E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258

Halaman 6943-6968
Volume 3 Nomor 4 Tahun 2026

Peningkatan Kemampuan Mengenal Geometri Anak Usia 4-5 Tahun Melalui Papan Interaktif Digital

Anita Juliyanti[1]*, Hisbiyatul Hasanah[2], Pascalian Hadi Pradana[3]

Email : [1]anitajuliyanti2345679@gmail.com, [2]zahsyahrazade@gmail.com, [3]pascalian10@gmail.com

[123] Program Studi Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Argopuro Jember

ABSTRACT

This article examines how a digital interactive whiteboard supports the development of geometric-shape classification among 4-to-5-year-olds at TK Rengganis Panti. Using a classroom action research approach built on the Kemmis and McTaggart model, the study ran through a pre-cycle observation followed by two full cycles, each comprising planning, action, observation, and reflection. Fourteen children (nine boys and five girls) served as participants. Data were gathered through observation, field notes, documentation, and informal interviews, then examined quantitatively via achievement percentages and qualitatively through data reduction, presentation, and conclusion drawing. The class mean rose from 34.82 before the intervention to 56.70 after Cycle I and 83.48 after Cycle II, and classical mastery climbed from 0% to 57.14% and ultimately to 100% by the close of Cycle II. Of the four measured indicators, identifying, matching, and grouping shapes all cleared the 80% success benchmark in Cycle II, whereas recognizing shapes shown in varied orientations reached only 78.57%, narrowly missing the target. The findings indicate that a digital interactive whiteboard, paired with deliberate teacher scaffolding, can meaningfully build young children's shape-classification skills, although orientation recognition calls for continued practice. These results come from one small class at a single institution with no comparison class, so they cannot yet be generalized. Future studies should involve more participants.

Keywords: Digital interactive whiteboard; geometric shape classification; early childhood; classroom action research.

ABSTRAK

Penelitian ini menguraikan bagaimana media papan interaktif digital mendukung peningkatan kemampuan mengenal bentuk geometri pada anak usia 4-5 tahun di TK Rengganis Panti. Dengan pendekatan penelitian tindakan kelas berbasis model Kemmis dan McTaggart, penelitian dilaksanakan

mulai dari observasi pra-siklus lalu dilanjutkan dua siklus penuh, masing-masing meliputi perencanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi. Subjek penelitian berjumlah 14 anak (9 laki-laki dan 5 perempuan). Data dihimpun melalui observasi, catatan lapangan, dokumentasi, dan wawancara tidak terstruktur, kemudian diolah secara kuantitatif dengan persentase ketercapaian serta secara kualitatif melalui reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan data. Rerata kelas naik dari 34,82 sebelum tindakan menjadi 56,70 setelah Siklus I dan 83,48 setelah Siklus II, sementara ketuntasan klasikal meningkat dari 0% menjadi 57,14% dan akhirnya mencapai 100% pada akhir Siklus II. Dari empat indikator yang diukur, tiga di antaranya, yaitu mengidentifikasi, mencocokkan, dan mengelompokkan bentuk, berhasil melampaui ambang keberhasilan 80% pada Siklus II, sedangkan kemampuan mengenali bentuk pada berbagai orientasi hanya mencapai 78,57%, sedikit di bawah target. Temuan ini memperlihatkan bahwa papan interaktif digital, bila dipadukan dengan scaffolding guru yang terarah, mampu memperkuat kemampuan klasifikasi geometri anak usia dini secara berarti, meski kemampuan mengenali orientasi bentuk masih membutuhkan latihan berkelanjutan. Hasil ini berasal dari satu kelas kecil di suatu lembaga tanpa adanya kelas pembanding, sehingga belum dapat digeneralisasi. Penelitian berikutnya perlu melibatkan lebih banyak subjek.
Kata Kunci: Papan interaktif digital; klasifikasi bentuk geometri; anak usia dini; penelitian tindakan kelas.

PENDAHULUAN

Sebagai fondasi tumbuh kembang anak, pendidikan anak usia dini mencakup dimensi fisik, kognitif, bahasa, dan sosial-emosional sebagaimana diamanatkan (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional, 2003). Periode keemasan atau golden age merupakan fase pertumbuhan otak tercepat pada anak, sehingga stimulasi yang tepat pada rentang usia ini sangat menentukan seberapa optimal potensi anak berkembang, tak terkecuali anak kelompok A di TK Rengganis Panti.

Ketika anak usia dini berinteraksi aktif dengan perangkat digital, bukan sekadar menjadi penonton pasif, atensi, memori, dan kemampuan memecahkan masalah mereka cenderung berkembang lebih baik (Clemente-Suárez et al., 2024). Studi mengenai kesiapan anak pada bidang STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika) menegaskan bahwa tingginya plastisitas otak pada usia ini membuat intervensi pembelajaran memberikan efek jangka panjang yang jauh lebih besar dibanding intervensi yang diberikan pada usia selanjutnya (Tian et al., 2023). Namun, potensi masa keemasan ini baru terwujud apabila lembaga PAUD merancang stimulasi secara

terarah dan berkesinambungan, bukan sekadar menjalankan rutinitas tanpa perencanaan pembelajaran yang matang (Khotimah et al., 2020).

Salah satu aspek kognitif yang patut mendapat perhatian adalah kemampuan berpikir logis-matematis, terutama dalam mengenali, mencocokkan, mengelompokkan, dan membedakan bentuk-bentuk geometri dasar seperti lingkaran, segitiga, persegi, dan persegi panjang. Pengenalan geometri sejak usia dini membangun kemampuan spasial yang menjadi dasar penalaran matematis di jenjang berikutnya, sekaligus turut menopang kesiapan anak pada bidang STEM (Alkouri, 2022; Tian et al., 2023). Umumnya, anak usia dini mengenali bentuk geometri hanya melalui kemiripan visual dengan contoh-contoh yang sering mereka jumpai, sehingga mereka masih kesulitan memahami sifat bangun geometri secara lebih mendalam (Nurjanah et al., 2023). Rentang usia 4 hingga 5 tahun merupakan tahap penting dalam perkembangan berpikir anak, ketika mereka mulai mampu mengenali dan membandingkan objek meskipun kapasitas mengorganisasikan informasi masih terbatas pada ingatan jangka pendek (Khotimah et al., 2020). Menurut tahapan berpikir geometri Van Hiele, pemahaman anak pada usia ini umumnya berada pada level visual, yakni mengenali bangun berdasarkan kemiripannya dengan bentuk prototipikal (Balinha & Mamede, 2018). Piaget membagi tahap perkembangan kognitif manusia menjadi empat, yaitu sensorimotor pada usia lahir sampai 2 tahun, pra-operasional pada usia 2 sampai 7 tahun, konkret-operasional pada usia 7 sampai 11 tahun, dan operasional formal pada usia 11 tahun ke atas (Juwantara, 2019). Sementara itu, perspektif sosial-kultural Vygotsky menekankan pentingnya dukungan belajar atau scaffolding dari guru dalam mengoptimalkan zona perkembangan proksimal anak (Kaur, 2020), sebuah konsep yang menjadi kerangka acuan penting bagi guru dalam memberikan bantuan belajar yang terukur (Eun, 2019).

Observasi awal yang dilakukan peneliti terhadap 14 anak usia 4 sampai 5 tahun di TK Rengganis Panti mengungkap bahwa sebagian besar dari mereka masih kesulitan mengenal dan membedakan bentuk geometri. Anak-anak hanya bisa menyebut nama bentuk ketika diberi contoh langsung, tetapi masih kesulitan mencocokkan bentuk dengan benda nyata, mengelompokkan benda berdasarkan bentuk yang sama, serta mengenali bentuk yang ditampilkan pada orientasi berbeda.

