



Peningkatan Kemampuan Kognitif Anak Usia 5-6 Tahun melalui Media Papan Pintar Geometri dalam Penelitian Tindakan Kelas

Nur Laili Maulidah¹, dan Siti Farida²

^{1,2} Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Islam Madura

ABSTRAK. Penelitian ini dilaksanakan untuk meningkatkan kemampuan kognitif anak usia dini kelompok B melalui media papan pintar geometri di TK Darul Ihsan. Latar belakang penelitian ini adalah rendahnya kemampuan anak dalam mengenal bentuk geometri, mengelompokkan benda, serta memahami konsep dasar ukuran dan warna. Penelitian menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilaksanakan dalam dua siklus, meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Subjek penelitian terdiri atas anak kelompok B usia 5-6 tahun di TK Darul Ihsan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan penilaian perkembangan anak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media papan pintar geometri mampu meningkatkan kemampuan kognitif anak secara bertahap, ditandai dengan meningkatnya kemampuan mengenal bentuk, mengklasifikasikan objek, serta menyelesaikan aktivitas pembelajaran secara mandiri. Dengan demikian, media papan pintar geometri terbukti efektif sebagai alat belajar interaktif, menarik, dan selaras dengan karakteristik perkembangan anak usia dini. Penerapan media papan pintar geometri dalam desain Penelitian Tindakan Kelas (PTK) sebagai upaya meningkatkan kemampuan kognitif anak usia 5-6 tahun.

Kata Kunci : Kemampuan Kognitif; Anak Usia Dini; Papan Pintar Geometri

ABSTRACT. This research was conducted to improve the cognitive abilities of early childhood group B through geometric smart board media at Darul Ihsan Kindergarten. The background of this research is the low ability of children to recognize geometric shapes, group objects, and understand the basic concepts of size and color. The research used the Classroom Action Research (CAR) method which was implemented in two cycles, including the planning, implementation, observation, and reflection stages. The research subjects consisted of children in group B aged 5-6 years at Darul Ihsan Kindergarten. Data collection techniques were carried out through observation, documentation, and assessment of child development. The results of the study showed that the use of geometric smart board media was able to improve children's cognitive abilities gradually, marked by an increase in the ability to recognize shapes, classify objects, and complete learning activities independently. Thus, geometric smart board media is proven to be effective as an interactive, interesting learning tool, and aligned with the development characteristics of early childhood. Application of geometry smart board media in Classroom Action Research (CAR) design as an effort to improve the cognitive abilities of children aged 5-6 years.

Keyword : Cognitive Abilities; Early Childhood; Geometry Smart Board

PENDAHULUAN

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan jenjang pendidikan yang bertujuan memberikan stimulasi secara optimal terhadap seluruh aspek perkembangan anak sebagai bekal memasuki jenjang pendidikan berikutnya. Salah satu aspek perkembangan yang sangat penting untuk dikembangkan pada anak usia 5–6 tahun adalah kemampuan kognitif. Kemampuan kognitif mencakup kemampuan berpikir logis, memecahkan masalah, mengelompokkan benda berdasarkan karakteristik tertentu, mengenal pola, memahami hubungan sebab akibat, serta mengenal konsep geometri sederhana [1], [2]. Pada usia 5–6 tahun, anak berada pada tahap praoperasional menurut teori perkembangan kognitif Piaget, sehingga proses pembelajaran akan lebih efektif apabila diberikan melalui pengalaman belajar yang konkret, menarik, dan melibatkan aktivitas bermain.

