murid berada pada tingkat visualisasi, dan tidak ada murid yang mencapai tingkat analisis. Pada tes akhir, tidak ada murid yang berada di bawah tingkat visualisasi, satu murid (M5) berada pada tingkat visualisasi, dan enam murid mencapai tingkat analisis.

Tabel 4. Sebaran tingkat berpikir geometri murid

Tingkat berpikir	Tes awal	Tes akhir
Belum mencapai visualisasi	3 murid	0 murid
Visualisasi	4 murid	1 murid
Analisis	0 murid	6 murid

Catatan: kriteria tercapai bila skor indikator ≥ 60 .

Hasil observasi memperlihatkan peningkatan pada pelaksanaan pembelajaran dan keterlibatan murid (Tabel 5). Keterlaksanaan fase Van Hiele naik dari 82% pada pertemuan pertama menjadi 96% pada pertemuan keempat. Keterlibatan murid naik dari 71% menjadi 93%. Pada pertemuan pertama, beberapa murid meminta bantuan guru untuk mengoperasikan permainan, sedangkan pada pertemuan keempat seluruh murid mengoperasikannya secara mandiri.

Tabel 5. Hasil observasi keterlaksanaan fase dan keterlibatan murid

Pertemuan	Keterlaksanaan fase (%)	Keterlibatan murid (%)
Pertama	82	71
Kedua	89	79
Ketiga	93	86
Keempat	96	93

Wawancara dengan guru kelas dan murid memperkuat data observasi. Guru kelas menyatakan bahwa murid kini menghitung sisi dan sudut terlebih dahulu sebelum menyebutkan nama bangun. Murid menyatakan senang mengerjakan tantangan di permainan, misalnya “aku suka yang ada bintangnya”. Gambar 2 memuat dokumentasi kegiatan pembelajaran, dan Gambar 3 memuat tampilan permainan yang digunakan.



[Foto (a): pengukuran kemampuan berpikir]



[Foto (b): pengenalan gamifikasi]

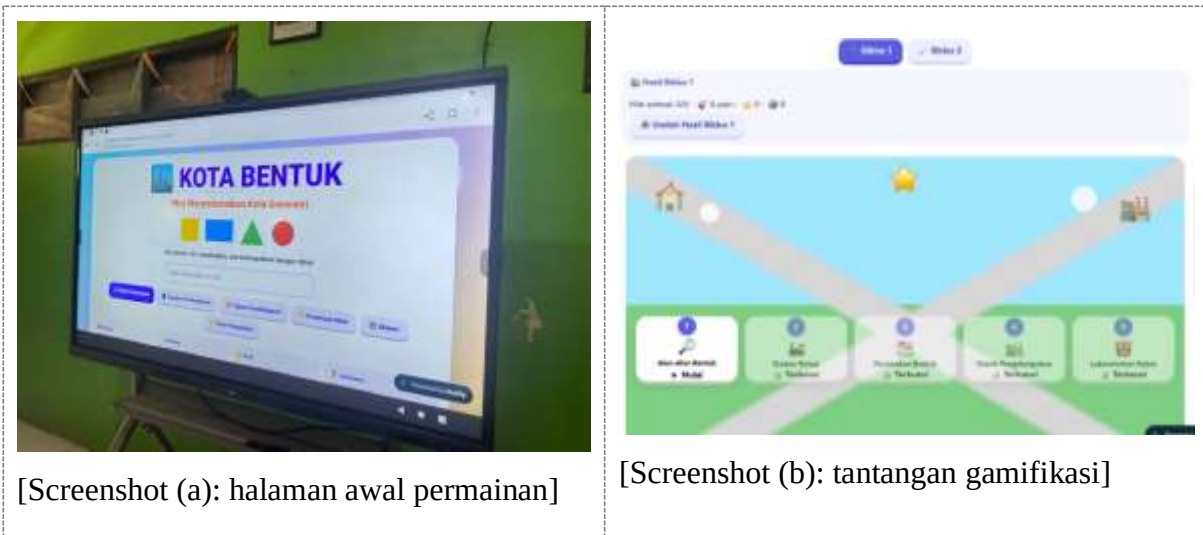


[Foto (c): pelaksanaan gamifikasi]