Selama ini guru mengandalkan lembar kerja anak dan gambar cetak yang statis untuk mengenalkan konsep geometri, sedangkan flat panel yang sebenarnya tersedia di sekolah belum dimanfaatkan secara optimal, sejalan dengan temuan bahwa pemanfaatan media digital di PAUD pada era revolusi industri 4.0 masih perlu ditingkatkan (Nurjannah & Mukarromah, 2021).

Pola pembelajaran satu arah, di mana guru menjelaskan sementara anak hanya menyimak dan mengerjakan lembar kerja, cenderung membuat pemahaman anak bersifat hafalan dan mudah hilang (Manik et al., 2024). Padahal, TK Rengganis Panti sudah memiliki flat panel yang representatif dan berpotensi menghadirkan visualisasi geometri secara dinamis serta responsif terhadap sentuhan anak (Alyusfitri et al., 2025).

Persoalan serupa juga ditemukan di berbagai konteks PAUD negara lain. Anak-anak prasekolah di Turki, misalnya, cenderung mengenali bentuk geometri hanya berdasarkan gambar prototipikalnya saja, seperti mengidentifikasi persegi panjang yang diputar sebagai persegi (Özçakır et al., 2019). Sejauh mana teknologi diintegrasikan secara terarah ke dalam kegiatan belajar juga ikut mempengaruhi pola perkembangan literasi digital anak prasekolah di berbagai negara (Ika Sari et al., 2024), sementara keterbatasan dalam mengenali orientasi non-standar terbukti bersifat lintas budaya (Balinha & Mamede, 2018). Kondisi ini umumnya dipicu oleh metode pembelajaran yang monoton dan minim media yang menarik. Pemanfaatan papan interaktif atau interactive whiteboard di sekolah pun masih tergolong baru dan riset mengenainya masih terbatas, salah satunya karena belum semua guru terlatih memanfaatkannya secara maksimal (Emmanuel et al., 2025). Permainan didaktik digital sebenarnya berpotensi besar menstimulasi kognisi anak, tetapi keberhasilannya tetap bergantung pada kesiapan guru dalam merancang dan menggunakannya, sebab teknologi tidak dapat menggantikan peran interaksi antara guru dan anak (Baikulova et al., 2026). Keberhasilan papan tulis interaktif pada akhirnya ditentukan oleh sejauh mana guru memberikan scaffolding secara responsif (Masoumi et al., 2024).

Berbagai inovasi telah dikembangkan peneliti untuk mengatasi persoalan tersebut. (Muarif et al., 2025), misalnya, menggunakan alat permainan edukatif Maze Geometri pada 18 anak dan mencatat kenaikan pengenalan geometri dari 11,1% pada pra-siklus menjadi 55,5% pada Siklus I dan 94,4% pada Siklus II. (Tju & Tamatjita, 2024) menguji coba aplikasi berbasis

kamera smartphone yang mampu mencapai akurasi pengenalan bentuk sekitar 79%, dengan penilaian kebergunaan yang positif dari guru. (Lai et al., 2024a) menunjukkan bahwa modul berbasis augmented reality dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep STEM pada anak prasekolah. (Awiyah & Rahayu, 2022) melaporkan bahwa penggunaan SmartBoard Interactive meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman konsep siswa, dengan 96,9% siswa memberi respons positif. Dalam tinjauan sistematis mengenai media digital, (Friwahyuni et al., 2026) menegaskan bahwa integrasi scaffolding digital-fisik disertai umpan balik multimodal lebih unggul dibanding media digital murni dalam mengembangkan motorik halus dan kemampuan berpikir anak. (Septyani et al., 2025) mencatat peningkatan kognitif dari 54% menjadi 82% antarsiklus melalui penerapan virtual reality, sedangkan (Puspitasari et al., 2023) menemukan bahwa augmented reality mampu meningkatkan motivasi belajar anak dari semula tidak ada menjadi 13 dari 32 anak berkategori sangat baik.

Kendati demikian, efektivitas media digital tetap bergantung pada mediasi pedagogis guru. Kajian (Deviani et al., 2026) tentang pemanfaatan YouTube menunjukkan bahwa anak hanya terlibat aktif ketika guru secara konsisten mengarahkan perhatian mereka lewat pertanyaan dan refleksi. (Hasanah, 2019) mengungkapkan bahwa pemahaman mengenai media pembelajaran tidak bisa dilepaskan dari nilai kemanusiaan serta interaksi sosial antara guru dan anak. Karena itu, guru perlu mendapat pendampingan dan pelatihan kompetensi teknologi pedagogis (TPACK) saat memakai papan interaktif digital (Friwahyuni et al., 2026).

Rangkaian temuan tersebut memperlihatkan pola yang konsisten: media dan metode pembelajaran yang interaktif, visual, berbasis teknologi, dan melibatkan unsur bermain aktif memberikan pengalaman belajar geometri yang lebih bermakna bagi anak dibandingkan metode konvensional yang cenderung pasif. (Zaidi et al., 2025) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis permainan digital yang dirancang secara tepat sasaran mampu meningkatkan perkembangan kognitif anak secara signifikan. (Alyusfitri et al., 2025) menemukan bahwa multimedia interaktif dapat memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret sekaligus memperkuat interaksi antara guru dan anak. Sementara itu, (Mohamed & Kandeel, 2023) menunjukkan bahwa mekanisme pop-up yang dapat disentuh dan dimanipulasi langsung oleh anak membantu mereka memahami sifat bentuk geometri secara konkret dan

menyenangkan.

Untuk mengatasi persoalan di TK Rengganis Panti, diperlukan perbaikan pembelajaran yang sistematis, terencana, dan melibatkan guru secara langsung. Penelitian tindakan kelas dipilih karena peneliti bersama guru kelas dapat merefleksikan praktik pembelajaran, menerapkan media flat panel, lalu mengamati dan mengevaluasi dampaknya secara bertahap melalui siklus perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi.

(Sari, 2023) membuktikan bahwa media pembelajaran yang dirancang secara kontekstual dan diujicobakan langsung pada kelompok sasaran bekerja lebih efektif dibanding penerapan media secara seragam tanpa penyesuaian. (Purnama et al., 2021) menyebut sifat partisipatif dan reflektif sebagai keunggulan utama PTK karena guru sekaligus peneliti memahami langsung dinamika kelasnya, sedangkan (Gede Subhaktiyasa, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan instrumen observasi yang tervalidasi serta pelibatan guru kelas sebagai kolaborator dapat mengurangi kecenderungan subjektivitas peneliti.

Berangkat dari uraian di atas, peneliti melaksanakan penelitian tindakan kelas tentang penerapan media papan interaktif digital untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi geometri anak usia 4 sampai 5 tahun di TK Rengganis Panti. Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi baik secara teoretis maupun praktis dalam mengoptimalkan perkembangan kognitif anak usia dini, mengingat (Barr et al., 2024) menekankan bahwa perancangan media digital untuk anak perlu memperhatikan konteks perkembangannya secara menyeluruh. Peneliti menyadari bahwa cakupan subjek yang hanya melibatkan satu kelompok kelas membuat solusi yang dihasilkan bersifat kontekstual dan perlu diuji lebih lanjut pada konteks lain (Salmia, 2023). Rumusan masalah yang diangkat adalah bagaimana meningkatkan kemampuan klasifikasi geometri anak di TK Rengganis Panti melalui media pembelajaran papan interaktif digital. Sejalan dengan itu, penelitian ini bertujuan mengetahui hasil peningkatan kemampuan klasifikasi geometri pada anak usia 4 sampai 5 tahun di TK Rengganis Panti setelah penerapan media papan interaktif digital dalam penelitian tindakan kelas yang dilaksanakan secara bersiklus. Manfaat yang diharapkan bersifat teoretis, yakni memperkaya khazanah keilmuan PAUD dalam penerapan media papan interaktif digital, sekaligus praktis bagi anak, guru, sekolah, peneliti, maupun peneliti selanjutnya yang mengangkat tema serupa.