Namun demikian, proses pembelajaran di beberapa lembaga PAUD masih menghadapi berbagai kendala dalam mengembangkan kemampuan kognitif anak, khususnya pada materi pengenalan bentuk geometri [3]. Pembelajaran yang dilakukan guru masih cenderung menggunakan media konvensional seperti gambar pada buku, papan tulis, maupun lembar kerja sehingga anak kurang memperoleh pengalaman belajar secara langsung. Akibatnya, anak mengalami kesulitan dalam mengenali bentuk geometri, membedakan karakteristik setiap bentuk, mengelompokkan benda berdasarkan bentuk, serta menghubungkan bentuk geometri dengan benda-benda yang ada di lingkungan sekitar [4], [5]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran belum sepenuhnya mampu memberikan stimulasi yang optimal terhadap perkembangan kemampuan kognitif anak.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan pada kelompok B, diperoleh data bahwa kemampuan kognitif anak dalam mengenal konsep geometri masih tergolong rendah. Dari 15 anak, hanya 5 anak (33,3%) yang telah mencapai kriteria Berkembang Sesuai Harapan (BSH) dan Berkembang Sangat Baik (BSB). Sementara itu, 10 anak (66,7%) masih berada pada kategori Mulai Berkembang (MB) dan Belum Berkembang (BB) [6]–[8]. Anak masih mengalami kesulitan menyebutkan nama bentuk geometri, mengelompokkan bentuk berdasarkan karakteristiknya, mencocokkan bentuk yang sama, serta menyusun pola sederhana menggunakan bentuk geometri. Data awal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan kognitif anak masih perlu ditingkatkan melalui pembelajaran yang lebih inovatif dan sesuai dengan karakteristik perkembangan anak.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan media papan pintar geometri. Media papan pintar geometri merupakan media pembelajaran edukatif yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar secara konkret melalui aktivitas bermain sambil belajar [9], [10]. Media ini memungkinkan anak melakukan kegiatan mengenal, mencocokkan, mengelompokkan, menyusun, serta memasang berbagai bentuk geometri secara langsung. Aktivitas tersebut dapat meningkatkan keaktifan, konsentrasi, kemampuan berpikir logis, kemampuan memecahkan masalah sederhana, serta daya ingat anak terhadap konsep bentuk geometri. Dengan demikian, penggunaan media papan pintar

geometri diharapkan mampu meningkatkan kemampuan kognitif anak usia 5–6 tahun secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran yang hanya menggunakan media konvensional.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas peningkatan kemampuan kognitif anak melalui media permainan edukatif, masih terdapat kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu dikaji lebih lanjut. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada penggunaan media balok geometri, puzzle, kartu bergambar, permainan ular tangga edukatif [11], [12], atau media loose parts dalam meningkatkan kemampuan kognitif anak usia dini. Penelitian yang secara khusus mengkaji efektivitas media papan pintar geometri sebagai media pembelajaran dalam Penelitian Tindakan Kelas (PTK) untuk meningkatkan kemampuan kognitif anak usia 5–6 tahun masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian penelitian sebelumnya hanya menilai hasil belajar anak tanpa mendeskripsikan proses perbaikan pembelajaran melalui siklus tindakan yang menjadi karakteristik utama PTK. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan pada penerapan media papan pintar geometri melalui tahapan perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi secara sistematis untuk meningkatkan kemampuan kognitif anak [13], [14].

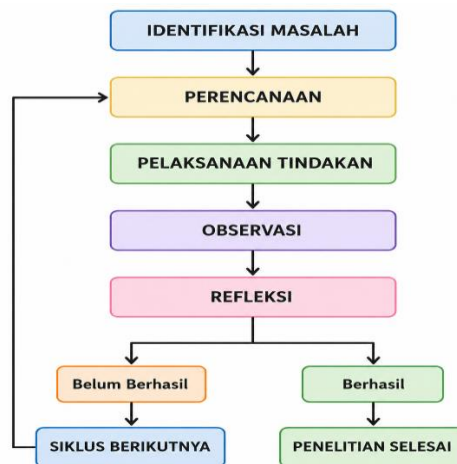
Beberapa penelitian relevan menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang konkret dan interaktif mampu meningkatkan kemampuan kognitif anak usia dini. Penelitian Sari menunjukkan bahwa media puzzle geometri mampu meningkatkan kemampuan anak dalam mengenal bentuk dan mengelompokkan objek berdasarkan karakteristiknya [15]. Penelitian Wulandari menyimpulkan bahwa media permainan edukatif dapat meningkatkan kemampuan berpikir logis dan pemecahan masalah pada anak usia dini [16]. Selain itu, penelitian Nurmala membuktikan bahwa penggunaan media manipulatif dalam pembelajaran geometri memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan klasifikasi, pengenalan bentuk, dan daya ingat anak [17]. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan media yang bersifat konkret dan melibatkan aktivitas bermain efektif dalam mengembangkan kemampuan kognitif anak [18], [19]. Namun demikian, penelitian mengenai media papan pintar geometri dalam konteks PTK masih belum banyak dilakukan sehingga penelitian ini diharapkan dapat melengkapi hasil penelitian sebelumnya.