[Foto (d): pelaksanaan gamifikasi]

Gambar 2. Dokumentasi pembelajaran bangun datar



Gambar 3. Tampilan permainan gamifikasi geometri

(<https://gamegamifikasigeometri.netlify.app/>)

Pembahasan

Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir geometri pada seluruh murid setelah mereka mengikuti pembelajaran bangun datar yang menerapkan lima fase Van Hiele dengan dukungan gamifikasi digital. Nilai N-Gain rata-rata mencapai 0,61 dan termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini memiliki kesesuaian dengan penelitian Abdullah & Zakaria (2013), yang menemukan perkembangan tingkat berpikir geometri siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis fase Van Hiele.

Hasil analisis menggunakan uji Wilcoxon menunjukkan nilai p sebesar 0,016, yang mencerminkan kenaikan skor pada ketujuh murid. Pada jumlah subjek tersebut, nilai p eksak terkecil untuk pengujian dua arah mencapai 0,016 ketika seluruh perubahan skor menunjukkan arah yang sama (Wilcoxon, 1945). Perhitungan ukuran efek menghasilkan nilai r sebesar 0,63, yang termasuk kategori besar berdasarkan kriteria Cohen (1988). Meskipun hasil pengujian memperlihatkan perubahan yang bermakna secara statistik, jumlah subjek yang terbatas membuat temuan ini belum dapat digeneralisasikan ke populasi murid kelas II secara luas. Hasil tersebut perlu dipahami dalam konteks kelas yang menjadi lokasi penelitian.

Pada tingkat visualisasi, murid memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,66. Hasil ini memperlihatkan perkembangan kemampuan murid dalam mengenali bentuk bangun datar. Clements et al. (1999) menjelaskan bahwa anak sering menggunakan

bentuk yang umum dijumpai sebagai acuan untuk mengenali bangun, seperti segitiga yang memiliki alas mendatar. Dalam pembelajaran ini, fase informasi memberikan kesempatan kepada murid untuk mengamati dan mengelompokkan bangun datar dengan variasi posisi serta ukuran. Kegiatan tersebut membantu murid mengenali bentuk berdasarkan karakteristik visualnya, bukan sekadar mengikuti pola yang sudah dikenal.

Rata-rata skor pada tingkat analisis bertambah dari 30,00 menjadi 69,29, sedangkan enam dari tujuh murid telah mencapai tingkat tersebut pada tes akhir. Van Hiele (1986) menjelaskan bahwa perkembangan berpikir geometri berlangsung melalui pengalaman belajar yang sesuai dengan tingkat pemahaman murid. Crowley (1987) menguraikan penerapan prinsip tersebut melalui fase orientasi terarah dan eksplisitasi. Dalam kegiatan orientasi terarah, murid mengidentifikasi jumlah sisi dan sudut bangun datar melalui serangkaian tantangan. Murid kemudian mengutarakan hasil pengamatannya dengan kata-kata sendiri pada fase eksplisitasi. Aktivitas ini memberi kesempatan kepada murid untuk memahami karakteristik bangun sekaligus membiasakan penggunaan istilah geometri dalam menjelaskan temuannya.

Meskipun skor M5 bertambah 35 poin, murid tersebut belum memenuhi kriteria untuk mencapai tingkat analisis. Pada tes akhir, M5 memperoleh skor 65, sehingga masih terpatut lima poin dari batas yang ditetapkan. Usiskin (1982) menjelaskan bahwa perkembangan berpikir geometri mengikuti urutan hierarkis, dengan pengenalan bentuk pada tingkat visualisasi sebagai landasan bagi pemahaman sifat-sifat bangun pada tingkat analisis. Skor awal M5 yang hanya mencapai 30 menunjukkan bahwa murid tersebut memulai pembelajaran dari tingkat penguasaan yang lebih rendah dibandingkan murid lainnya. Durasi pembelajaran yang terbatas diduga belum memberikan kesempatan yang memadai bagi M5 untuk menguasai seluruh indikator analisis. Guru dapat memberikan latihan lanjutan melalui fase orientasi terarah agar murid memperoleh kesempatan lebih banyak untuk mengamati, mengidentifikasi, dan membandingkan sifat-sifat bangun datar.