TINJAUAN PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Kemampuan Mengenal Bentuk Geometri pada Anak Usia Dini

Sebagai cabang matematika, geometri mempelajari sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Konsep ini memang abstrak, tapi anak tetap bisa memahaminya lewat benda-benda konkret di sekitarnya. Kardus bisa mewakili kubus, gelas mewakili silinder, jam dinding mewakili lingkaran (Krisnawati & Dwi Rahmawati, 2020). (Mohamed & Kandeel, 2023) membuktikan bahwa pendekatan bermain yang menghadirkan bentuk geometri secara nyata, misalnya lewat mekanisme pop-up yang dapat disentuh dan dimanipulasi anak, membantu mereka memahami sifat bentuk geometri secara konkret dan menyenangkan. Pengenalan geometri pada anak dapat dimulai lewat kegiatan mengidentifikasi, menunjuk, menyebutkan, dan mengelompokkan benda berdasarkan bentuknya (Nurjanah et al., 2023). Teori Van Hiele memaparkan lima tahap berpikir geometri, yakni visualisasi, analisis, pengurutan, deduksi, dan akurasi. (Zaidi et al., 2025) menemukan bahwa alat pembelajaran digital yang memadukan aktivitas taktil dengan umpan balik visual, seperti papan geometri interaktif berbasis cahaya, dapat mendampingi anak melalui tahapan-tahapan tersebut sekaligus mendorong kreativitas dan kolaborasi antaranak. Anak yang belum optimal mengenal bentuk geometri cenderung kesulitan menunjuk bentuk, sering keliru membedakan bentuk satu dengan lainnya, serta kesulitan mengaitkan benda di sekitarnya dengan bentuk yang tepat (Khimaya & Sholeha, 2025). (Mustar et al., 2023) menunjukkan bahwa antarmuka taktil interaktif yang dirancang khusus dapat membantu mengatasi kesulitan tersebut karena menghadirkan pengalaman belajar yang lebih konkret dibanding sekadar penjelasan verbal. (Manik et al., 2024) turut memperkuat urgensi ini melalui temuannya pada siswa sekolah dasar, yang menunjukkan bahwa geometri kerap dianggap sulit karena sifatnya yang abstrak, sehingga pembelajaran cenderung berlangsung dengan metode ceramah dan media konkret yang kurang bervariasi.

Perkembangan Kognitif Anak Usia Dini

Piaget membagi tahap perkembangan kognitif manusia menjadi empat, yaitu sensorimotor pada usia lahir sampai 2 tahun, pra-operasional pada usia 2 sampai 7 tahun, konkret-operasional pada usia 7 sampai 11 tahun, dan operasional formal pada usia 11 tahun ke atas (Juwantara, 2019). Anak usia taman kanak-kanak, yakni 4 sampai 6 tahun, berada pada

tahap pra-operasional, di mana mereka mulai mengenal ukuran dan bentuk, mulai mampu berpikir lebih jelas, serta mengenal simbol, bahasa, gambar, dan tanda, meski pemahamannya tetap bergantung pada hal-hal konkret yang bisa diamati langsung. Kemampuan spasial yang berkembang di tahap ini turut menopang kesiapan anak pada bidang STEM (Tian et al., 2023). (Harini et al., 2025) menerangkan bahwa pada tahap ini anak diharapkan mampu berpikir logis, memberi alasan sederhana, serta mengelompokkan benda berdasarkan warna, bentuk, maupun ukuran. Karena itulah, pembelajaran geometri pada anak usia dini perlu disajikan secara konkret, menyenangkan, dan melibatkan seluruh indra anak agar konsep-konsep abstrak lebih mudah dipahami.

Media dan Metode Pembelajaran Pengenalan Bentuk Geometri

Sejumlah media telah dikembangkan peneliti untuk menstimulasi kemampuan geometri anak. Savira et al. (2022), misalnya, merancang permainan sirkuit geometri yang memadukan aktivitas motorik kasar dengan pengenalan bentuk lingkaran, segitiga, dan persegi panjang. Fartillah et al. (2025) mengembangkan media Rumah Pintar berbahan daur ulang yang berisi puzzle dan balok geometri, sementara Umyati dan Iffatur Rocmah (2025) menciptakan media geometri berbahan kain flanel berisi busa yang sekaligus melatih motorik halus anak. Ayu et al. (2024) menerapkan metode proyek yang melibatkan anak dalam kegiatan kontekstual, selaras dengan semangat merdeka belajar. Flory (2012), yang meneliti penggunaan papan tulis interaktif dalam pembelajaran matematika, menemukan bahwa keberhasilan pembelajaran lebih ditentukan oleh cara guru mengimplementasikan teknologi tersebut ketimbang jenis teknologinya sendiri, sejalan dengan pentingnya scaffolding guru yang responsif dalam penggunaan papan interaktif (Masoumi et al., 2024). Pengembangan lain juga tercatat: Alyusfitri et al. (2025) mengembangkan multimedia interaktif berbasis komputer yang memadukan teks, gambar, audio, video, dan animasi. Meski beragam, seluruh pendekatan tersebut berbagi prinsip yang sama, yaitu menghadirkan pembelajaran geometri lewat aktivitas bermain yang konkret, menyenangkan, dan melibatkan pengalaman langsung (hands-on experience), sesuai dengan karakteristik belajar anak usia dini.

Papan Interaktif Digital (Flat Panel)

Papan interaktif digital merupakan perangkat layar sentuh berteknologi digital yang memadukan teks, gambar, animasi, audio, dan video dalam satu tampilan yang bisa dimanipulasi langsung oleh guru maupun anak, sehingga mendukung pembelajaran yang lebih partisipatif dibanding papan tulis konvensional (Emmanuel et al., 2025). Media ini pada mulanya digunakan di jenjang sekolah dasar dan menengah untuk pembelajaran matematika, sebelum kemudian diadaptasi ke jenjang PAUD karena kemampuannya menampilkan objek visual secara dinamis dan menarik perhatian anak (Flory, 2012). Masoumi et al. (2024) menegaskan bahwa keberhasilan penggunaan papan interaktif lebih ditentukan oleh cara guru mengintegrasikannya ke dalam kegiatan belajar ketimbang frekuensi atau kecanggihan teknologinya semata, sebab scaffolding guru yang responsif tetap menjadi faktor penentu utama keberhasilan pembelajaran. Zaidi et al. (2025) membuktikan bahwa papan interaktif digital dapat mendorong kreativitas dan kolaborasi antaranak apabila dipadukan dengan aktivitas taktil yang memberi umpan balik visual secara langsung. Merujuk pada uraian tersebut, penelitian ini memaknai papan interaktif digital sebagai media pembelajaran berbasis layar sentuh yang menyajikan materi bentuk geometri secara visual dan interaktif, digunakan guru untuk menstimulasi kemampuan mengenal geometri anak usia 4 sampai 5 tahun di TK Rengganis Panti.

METODE PENELITIAN

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas mengacu pada model Kemmis dan McTaggart. Tahap awal penelitian berupa pra-siklus, yakni observasi awal untuk memetakan kondisi kemampuan geometri anak sebelum tindakan diberikan. Selanjutnya, Siklus I dijalankan melalui empat tahap berurutan: perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan, dan refleksi. Hasil refleksi Siklus I menjadi landasan penyusunan perencanaan Siklus II, dengan pola empat tahap yang sama kembali diterapkan. Siklus dihentikan begitu indikator keberhasilan tercapai, dan dilanjutkan ke siklus berikutnya bila indikator belum terpenuhi.

Subjek penelitian berjumlah 14 anak usia 4 sampai 5 tahun di TK Rengganis Panti, terdiri atas 9 laki-laki dan 5 perempuan, yang masing-masing diberi kode ABM, AA, AG, ANS, MZA, ANH, DOI, MDA, MR, MFS, MRK, RKW, SNA, dan A demi menjaga privasi identitas. Guru dikelas

bertindak sebagai kolaborator. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2026 bertepatan pada awal semester ganjil.