Secara teoritis, penelitian ini didasarkan pada teori perkembangan kognitif Piaget yang menjelaskan bahwa anak usia 5–6 tahun berada pada tahap praoperasional sehingga pembelajaran harus menggunakan benda konkret agar anak lebih mudah memahami konsep abstrak. Teori Vygotsky juga menekankan bahwa perkembangan kognitif terjadi melalui interaksi sosial dan pemberian bantuan (*scaffolding*) dari guru selama proses pembelajaran. Selain itu, konsep belajar sambil bermain dalam pendidikan anak usia dini menjelaskan bahwa penggunaan media edukatif mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, menyenangkan, dan bermakna sehingga anak lebih mudah membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung [20], [21]. Oleh karena itu, media papan pintar geometri dipandang sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini karena memberikan kesempatan kepada anak untuk mengeksplorasi,

mengamati, mengelompokkan, serta memecahkan masalah sederhana secara mandiri maupun bersama teman.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) (Classroom Action Research) yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kognitif anak usia dini kelompok B melalui penggunaan media papan pintar geometri di TK Darul Ihsan. Penelitian tindakan kelas dipilih karena metode ini memungkinkan peneliti melakukan perbaikan proses pembelajaran secara bertahap melalui tindakan nyata di kelas. Model penelitian yang digunakan mengacu pada model Kemmis dan McTaggart yang terdiri atas empat tahapan dalam setiap siklus, yaitu perencanaan (planning), pelaksanaan tindakan (acting), observasi (observing), dan refleksi (reflecting) [22], [23]. Penelitian dilaksanakan dalam dua siklus, dengan masing-masing siklus terdiri atas dua kali pertemuan pembelajaran.



Gambar 1. Desain Penelitian Tindakan Kelas (PTK) Model Kemmis dan McTaggart

Subjek penelitian adalah anak usia dini kelompok B di TK Darul Ihsan yang berjumlah 15–20 anak berusia 5–6 tahun. Pemilihan subjek dilakukan berdasarkan hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa sebagian anak masih mengalami kesulitan dalam mengenal bentuk geometri, mengelompokkan benda berdasarkan bentuk dan warna, serta memahami konsep ukuran sederhana [24]. Objek dalam penelitian ini adalah kemampuan kognitif anak usia dini, khususnya pada aspek mengenal bentuk geometri, mengklasifikasikan benda, memahami pola sederhana, dan kemampuan berpikir logis dasar.

Penelitian ini dilaksanakan di TK Darul Ihsan kabupaten pamekasan pada bulan maret 2026. Proses penelitian diawali dengan kegiatan observasi awal (pra tindakan) untuk mengetahui tingkat kemampuan kognitif anak sebelum penerapan media papan pintar geometri. Selanjutnya, pada tahap tindakan, guru menggunakan media papan pintar geometri dalam kegiatan pembelajaran dengan melibatkan anak secara aktif melalui aktivitas mengenal bentuk, mencocokkan pola, mengelompokkan objek, dan permainan edukatif berbasis geometri [25].

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan observasi, dokumentasi, dan penilaian unjuk kerja anak. Observasi dilakukan untuk mengetahui perkembangan kemampuan kognitif anak selama pembelajaran berlangsung menggunakan lembar observasi yang telah disusun berdasarkan indikator pencapaian perkembangan kognitif anak usia dini. Dokumentasi digunakan untuk mendukung data penelitian berupa foto kegiatan pembelajaran dan catatan perkembangan anak. Sementara itu, penilaian unjuk kerja dilakukan untuk melihat kemampuan anak dalam mengenali, menyebutkan, dan mengelompokkan bentuk geometri secara langsung melalui aktivitas bermain sambil belajar [26].

Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar observasi perkembangan kemampuan kognitif anak, pedoman dokumentasi, dan catatan lapangan. Indikator kemampuan kognitif yang diamati meliputi kemampuan mengenal bentuk geometri dasar (lingkaran, segitiga, persegi, dan persegi panjang), mengelompokkan benda berdasarkan bentuk dan warna, menyusun pola sederhana, serta kemampuan menyelesaikan tugas secara mandiri. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dan kualitatif [27]. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung persentase peningkatan kemampuan kognitif anak pada setiap siklus, sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan perubahan perilaku dan keterlibatan anak selama proses pembelajaran berlangsung. Keberhasilan tindakan ditentukan apabila minimal 75% anak mencapai kriteria berkembang sesuai harapan (BSH) dalam aspek kemampuan kognitif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

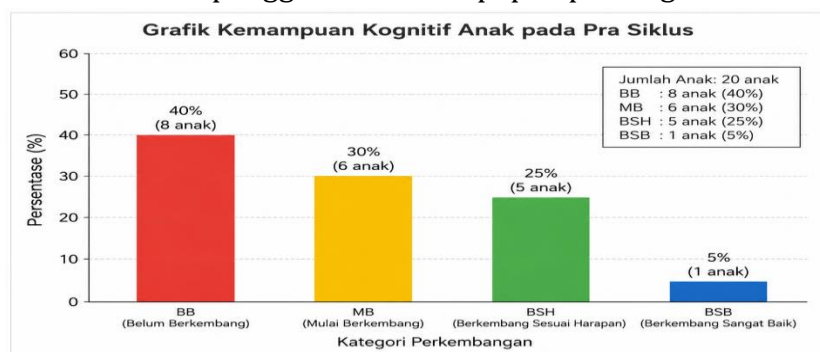
Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar observasi perkembangan kemampuan kognitif anak, pedoman dokumentasi, dan catatan lapangan. Indikator kemampuan kognitif yang diamati meliputi kemampuan mengenal bentuk geometri dasar (lingkaran, segitiga, persegi, dan persegi panjang), mengelompokkan benda berdasarkan bentuk dan warna, menyusun pola sederhana, serta kemampuan menyelesaikan tugas secara mandiri. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung persentase peningkatan kemampuan kognitif anak pada setiap siklus, sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan perubahan perilaku dan keterlibatan anak selama proses pembelajaran berlangsung. Keberhasilan tindakan ditentukan apabila minimal 75% anak mencapai kriteria berkembang sesuai harapan (BSH) dalam aspek kemampuan kognitif.

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa kemampuan kognitif anak dalam mengenal bentuk geometri masih rendah. Sebagian besar anak belum mampu menyebutkan nama bentuk geometri secara tepat, mengelompokkan bentuk berdasarkan karakteristiknya, maupun mencocokkan bentuk geometri dengan benda di lingkungan sekitar [28]. Kondisi tersebut disebabkan oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru dengan penggunaan media yang kurang bervariasi sehingga anak kurang memperoleh pengalaman belajar yang konkret.

Tabel 1. Hasil Kemampuan Kognitif Anak Pada Pra Siklus

No	Kategori Perkembangan	Jumlah Anak	Persentase (%)
1	Belum Berkembang (BB)	8	40
2	Mulai Berkembang (MB)	6	30
3	Berkembang Sesuai Harapan (BSH)	5	25
4	Berkembang Sangat Baik (BSB)	1	5
Jumlah		20	100

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kemampuan kognitif anak pada tahap pra siklus masih rendah. Sebanyak 8 anak (40%) berada pada kategori Belum Berkembang (BB), 6 anak (30%) berada pada kategori Mulai Berkembang (MB), 5 anak (25%) telah mencapai kategori Berkembang Sesuai Harapan (BSH), dan hanya 1 anak (5%) yang berada pada kategori Berkembang Sangat Baik (BSB). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar anak belum mencapai indikator keberhasilan sehingga diperlukan tindakan melalui penggunaan media papan pintar geometri.