Selama empat kali pertemuan, persentase keterlibatan murid bertambah dari 71% menjadi 93%. Unsur permainan berupa poin, tantangan yang disusun secara

bertahap, dan umpan balik langsung memberikan arahan kepada murid selama mengikuti kegiatan belajar (Deterding et al., 2011; Hamari et al., 2014). Temuan Sailer & Homner (2020) juga menunjukkan bahwa gamifikasi dapat memberikan dampak positif terhadap pencapaian kognitif, motivasi, dan perilaku belajar. Namun, Zainuddin et al. (2020) menjelaskan bahwa hasil penerapan gamifikasi turut dipengaruhi oleh desain dan konteks pembelajarannya. Dalam penelitian ini, peningkatan keterlibatan murid diduga berkaitan dengan penggunaan unsur permainan yang disesuaikan dengan aktivitas pada setiap fase Van Hiele.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan saat menafsirkan hasilnya. Penggunaan desain one-group pretest-posttest tanpa kelompok kontrol menyulitkan peneliti untuk memastikan bahwa perubahan skor sepenuhnya berasal dari perlakuan, sebab kematangan murid dan pengalaman mengerjakan tes sebelumnya juga dapat memengaruhi hasil pengukuran (Campbell & Stanley, 1963). Selain itu, penelitian hanya melibatkan tujuh murid, sehingga temuan yang diperoleh belum dapat mewakili populasi murid kelas II secara luas. Instrumen penelitian juga belum mengukur pengaruh tahapan Van Hiele dan gamifikasi digital secara terpisah. Penelitian berikutnya dapat melibatkan lebih banyak murid, menerapkan kelompok kontrol, serta membandingkan pembelajaran Van Hiele dengan dan tanpa gamifikasi digital untuk mengetahui kontribusi masing-masing pendekatan terhadap perkembangan kemampuan berpikir geometri.

D. Kesimpulan

Penerapan tahapan Van Hiele berbantuan gamifikasi digital meningkatkan kemampuan berpikir geometri murid kelas II SD Negeri Randuacir 03 Salatiga pada materi bangun datar. Rerata skor naik dari 45,00 pada tes awal menjadi 77,86 pada tes akhir, dengan N-Gain rerata 0,61 pada kategori sedang. Seluruh murid mengalami kenaikan skor, dan uji Wilcoxon menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p = 0,016$) dengan ukuran efek besar ($r = 0,63$).

Peningkatan terjadi pada tingkat visualisasi dan tingkat analisis. Enam dari tujuh murid mencapai tingkat analisis pada tes akhir, sedangkan satu murid masih berada pada tingkat visualisasi. Keterlaksanaan fase Van Hiele dan keterlibatan murid meningkat selama empat pertemuan. Penelitian ini memakai satu kelompok

dengan tujuh subjek, sehingga penelitian lanjutan perlu menambahkan kelompok kontrol dan jumlah murid yang lebih besar.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A. H., & Zakaria, E. (2013). Enhancing students' level of geometric thinking through Van Hiele's phase-based learning. *Indian Journal of Science and Technology*, 6(5), 4432–4446.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Rand McNally.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). *Geometry and spatial reasoning*. Dalam D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (hlm. 420–464). Macmillan.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(2), 133–148.
- Clements, D. H., Swaminathan, S., Hannibal, M. A. Z., & Sarama, J. (1999). Young children's concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 192–212.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Crowley, M. L. (1987). *The van Hiele model of the development of geometric thought*. Dalam M. M. Lindquist (Ed.), *Learning and teaching geometry, K-12* (hlm. 1–16). National Council of Teachers of Mathematics.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka*.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. Routledge & Kegan Paul.
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>

- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. University of Chicago.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80–83.
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>