Pada perencanaan Siklus I, peneliti bersama guru kelas menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Harian (RPPH) dengan tema pengenalan bentuk geometri yang memadukan papan interaktif digital dalam kegiatan inti. Tindakan berlangsung dalam dua pertemuan. Tiap pertemuan dibuka dengan doa dan sapaan, lalu apersepsi, dilanjutkan penayangan bentuk geometri secara interaktif, kegiatan mencocokkan dan mengelompokkan benda konkret, dan pengenalan awal orientasi bentuk. Guru kelas membantu peneliti mengamati proses tindakan dengan lembar observasi, catatan lapangan, serta dokumentasi foto dan video.

Setelah tiap siklus, peneliti dan guru kelas berdiskusi untuk merefleksikan hasil: membandingkan capaian dengan ambang keberhasilan, mengidentifikasi kendala, dan menyusun perbaikan untuk siklus berikutnya. Pada Siklus II, tampilan bentuk di papan interaktif lebih bervariasi (diputar, dibalik, diperbesar, diperkecil), benda konkret bertambah, dan anak berkategori BB atau MB pada Siklus I mendapat bimbingan individual yang lebih terstruktur.

Data dikumpulkan melalui observasi, catatan lapangan, dokumentasi, dan wawancara tidak terstruktur selama proses tindakan berlangsung. Analisis data memadukan pendekatan kuantitatif, berupa persentase ketercapaian pada empat indikator (mengidentifikasi, mencocokkan, mengelompokkan, dan mengenali bentuk pada orientasi berbeda), dengan pendekatan kualitatif melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Ambang keberhasilan ditetapkan sebesar 80% pada setiap indikator sebagai acuan ketuntasan klasikal, sehingga peningkatan kemampuan klasifikasi geometri anak dapat diukur secara terukur sekaligus dimaknai secara mendalam pada tiap siklus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil observasi awal memperlihatkan kemampuan klasifikasi geometri anak masih rendah, dengan nilai rata-rata kelas sebesar 34,82, dan tidak satu anak pun berada pada kategori BSH/BSB di keempat indikator. Mayoritas anak masih berada pada kategori BB dan MB di seluruh indikator, terutama pada indikator mengelompokkan dan mengenali orientasi bentuk. Temuan

ini menjadi dasar peneliti dalam merancang tindakan Siklus I menggunakan media papan interaktif digital.

Tabel 1. Rekapitulasi Kemampuan Klasifikasi Geometri Anak Pra-Siklus

Indikator	BB (f)	MB (f)	BSH (f)	BSB (f)	P (BSH+BSB) %
Mengidentifikasi bentuk dasar	6	8	0	0	0,00
Mencocokkan dengan benda	7	7	0	0	0,00
Mengelompokkan bentuk	9	5	0	0	0,00
Mengenali orientasi	10	4	0	0	0,00

Memasuki Siklus I, peneliti bersama guru kelas menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Harian bertema pengenalan bentuk geometri yang mengintegrasikan media papan interaktif digital ke dalam kegiatan inti, mencakup bahan tayang gambar dan animasi empat bentuk geometri dasar, benda konkret di sekitar anak untuk kegiatan mencocokkan dan mengelompokkan, lembar observasi berbasis empat indikator, serta pedoman wawancara tidak terstruktur bagi guru kelas. Tindakan dilaksanakan dalam dua kali pertemuan, yang masing-masing dibuka dengan doa dan sapaan hangat, dilanjutkan apersepsi singkat, kegiatan inti berupa penayangan bentuk geometri secara interaktif, kegiatan mencocokkan dan mengelompokkan benda konkret, serta pengenalan awal konsep orientasi bentuk lewat beberapa posisi tampilan yang berbeda. Guru kelas turut membantu peneliti sebagai kolaborator dalam mengamati proses tindakan menggunakan lembar observasi, catatan lapangan, serta dokumentasi foto dan video. Hasil pengamatan menunjukkan nilai rata-rata kelas naik menjadi 57,14.

Tabel 2. Rekapitulasi Kemampuan Klasifikasi Geometri Anak Siklus I

Indikator	BB (f)	MB (f)	BSH (f)	BSB (f)	P (BSH+BSB) %
Mengidentifikasi bentuk dasar	1	5	6	2	57,14

Indikator	BB (f)	MB (f)	BSH (f)	BSB (f)	P (BSH+BSB) %
Mencocokkan dengan benda	2	5	5	2	50,00
Mengelompokkan bentuk	4	9	1	0	7,14
Mengenali orientasi	5	7	2	0	14,29

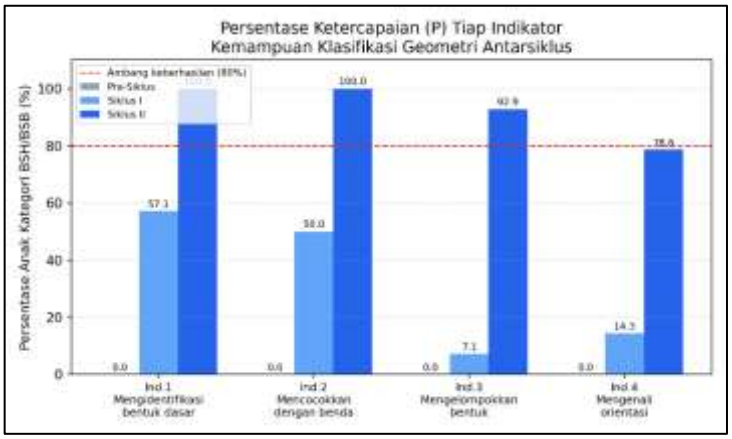
Indikator mengidentifikasi dan mencocokkan memang sudah menunjukkan kemajuan yang berarti, tetapi seluruh indikator masih jauh berada di bawah ambang keberhasilan 80%, terutama indikator mengelompokkan dan mengenali orientasi yang masih didominasi kategori MB. Dari diskusi refleksi, peneliti dan guru kelas mengidentifikasi beberapa kendala: variasi tampilan bentuk pada papan interaktif digital yang masih terbatas sehingga anak cenderung menghafal posisi tampilan tertentu, latihan mengelompokkan dan mengenali orientasi yang belum diulang secara memadai, serta sebagian anak yang masih membutuhkan bimbingan lebih intensif saat kegiatan berkelompok. Temuan-temuan ini kemudian menjadi dasar penyusunan rencana perbaikan tindakan pada Siklus II.

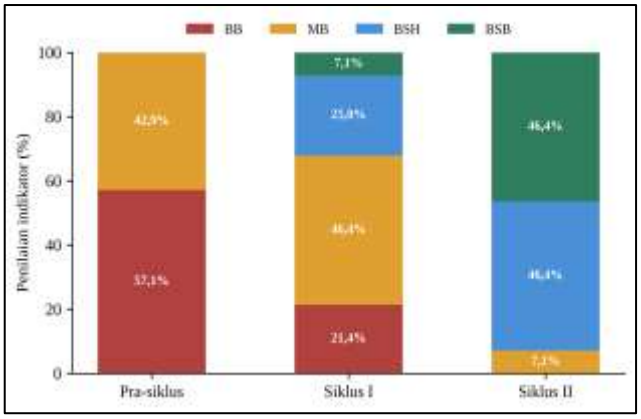
Pada Siklus II, peneliti dan guru menyusun RPPH revisi yang tetap mengintegrasikan media papan interaktif digital, tetapi dengan tampilan materi yang diperkaya lewat variasi posisi bentuk yang lebih beragam: bentuk yang diputar, dibalik, diperbesar, dan diperkecil, ditambah jumlah dan jenis benda konkret, serta sesi bimbingan individual yang lebih terstruktur bagi anak yang pada Siklus I masih berada di kategori BB/MB, tanpa mengubah indikator maupun instrumen agar data antarsiklus tetap dapat dibandingkan. Pelaksanaan tindakan mengikuti pola yang sama seperti Siklus I, hanya saja ditambah variasi orientasi bentuk yang lebih banyak dan bimbingan individual yang lebih intensif, terutama pada indikator mengelompokkan dan mengenali orientasi bentuk. Prosedur pengamatan tetap sama seperti Siklus I, dan hasilnya menunjukkan nilai rata-rata kelas naik menjadi 83,48.