**Gambar 2. Grafik Kemampuan Kognitif Anak pada Pra Siklus**

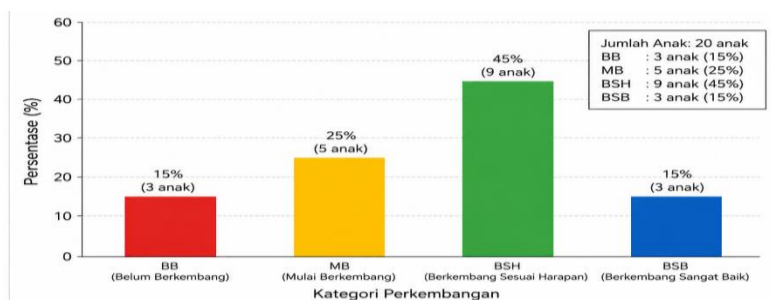
Oleh karena itu, peneliti melakukan tindakan pada siklus I dengan menggunakan media papan pintar geometri sebagai sarana pembelajaran interaktif. Anak mulai diperkenalkan dengan berbagai bentuk geometri melalui kegiatan mencocokkan bentuk, memasang warna, dan menyusun pola sederhana pada papan pintar. Pelaksanaan tindakan pada Siklus I dilakukan dengan menerapkan media papan pintar geometri sebagai media pembelajaran untuk mengenalkan bentuk-bentuk geometri kepada anak. Selama proses pembelajaran, anak diberikan kesempatan untuk mengenali, mencocokkan, mengelompokkan, dan menyusun bentuk geometri secara langsung menggunakan media tersebut.

Hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan kognitif dibandingkan kondisi awal. Anak mulai mampu mengenali bentuk geometri dengan lebih baik dan menunjukkan antusiasme selama kegiatan pembelajaran [29]. Namun demikian, beberapa anak masih mengalami kesulitan dalam membedakan bentuk persegi dan persegi panjang serta masih memerlukan bantuan guru ketika mengelompokkan bentuk sesuai karakteristiknya.

Tabel 2. Hasil Kemampuan Kognitif Anak pada Siklus I

No	Kategori Perkembangan	Jumlah Anak	Persentase (%)
1	Belum Berkembang (BB)	3	15
2	Mulai Berkembang (MB)	5	25
3	Berkembang Sesuai Harapan (BSH)	9	45
4	Berkembang Sangat Baik (BSB)	3	15
Jumlah		20	100

Berdasarkan Tabel 2 terlihat adanya peningkatan kemampuan kognitif anak setelah diterapkan media papan pintar geometri pada Siklus I. Jumlah anak yang berada pada kategori Belum Berkembang (BB) menurun menjadi 3 anak (15%), sedangkan kategori Berkembang Sesuai Harapan (BSH) meningkat menjadi 9 anak (45%). Meskipun demikian, indikator keberhasilan penelitian belum tercapai karena jumlah anak yang mencapai kategori BSH dan BSB baru mencapai 60% atau 12 anak. Oleh karena itu, tindakan dilanjutkan pada Siklus II.



Gambar 3. Grafik Hasil Kemampuan Kognitif Anak pada Siklus I

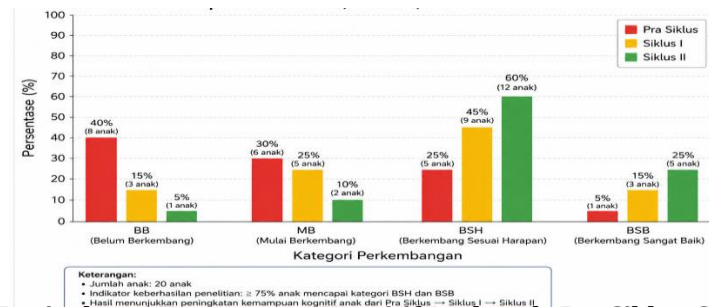
Hasil refleksi Siklus I menunjukkan bahwa penggunaan media papan pintar geometri telah meningkatkan keaktifan anak dalam pembelajaran. Akan tetapi, guru masih perlu meningkatkan intensitas pendampingan kepada anak yang mengalami kesulitan, memberikan contoh penggunaan media secara lebih jelas, serta memperbanyak kesempatan praktik kepada seluruh anak. Hasil refleksi tersebut menjadi dasar penyempurnaan tindakan pada Siklus II.