Tabel 3. Rekapitulasi Kemampuan Klasifikasi Geometri Anak Siklus II

Indikator	BB (f)	MB (f)	BSH (f)	BSB (f)	P (BSH+BSB) %
Mengidentifikasi bentuk dasar	0	0	5	9	100,00
Mencocokkan dengan benda	0	0	6	8	100,00
Mengelompokkan bentuk	0	1	8	5	92,86
Mengenali orientasi	0	3	7	4	78,57

Gambar 1. Persentase Ketercapaian Tiap Indikator





Gambar 2. Distribusi Kategori Capaian Antarsiklus

Pada Siklus II, tiga dari empat indikator berhasil melampaui ambang keberhasilan 80%,

yaitu mengidentifikasi, mencocokkan, dan mengelompokkan. Hanya satu indikator, yaitu mengenali bentuk geometri pada posisi atau orientasi berbeda, yang mencapai 78,57% atau 11 dari 14 anak, sedikit di bawah ambang 80% meskipun sudah meningkat tajam dibandingkan Siklus I. Berdasarkan nilai gabungan keempat indikator, ketuntasan klasikal mencapai 100%, yakni seluruh 14 anak berkategori BSH/BSB, sehingga tindakan dinyatakan berhasil secara agregat dan penelitian tidak dilanjutkan ke siklus berikutnya. Meski begitu, peneliti dan guru tetap sepakat memberikan penguatan lanjutan pada indikator mengenali orientasi bentuk melalui kegiatan pembelajaran reguler di luar siklus penelitian ini.

Tabel 4.Rekapitulasi Nilai Akhir Individual Anak Antarsiklus

Kode Anak	Nilai Pra-Siklus	Nilai Siklus I	Nilai Siklus II	Kategori Akhir
ABM	31,25	56,25	87,50	BSB
AA	25,00	50,00	75,00	BSH
AG	37,50	62,50	93,75	BSB
ANS	43,75	68,75	93,75	BSB
ANH	31,25	50,00	81,25	BSB
DOI	25,00	43,75	75,00	BSH
MDA	37,50	62,50	87,50	BSB
MR	43,75	68,75	93,75	BSB
MFS	31,25	56,25	81,25	BSB
MRK	25,00	43,75	68,75	BSH
MZA	43,75	68,75	93,75	BSB
RKW	37,50	62,50	87,50	BSB
SNA	31,25	50,00	75,00	BSH
A	25,00	43,75	68,75	BSH

Tabel 4 memperlihatkan nilai akhir dan kategori masing-masing anak berdasarkan skor

gabungan keempat indikator pada skala 0 sampai 100, yang dikategorikan mengacu pada interval BB, MB, BSH, dan BSB. Ketuntasan klasikal, yakni persentase anak berkategori BSH atau BSB, dihitung dengan rumus P = (f/n) × 100% pada setiap tahap.

Tabel 5. Ketuntasan Klasikal Kemampuan Klasifikasi Geometri Antarsiklus

Tahap	Rata-rata Kelas	Jumlah Anak BSH/BSB (f)	Ketuntasan Klasikal (%)
Pra-Siklus	34,82	0	0,00
Siklus I	56,70	8	57,14
Siklus II	83,48	14	100,00

Gambar 3. Peningkatan Nilai Rata-rata Kelas dan Ketuntasan Klasikal Antarsiklus



Berdasarkan nilai gabungan keempat indikator, ketuntasan klasikal pada Siklus II mencapai 100%, melampaui ambang 80% yang ditetapkan. Meski demikian, bila ditinjau per indikator secara terpisah, indikator mengenali orientasi bentuk secara individual belum menembus ambang 80% tersebut, sehingga capaian keberhasilan tindakan perlu dimaknai secara berimbang antara hasil gabungan dan hasil tiap indikator.

Pembahasan

Temuan penelitian ini memperlihatkan kenaikan nilai rata-rata kelas yang konsisten dari pra-siklus menuju Siklus I lalu Siklus II, dibarengi kenaikan ketuntasan klasikal dari 0% menjadi

57,14% dan akhirnya menyentuh 100% berdasarkan nilai gabungan. (Rahayu, 2024) melaporkan bahwa penggunaan smartboard interaktif berkontribusi positif terhadap inovasi pembelajaran di sekolah, sebab tampilan visual dan interaktivitasnya mampu menahan perhatian anak lebih lama dibandingkan metode konvensional. Sejalan dengan itu, (Manik et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan media interactive flat panel di kelompok bermain menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan melibatkan anak usia dini secara aktif dalam mengeksplorasi materi. Siklus I hanya menghasilkan peningkatan terbatas, sementara Siklus II justru menunjukkan lonjakan capaian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa efektivitas media papan interaktif digital tidak muncul secara instan. Rancangan pembelajaran perlu disesuaikan berdasarkan refleksi siklus sebelumnya, seperti terlihat dari perbaikan perencanaan dan pelaksanaan pada Siklus II penelitian ini. (Lai et al., 2024b) dalam kajiannya tentang literasi digital anak prasekolah pada lingkungan yang diperkaya teknologi, menemukan bahwa dampak media digital terhadap kemampuan kognitif anak sangat bergantung pada kualitas rancangan aktivitas dan intensitas interaksi anak dengan materinya, bukan semata-mata pada keberadaan perangkat itu sendiri, simpulan yang selaras dengan pola peningkatan bertahap pada penelitian ini.

Bila dicermati per indikator, tiga dari empat indikator kemampuan klasifikasi geometri berhasil melampaui ambang keberhasilan 80% pada Siklus II, yaitu mengidentifikasi, mencocokkan, dan mengelompokkan. Sementara indikator mengenali bentuk geometri pada posisi atau orientasi berbeda hanya menyentuh 78,57%, sedikit di bawah ambang tersebut. Pola semacam ini sejalan dengan model tingkat berpikir geometri Van Hiele. (Baiduri et al., 2020) menerangkan bahwa pada tahap visualisasi, peserta didik mengenali suatu bangun semata berdasarkan kemiripan visualnya dengan bentuk yang telah dikenal, sebelum akhirnya mampu menganalisis sifat-sifat bangun itu secara lebih mendalam pada tahap analisis. (Oughton et al., 2024), dalam studi kolaboratif bersama anak usia 3 sampai 4 tahun, menemukan bahwa sekalipun anak mampu berpikir geometris cukup mendalam ketika diberi lingkungan eksplorasi yang tepat, kemampuan mengenali invariansi bentuk pada berbagai posisi tetap berkembang lebih lambat dibanding kemampuan mengenali bentuk dasar. Sebaliknya, indikator mengidentifikasi dan mencocokkan yang mencapai 100% pada Siklus II hanya menuntut anak

mengenali kemiripan visual bentuk dengan contoh yang sudah dikenalnya. (Ilhami, 2022) menerangkan bahwa pada tahap pra-operasional, anak mulai mengenali dan membandingkan objek berdasarkan penampakan visualnya, tetapi pemahamannya masih sangat bergantung pada pengalaman konkret dan belum mampu melakukan operasi mental yang lebih kompleks seperti mengklasifikasikan objek berdasarkan lebih dari satu atribut sekaligus. (Deodhar & Bertenthal, 2023) menambahkan bahwa kemampuan atensi dan fungsi eksekutif anak prasekolah yang masih terus berkembang turut mempengaruhi konsistensi performa mereka pada tugas yang menuntut penalaran spasial lebih rumit, seperti mengenali orientasi bentuk. Selisih capaian indikator tersebut dengan ambang 80% hanya 1,43 poin persentase, setara satu anak dari 14 anak. Angka ini menunjukkan bahwa kekurangan pada indikator ini sifatnya marginal, bukan kegagalan tindakan secara mendasar, dan berpeluang besar mencapai ambang keberhasilan bila tindakan dilanjutkan pada siklus berikutnya, sejalan dengan prinsip siklus reflektif dalam PTK yang memberi ruang bagi penyempurnaan tindakan secara bertahap.

Dalam penelitian ini, papan interaktif digital memegang peran penting sebagai media visual yang menghadirkan bentuk geometri secara dinamis, animatif, dan responsif terhadap sentuhan anak. (Ati Nuriah, Mentari Putri, Nadia Putri Ramdani dan, 2024) menemukan adanya hubungan antara ketersediaan media interaktif flat panel dengan kemampuan berpikir anak TK kelompok B, anak yang lebih sering berinteraksi dengan media tersebut menunjukkan kemampuan berpikir yang lebih berkembang. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa visualisasi interaktif memudahkan anak menghubungkan representasi bentuk geometri dengan benda nyata di sekitarnya, seperti tercermin dari tingginya capaian indikator mencocokkan bentuk sejak Siklus II. (Ati Nuriah, Mentari Putri, Nadia Putri Ramdani dan, 2024), melalui penelitiannya di TK Jelita, menunjukkan bahwa media smartboard efektif menumbuhkan motivasi belajar anak karena mereka tidak sekadar menonton tampilan pada layar, melainkan aktif menyentuh, menunjuk, dan memanipulasi objek sesuai instruksi guru. Peningkatan kemampuan anak yang tercapai juga tidak lepas dari peran aktif guru dalam memberikan bimbingan terarah selama pembelajaran berlangsung. (Syah et al., 2022) Penerapan teknik scaffolding, berupa pertanyaan pemandu, pemodelan, dan pengurangan bantuan secara bertahap seiring meningkatnya kemampuan anak, terbukti efektif mengembangkan kecerdasan

kognitif anak usia dini. Bantuan belajar yang terukur memungkinkan anak mencapai kemampuan yang lebih tinggi dibanding belajar mandiri sepenuhnya. (Anggita et al., 2022) menegaskan pentingnya pedoman literasi digital bagi guru agar dapat memanfaatkan media digital secara terarah dalam menstimulasi kemampuan kognitif anak, bukan sekadar menampilkan konten tanpa strategi pembelajaran yang jelas. Penguatan bimbingan guru yang lebih terstruktur pada Siklus II, sebagai tindak lanjut dari refleksi Siklus I, tampaknya menjadi salah satu pendorong lonjakan capaian pada indikator mengelompokkan dan mengenali orientasi, yang pada Siklus I masih tertinggal dibanding dua indikator lainnya. Temuan ini memperkuat argumen bahwa papan interaktif digital bukanlah pengganti peran guru, melainkan alat bantu yang efektivitasnya sangat bergantung pada cara guru memfasilitasi interaksi anak dengan media tersebut secara responsif terhadap kebutuhan anak pada saat pembelajaran berlangsung.

Kriteria keberhasilan tindakan yang ditetapkan peneliti adalah sekurang-kurangnya 80% anak mencapai kategori BSH/BSB. Karena nilai gabungan keempat indikator menunjukkan ketuntasan klasikal 100% pada Siklus II, penelitian ini dapat dinyatakan berhasil secara agregat sehingga tidak memerlukan siklus lanjutan. Pencapaian ini sejalan dengan penelitian tindakan kelas (Awiyah & Rahayu, 2022) yang menggunakan media tanah liat untuk meningkatkan kemampuan mengenal bentuk geometri anak usia dini. Kemampuan anak meningkat dari 35% pada pra-siklus menjadi 55,78% pada Siklus I, lalu 85% pada Siklus II. Pola peningkatan bertahap ini serupa dengan pola pada penelitian ini meski media yang digunakan berbeda. Meski begitu, perlu dicatat bahwa jika kriteria keberhasilan diterapkan secara ketat pada tiap indikator secara terpisah, indikator mengenali orientasi bentuk belum mencapai ambang 80%. Perbedaan hasil antara pendekatan gabungan dan pendekatan per indikator ini memberikan pelajaran metodologis penting bagi PTK di bidang PAUD, yakni bahwa laporan ketuntasan klasikal berbasis nilai gabungan bisa menutupi kesenjangan capaian pada indikator tertentu, sehingga guru maupun peneliti tetap perlu mencermati capaian tiap indikator secara individual. Temuan ini mengindikasikan bahwa kunci keberhasilan pembelajaran geometri anak usia dini bukan semata terletak pada jenis media yang dipakai, melainkan pada sejauh mana media tersebut mampu menghadirkan pengalaman konkret, interaktif, dan melibatkan anak secara aktif, sebagaimana ditegaskan pula oleh Mohamed dan Kandeel (2023) lewat mekanisme pop-up

yang dapat disentuh dan dimanipulasi anak.

Kemampuan klasifikasi geometri yang distimulasi dalam penelitian ini bukan tujuan akhir yang berdiri sendiri, melainkan fondasi bagi kemampuan berpikir geometris yang lebih kompleks di kemudian hari. Capaian tinggi pada indikator mengidentifikasi dan mencocokkan bentuk geometri tidak hanya bermakna sebagai pencapaian target kurikulum PAUD, tetapi juga sebagai indikasi awal terbentuknya kemampuan berpikir geometris yang akan terus berkembang dan diperlukan anak pada pembelajaran matematika di jenjang pendidikan dasar. Sebaliknya, capaian yang masih di bawah ambang pada indikator mengenali orientasi bentuk mengisyaratkan bahwa aspek berpikir spasial yang lebih kompleks membutuhkan perhatian dan stimulasi lanjutan agar potensi tersebut dapat berkembang secara lebih menyeluruh. Penggunaan papan interaktif digital dalam penelitian ini sejalan dengan temuan Anggita et al. (2022) bahwa literasi digital guru berperan penting dalam mendukung perkembangan kognitif anak usia dini, dengan syarat teknologi tersebut perlu diintegrasikan secara terarah ke dalam kegiatan belajar, bukan sekadar dihadirkan sebagai alat tambahan tanpa perencanaan yang jelas. Prinsip ini tampak diterapkan dalam penelitian ini lewat penyusunan RPPH yang secara khusus memadukan papan interaktif digital dengan aktivitas mencocokkan dan mengelompokkan benda konkret, bukan sekadar menampilkan gambar geometri secara pasif. Kendati demikian, pemanfaatan perangkat digital pada anak usia dini tetap perlu memperhatikan prinsip kehati-hatian. Karena itu, perancangan aktivitas berbasis papan interaktif digital di TK Rengganis Panti perlu terus memperhatikan durasi, konteks sosial, dan pendampingan guru secara langsung, sebagaimana telah diupayakan lewat kombinasi tampilan digital dengan bimbingan tatap muka, doa, dan sapaan hangat pada awal setiap pertemuan dalam penelitian ini.

Bagi guru, temuan penelitian ini menegaskan pentingnya memperkaya variasi latihan pada indikator yang secara konsisten tertinggal, terutama mengenali bentuk geometri pada posisi atau orientasi berbeda, misalnya lewat aktivitas memutar objek fisik sambil membandingkannya dengan tampilan pada papan interaktif digital, sesuai prinsip scaffolding yang responsif terhadap kebutuhan anak (Amanullah et al., 2022). Bagi TK Rengganis Panti dan

lembaga PAUD sejenis, penelitian ini mendukung urgensi optimalisasi pemanfaatan fasilitas papan interaktif digital yang sudah tersedia, disertai pelatihan guru dalam merancang aktivitas yang responsif terhadap kebutuhan anak, sebagaimana ditekankan Rahayu dan Makmur (2024) bahwa keberhasilan media interaktif banyak ditentukan oleh kesiapan dan kompetensi guru dalam menggunakannya. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan pelibatan subjek yang lebih banyak dan lebih dari satu kelompok kelas, verifikasi data secara berlapis dengan mempertimbangkan multiple observation points guna menghindari kesalahan pencatatan maupun bias performa harian anak (Deodhar & Bertenthal, 2023), serta penambahan siklus tindakan yang secara khusus difokuskan pada penguatan indikator mengenali orientasi bentuk geometri, mengingat indikator tersebut menjadi satu-satunya yang belum mencapai ambang keberhasilan 80% pada akhir Siklus II.