Perbaikan pembelajaran pada Siklus II dilakukan berdasarkan hasil refleksi Siklus I. Guru memberikan demonstrasi penggunaan media secara lebih sistematis, meningkatkan pendampingan individual, serta memberikan kesempatan kepada seluruh anak untuk menggunakan media papan pintar geometri secara bergantian. Hasil observasi menunjukkan peningkatan kemampuan kognitif yang lebih baik dibandingkan Siklus I. Sebagian besar anak telah mampu mengenali, menyebutkan, mengelompokkan, dan mencocokkan bentuk geometri secara mandiri. Anak juga tampak lebih aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran.

Tabel 3. Hasil Kemampuan Kognitif Anak pada Siklus II

No	Kategori Perkembangan	Jumlah Anak	Persentase (%)
1	Belum Berkembang (BB)	1	5
2	Mulai Berkembang (MB)	2	10
3	Berkembang Sesuai Harapan (BSH)	12	60
4	Berkembang Sangat Baik (BSB)	5	25
Jumlah		20	100

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa kemampuan kognitif anak mengalami peningkatan yang signifikan pada Siklus II. Anak yang berada pada kategori Belum Berkembang (BB) tinggal 1 anak (5%), sedangkan 12 anak (60%) telah mencapai kategori Berkembang Sesuai Harapan (BSH) dan 5 anak (25%) mencapai kategori Berkembang Sangat Baik (BSB). Dengan demikian, jumlah anak yang mencapai kategori BSH dan BSB menjadi 17 anak (85%), sehingga telah melampaui indikator keberhasilan penelitian yang ditetapkan, yaitu minimal 75% anak mencapai kategori BSH dan BSB. Oleh karena itu, penelitian dihentikan pada Siklus II.



Gambar 4. Grafik Peningkatan Kemampuan Kognitif Anak pada Pra Siklus, Siklus I, dan Siklus II

Berdasarkan hasil pada Siklus II, persentase anak yang mencapai kategori Berkembang Sesuai Harapan (BSH) dan Berkembang Sangat Baik (BSB) telah melampaui indikator keberhasilan penelitian sebesar 75%. Oleh karena itu, tindakan dihentikan pada Siklus II. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat teori konstruktivisme bahwa pengalaman belajar yang konkret dan interaktif mampu membantu anak membangun pengetahuan secara aktif [30]. Penggunaan media papan pintar geometri terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif anak usia 5–6 tahun, khususnya dalam mengenal, mengelompokkan, dan membedakan bentuk-bentuk geometri.

KESIMPULAN

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan media papan pintar geometri dalam desain Penelitian Tindakan Kelas (PTK) sebagai upaya meningkatkan kemampuan kognitif anak usia 5–6 tahun. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang lebih banyak menggunakan media puzzle, balok geometri, atau kartu bergambar, penelitian ini mengintegrasikan media papan pintar geometri dengan tahapan tindakan kelas yang sistematis, yaitu perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Pendekatan tersebut tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif anak, tetapi juga memperbaiki proses pembelajaran secara berkelanjutan. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian hanya dilaksanakan pada satu kelas di TK Darul Ihsan dengan jumlah subjek yang terbatas sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan pada seluruh lembaga PAUD. Kedua, penelitian hanya berfokus pada peningkatan kemampuan kognitif dalam mengenal konsep geometri sehingga belum mengkaji pengaruh media papan pintar geometri terhadap aspek perkembangan anak lainnya.

PENGHARGAAN

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kepala TK Darul Ihsan, guru kelompok B, serta seluruh anak didik yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] N. R. Wild, "Picturebooks for Social Justice: Creating a Classroom Community Grounded in Identity, Diversity, Justice, and Action," *Early Child. Educ. J.*, vol. 51, no. 4, hal. 733–741, Apr 2023, doi: 10.1007/s10643-022-01342-1.