KESIMPULAN

Hasil penelitian membuktikan bahwa penerapan media papan interaktif digital mampu meningkatkan kemampuan klasifikasi geometri anak usia 4 sampai 5 tahun di TK Rengganis Panti. Sebelum tindakan diberikan, kemampuan anak tergolong rendah, dengan nilai rata-rata 34,82 dan ketuntasan klasikal 0%. Media tersebut diterapkan melalui dua siklus yang masing-masing mencakup tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan yang diawali doa dan sapaan kabar anak, pengamatan, dan refleksi. Sepanjang proses ini, kemampuan anak meningkat secara bertahap: nilai rata-rata naik menjadi 56,70 dengan ketuntasan klasikal 57,14% pada Siklus I, lalu naik lagi menjadi 83,48 dengan ketuntasan klasikal 100% pada Siklus II. Tiga dari empat indikator; mengidentifikasi, mencocokkan, dan mengelompokkan bentuk telah melampaui ambang keberhasilan 80% pada akhir Siklus II, sedangkan indikator mengenali bentuk geometri pada posisi atau orientasi berbeda mencapai 78,57%, sedikit di bawah ambang tersebut sehingga masih memerlukan stimulasi berkelanjutan.

Penelitian ini tetap memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam memaknai temuannya. Subjek yang dilibatkan hanya 14 anak dari satu kelompok kelas di satu lembaga PAUD, sehingga temuan ini bersifat kontekstual dan belum tentu berlaku pada kelompok anak atau lembaga lain dengan karakteristik berbeda. Indikator mengenali bentuk

geometri pada orientasi berbeda pun belum mencapai ambang keberhasilan 80% secara individual, meski ketuntasan klasikal berdasarkan nilai gabungan sudah mencapai 100%, sehingga capaian keberhasilan penelitian ini perlu dibaca secara berimbang, tidak hanya dari angka gabungan semata. Selain itu, penelitian dihentikan pada Siklus II karena kriteria keberhasilan gabungan sudah terpenuhi, sehingga belum tersedia data mengenai apakah performa anak pada indikator orientasi bentuk akan terus membaik jika tindakan dilanjutkan pada siklus tambahan.

Penelitian berikutnya disarankan melibatkan jumlah subjek yang lebih besar dan mencakup lebih dari satu kelompok kelas atau lembaga PAUD agar temuannya lebih dapat digeneralisasi. Perhatian khusus juga perlu diberikan pada penguatan indikator mengenali bentuk geometri pada orientasi berbeda, misalnya melalui siklus tindakan tambahan yang dirancang secara spesifik untuk aspek tersebut. Verifikasi data melalui multiple observation points juga penting dilakukan untuk mengurangi risiko bias performa harian anak selama pengamatan berlangsung. Selain itu, penelitian mendatang dapat mengeksplorasi variasi kegiatan yang lebih beragam dalam pemanfaatan media papan interaktif digital, misalnya dengan memadukan aktivitas fisik memutar objek konkret, guna memperoleh gambaran yang lebih mendalam mengenai efektivitas media ini dalam mengembangkan kemampuan geometri anak usia dini secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

Alkouri, Z. (2022). Developing spatial abilities in young children: Implications for early childhood education. *Cogent Education*, *9*(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2083471

Alyusfitri, R., Jusar, I. R., Zuriati, Z., Wijaya, W., & Aprilia, D. (2025). The Urgency of Implementing Interactive Multimedia to Meet Students' Needs in Mathematics Learning at Elementary Schools. *EduHumaniora : Jurnal Pendidikan Dasar*, *17*(2), 163–172. https://doi.org/10.17509/eh.v17i2.80480

Anggita, I. S., Yusuf, H., Naimah, N., & Putro, K. Z. (2022). Pedoman Literasi Digital Guru untuk

Meningkatkan Kemampuan Kognitif Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, *6*(5), 4697–4704. https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i5.2752

Ati Nuriah, Mentari Putri, Nadia Putri Ramdani dan, Y. P. (2024). Penggunaan Media Smartboard Sebagai Sarana Menumbuhkan Motivasi Belajar Anak di TK Jelita. *Excellent (Journal Of Islamic Studies)*, *1*(2), 92–99.

Awiyah, A., & Rahayu, W. (2022). PENGEMBANGAN KOGNITIF ANAK MELALUI PEMBELAJARAN SENI MUSIK DENGAN BAHAN BEKAS. *Dirasah: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Dasar Islam*, *5*(2), 119–126. https://doi.org/10.51476/dirasah.v5i2.401

Baiduri, Ismail, A. D., & Sulfiyah, R. (2020). Understanding the concept of visualization phase student in geometry learning. *International Journal of Scientific and Technology Research*, *9*(2), 2353–2359.

Baikulova, A., Akimbekova, S., Kerimbayeva, R., Arzymbetova, S., & Moldagali, B. (2026). Leveraging digital interactive didactic games to enhance cognitive development in preschool education. *E-Learning and Digital Media*, *23*(1), 1–18. https://doi.org/10.1177/20427530241261294

Balinha, F., & Mamede, E. (2018). Young children working with geometric figures. *Journal of the European Teacher Education Network*, *13*(0), 11–22. https://www.semanticscholar.org/paper/Young-children-working-with-geometric-figures-Balinha-Mamede/5f21c9f99daf709b43f795b36d91689815f19ff6

Barr, R., Kirkorian, H., Coyne, S., & Radesky, J. (2024). Early Childhood and Digital Media. In *Early Childhood and Digital Media* (Vol. 9948). https://doi.org/10.1017/9781108885751

Clemente-Suárez, V. J., Beltrán-Velasco, A. I., Herrero-Roldán, S., Rodriguez-Besteiro, S., Martínez-Guardado, I., Martín-Rodríguez, A., & Tornero-Aguilera, J. F. (2024). Digital Device Usage and Childhood Cognitive Development: Exploring Effects on Cognitive Abilities. *Children*, *11*(11), 1–27. https://doi.org/10.3390/children11111299

Deodhar, A. V., & Bertenthal, B. I. (2023). How attention factors into executive function in preschool children. *Frontiers in Psychology*, *14*(July), 1–11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1146101

Deviani, R., Hasanah, H., & Priatiningsih, S. (2026). *PEDAGOGICALLY MEDIATED YOUTUBE*

INTEGRATION FOR INTERACTIVE LEARNING IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION. *11*(September), 370–384.

Emmanuel, N., Pam, D. C., & O.Odo, I. (2025). EFFECT OF INTERACTIVE WHITEBOARD ON STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT IN MATHEMATICS Nzeakor. *International Journal of Studies in Education*, *21*(3), 429–439.

Eun, B. (2019). The zone of proximal development as an overarching concept: A framework for synthesizing Vygotsky's theories. *Educational Philosophy and Theory*, *51*(1), 18–30. https://doi.org/10.1080/00131857.2017.1421941

Friwahyuni, D., Pradana, P. H., & Sugiarto, M. A. (2026). *Pemanfaatan Media Pembelajaran Phygital pada Anak Usia Dini : Keseimbangan antara Stimulasi Sensorik Taktil dan Interaktivitas Digital*. *3*(April), 55–65.

Gede Subhaktiyasa, P. (2024). Evaluasi Validitas dan Reabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif :Sebuah Studi Pustaka. *Journal of Education Research*, *5*(4), 5599–5609.

Harini, L., Iriyanto, T., & Anisa, N. (2025). Lily The Explorer: Stimulasi Berpikir Logis Anak Usia Dini Melalui Pembelajaran Berbasis Alam. *Aulad: Journal on Early Childhood*, *8*(1), 437–445. https://doi.org/10.31004/aulad.v8i1.1035

Hasanah, H. (2019). Memahami Media Pembelajaran Sebagai Refleksi Kemanusiaan Dalam Praktik Pendidikan. *Al'Adalah*, 137–152. http://ejournal.iain-jember.ac.id/index.php/aladalah/article/view/738

Ika Sari, G., Winasis, S., Pratiwi, I., Wildan Nuryanto, U., & Basrowi. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences and Humanities Open*, *10*(May), 101100. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101100

Ilhami, A. (2022). IMPLIKASI TEORI PERKEMBANGAN KOGNITIF PIAGET PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR DALAM PEMBELAJARAN BAHASA INDONESIA. *Implementation Science*, *39*(1), 1–15. http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nature10402%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nature21059%0Ahttp://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577%0Ahttp://

Juwantara, R. A. (2019). Analisis Teori Perkembangan Kognitif Piaget pada Tahap Anak Usia

Operasional Konkret 7-12 Tahun dalam Pembelajaran Matematika. *Al-Adzka: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, *9*(1), 27. https://doi.org/10.18592/aladzkapgmi.v9i1.3011

Kaur, H. (2020). Introducing the concept of angle to young children in a dynamic geometry environment. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 51(2), 161–182. https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1717657

Khimaya, N., & Sholeha, V. (2025). Peningkatan Kemampuan Mengenal Bentuk Geometri Pada Anak Usia 5-6 Tahun Melalui Media Busy Book. Kumara Cendekia, 13(4), 933–944.

Khotimah, N., Rakhmawati, N. I. S., & Hasibuan, R. (2020). The Effectiveness of Computer-Assisted Instruction on Students' Cognitive Skill to Know Geometric Shapes. Ilmu Pendidikan: Jurnal Kajian Teori Dan Praktik Kependidikan, 5(2), 63–72.

Krisnawati, I., & Dwi Rahmawati, A. (2020). Bentuk-bentuk Geometri. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, *3*(1), 28–39.

Lai, T., Zeng, X., Xu, B., Xie, C., Liu, Y., Wang, Z., Lu, H., & Fu, S. (2024a). The application of artificial intelligence technology in education influences Chinese adolescent ' s emotional perception. *Current Psychology*, *43*(6), 5309–5317. https://doi.org/10.1007/s12144-023-04727-6

Lai, T., Zeng, X., Xu, B., Xie, C., Liu, Y., Wang, Z., Lu, H., & Fu, S. (2024b). The application of artificial intelligence technology in education influences Chinese adolescent ' s emotional perception. *Current Psychology*, *43*(6), 5309–5317. https://doi.org/10.1007/s12144-023-04727-6

Manik, S. A. R., Humairoh, A. P., Annisa, S., Mailani, E., & Ketaren, M. A. (2024). Peran Media Visual Dalam Meningkatkan Pemahaman Geometri Siswa Sekolah Dasar. *AR-RUMMAN: Journal of Education and Learning Evaluation*, *1*(2), 759–763. https://doi.org/10.57235/arrumman.v1i2.4425

Masoumi, D., Bourbour, M., & Lindqvist, G. (2024). Mapping Children's Actions in the Scaffolding Process Using Interactive Whiteboard. *Early Childhood Education Journal*, *52*(6), 1209–1220. https://doi.org/10.1007/s10643-023-01510-x

Mohamed, D. A., & Kandeel, M. M. (2023). Playful Learning: Teaching the Properties of Geometric

Shapes through Pop-up Mechanisms for Kindergarten. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *11*(1), 179–197. https://doi.org/10.46328/ijemst.2921

Muarif, S., Khoirumaroh, S., & Widiatsih, A. (2025). Meningkatkan Kemampuan Mengenal Bentuk Geometri Melalui Ape Maze Geometri pada Anak Usia Dini. *Jurnal Pendidikan Dan Kewirausahan*, *13*(1), 1–17. https://journalstkippgrisitubondo.ac.id/index.php/PKWU/article/download/1820/1081

Mustar, muhammad yusvin, Hartono, R., & Santosa, paulus insap. (2023). Interactive Mobile Technologies. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *17*(15), 135–154.

Nurjanah, A. P., Hafidah, R., & Sholeha, V. (2023). ANALISIS KEMAMPUAN MENGENAL BENTUK GEOMETRI PADA ANAK USIA DINI Ayu. *Early Childhood Education and Development Journal*, *5*(3), 248–257.

Nurjannah, novita eka, & Mukarromah, tsali tsatul. (2021). Pembelajaran Berbasis Media Digital Pada Anak Usia Dini Di Era Revolusi Industri 4.0 : Studi Literatur. *Jurnal Ilmiah Potensia*, *6*(1), 66–77.

Oughton, R., Nichols, K., Bolden, D. S., Dixon-Jones, S., Fearn, S., Darwin, S., Mistry, M., Peyerimhoff, N., & Townsend, A. (2024). Developing 'deep mathematical thinking' in geometry with 3- and 4-year-olds: a collaborative study between early years teachers and university-based mathematicians. *Mathematical Thinking and Learning*, *26*(3), 306–325. https://doi.org/10.1080/10986065.2022.2119497

Özçakır, B., Konca, A. S., & Arıkan, N. (2019). Children';s Geometric Understanding through Digital Activities: The Case of Basic Geometric Shapes. *International Journal of Progressive Education*, *15*(3), 108–122. https://doi.org/10.29329/ijpe.2019.193.8

Purnama, S., Ulfah, M., Susilo, E., Amalia, R., & Mutmainnah. (2021). *ASESMEN PERKEMBANGAN ANAK USIA DINI*.

Puspitasari, L., Pradana, P. H., & Hasanah, H. (2023). Penerapan Media Augmented Reality Untuk Menngkatkan Motivasi Belajar Siswa SD. *Kumara Cendekia*, *12*(2), 115–126.

Rahayu, M. (2024). The Effectiveness of Using SmartBoard Interactive Toward Learning Innovation in Schools. *JIV-Jurnal Ilmiah Visi*, *19*(1), 23–31.

https://doi.org/10.21009/jiv.1901.3

Salmia, S. S. (2023). Development of Quality Instruments and Data Collection Techniques. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran Guru Sekolah Dasar (JPPGuseda)*, *6*(1), 119–124. https://doi.org/10.55215/jppguseda.v6i1.7527

Sari, J. (2023). *Analisis Deviant Behavior dalam Keluarga {}*. *8*(4).

Septyani, D., Pradana, P. H., & Hasanah, H. (2025). *Efforts to Improve Early Childhood Cognitive Abilities Through Virtual Realty (VR) Based Learning Media*. *13*(1), 28–36.

Syah, A., Amanullah, R., Wulaningsih, E. S., & Sari, I. N. (2022). Implementasi Teknik Scaffolding Untuk. *Awwaliyah; Jurnal PGMI*, *5*(1), 82–93.

Tian, J., Ren, K., Newcombe, N. S., Weinraub, M., Vandell, D. L., & Gunderson, E. A. (2023). Tracing the origins of the STEM gender gap: The contribution of childhood spatial skills. *Developmental Science*, *26*(2), 1–9. https://doi.org/10.1111/desc.13302

Tju, T. E. E., & Tamatjita, E. N. (2024). Smart System on Two-dimensional Shapes Recognition Application for Kindergarten Students. *Scientific Journal of Informatics*, *11*(1), 53–60. https://doi.org/10.15294/sji.v11i1.47494

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (2003). https://doi.org/10.24967/ekombis.v2i1.48

Zaidi, A., Barbareschi, G., Kunze, K., Pai, Y. S., & Yamaoka, J. (2025). TIEboard: A Digital Educational Tool for Kids Geometric Learning. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, *9*(2). https://doi.org/10.1145/3729478