- [2] A. Raza, R. Keshavarz, dan N. Shariati, "Precision Agriculture: Ultra-Compact Sensor and Reconfigurable Antenna for Joint Sensing and Communication," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 73, hal. 1–13, 2024, doi: 10.1109/TIM.2024.3350126.
- [3] M. Mohamed Salleh *et al.*, "Optimizing Wind Power Efficiency with Integrating Vortex-Induced Vibration and Piezoelectric Energy Harvesting," *J. Adv. Res. Exp. Fluid Mech. Heat Transf.*, vol. 19, no. 1, hal. 30–43, Mar 2025, doi: 10.37934/arefmht.19.1.3043.
- [4] D. Kessira dan M.-T. Kechadi, "Multi-Objective Clustering Based on Congestion Games With Player-Specific Cost Functions," *IEEE Access*, vol. 13, hal. 112552–112567, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3583240.
- [5] M. H. Dalroti dan S. F. Ali, "A nonlinear energy sink with variable magnetic coupling," *Nonlinear Dyn.*, vol. 113, no. 20, hal. 27247–27274, Okt 2025, doi: 10.1007/s11071-025-11551-z.
- [6] H. Liang *et al.*, "The design of spatial compliant mechanisms with distributed multi-stability based on post-buckled cylindrical compliant beams," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 228, hal. 112365, Apr 2025, doi: 10.1016/j.ymssp.2025.112365.
- [7] H. Gu *et al.*, "FENDI: Toward High-Fidelity Entanglement Distribution in the Quantum Internet," *IEEE/ACM Trans. Netw.*, vol. 32, no. 6, hal. 5033–5048, Des 2024, doi: 10.1109/TNET.2024.3450271.
- [8] L. Brandl, H.-C. Reuss, dan D. Heidle, "Approach to Design of Piezoelectric Energy Harvester for Sensors on Electric Machine Rotors," *Energies*, vol. 17, no. 8, hal. 1884, Apr 2024, doi: 10.3390/en17081884.
- [9] A. Shrotriya, A. Kumar Sharma, S. Prabhu, dan A. Kumar Bairwa, "An Approach Toward Classifying Plant-Leaf Diseases and Comparisons With the Conventional Classification," *IEEE Access*, vol. 12, hal. 117379–117398, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3411013.
- [10] S. Semenov, M. Krupska-Klimczak, M. Frontczak, J. Yu, J. He, dan O. Chernykh, "Adaptive Stochastic GERT Modeling of UAV Video Transmission for Urban Monitoring Systems," *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 17, hal. 9277, Agu 2025, doi: 10.3390/app15179277.
- [11] L. Shi, "A Geometric Structure Based Non Local Mean Image Denoising Algorithm," *IEEE Access*, vol. 11, hal. 91145–91156, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3307706.
- [12] F. Ottati *et al.*, "To Spike or Not to Spike: A Digital Hardware Perspective on Deep Learning Acceleration," *IEEE J. Emerg. Sel. Top. Circuits Syst.*, vol. 13, no. 4, hal. 1015–1025, Des 2023, doi: 10.1109/JETCAS.2023.3330432.
- [13] T. V. Doan, G. T. Nguyen, M. Reisslein, dan F. H. P. Fitzek, "SAP: Subchain-Aware NFV Service Placement in Mobile Edge Cloud," *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 20, no. 1, hal. 319–341, Mar 2023, doi: 10.1109/TNSM.2022.3201388.
- [14] N. Xue, X. Mu, Y. Liu, dan Y. Chen, "NOMA-Assisted Full Space STAR-RIS-ISAC," *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 23, no. 8, hal. 8954–8968, Agu 2024, doi: 10.1109/TWC.2024.3357349.
- [15] F. Puspita Sari, A. Sofia, dan D. Nawang Sasi, "Pengaruh Bermain Puzzle Geometric terhadap Kecerdasan Visual Spasial Anak Usia 5-6 Tahun," *J. Pelita PAUD*, vol. 8, no. 2, hal. 390–399, Mei 2024, doi: 10.33222/pelitapaud.v8i2.3788.
- [16] W. Wulandari dan A.T. Widiensyah, "Penerapan Model Pembelajaran Games Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Dan Numerasi Siswa," *J. Pendidik. dan Pembelajaran IPA Indones.*, vol. 13, no. 3, hal. 113–119, Des 2023,

- doi: 10.23887/jppii.v13i3.73462.
- [17] A. Syarifudin, R. C. Dhewy, dan E. N. S. Agustina, "Pengaruh Model Brain Based Learning terhadap Hasil Belajar Siswa," *JEDMA J. Edukasi Mat.*, vol. 1, no. 2, hal. 1–7, Jan 2021, doi: 10.51836/jedma.v1i2.155.
 - [18] M. G. Williams, "'They never told us that Black is beautiful': Fostering Black joy and Pro-Blackness pedagogies in early childhood classrooms," *J. Early Child. Lit.*, vol. 22, no. 3, hal. 357–382, Sep 2022, doi: 10.1177/14687984221121163.
 - [19] M. Ullrich *et al.*, "Fall Risk Prediction in Parkinson's Disease Using Real-World Inertial Sensor Gait Data," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 27, no. 1, hal. 319–328, Jan 2023, doi: 10.1109/JBHI.2022.3215921.
 - [20] A. Perwez, D. Li, N. J. Piaget, G. Qin, dan X. Zheng, "Thermal and electrical enhancement of PV/T system using dimpled/protruded channels," *Energy*, vol. 327, hal. 136454, Jul 2025, doi: 10.1016/j.energy.2025.136454.
 - [21] Z. Yu, J. Zhuo, R. Qin, T. Liu, A. Zhou, dan J. Tang, "Coarse-grained molecular dynamics study on submicron structuring of calcium silicate hydrate with enhanced tensile modulus and strength," *J. Build. Eng.*, vol. 82, hal. 108271, Apr 2024, doi: 10.1016/j.jobbe.2023.108271.
 - [22] A. Naguib, "Outstanding Framework for Simulating and Generating Anchor Trajectory in Wireless Sensor Networks," *Int. J. Comput. Networks Commun.*, vol. 16, no. 6, hal. 21–39, Nov 2024, doi: 10.5121/ijcnc.2024.16602.
 - [23] G. Anese *et al.*, "Bare Photovoltaic Tether characteristics for ISS reboost," *Acta Astronaut.*, vol. 229, hal. 34–42, Apr 2025, doi: 10.1016/j.actaastro.2024.12.031.
 - [24] Y. Wang, Y. Xiao, M. Piao, C. Li, H. Shi, dan X. Wang, "Engineered periodic conical absorbers achieving near-unity solar absorption for energy harvesting," *Mater. Des.*, vol. 257, hal. 114541, Sep 2025, doi: 10.1016/j.matdes.2025.114541.
 - [25] T. Devapriya, V. Ganesan, dan S. Velmurugan, "Efficient Malicious Node Detection in Wireless Sensor Networks Using Rabin-Karp Algorithm," *Int. J. Adv. Signal Image Sci.*, vol. 10, no. 2, hal. 24–36, Des 2024, doi: 10.29284/IJASIS.10.2.2024.24-36.
 - [26] A. Karim, M. Shahroz, K. Mustofa, S. B. Belhaouari, dan S. R. K. Joga, "Phishing Detection System Through Hybrid Machine Learning Based on URL," *IEEE Access*, vol. 11, hal. 36805–36822, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3252366.
 - [27] B. Lakshakoti *et al.*, "Innovative triboelectric nanogenerator (TENG) design utilizing a stress ball for energy harvesting, wellness, and safety applications," *Eng. Res. Express*, vol. 6, no. 1, hal. 015081, Mar 2024, doi: 10.1088/2631-8695/ad2245.
 - [28] E. González-González, D. J. Yáñez, S. Del Pozo, dan S. Lagüela, "Optimizing Bladeless Wind Turbines: Morphological Analysis and Lock-In Range Variations," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 7, hal. 2815, Mar 2024, doi: 10.3390/app14072815.
 - [29] S. Malta, P. Pinto, dan M. Fernandez-Veiga, "Using Reinforcement Learning to Reduce Energy Consumption of Ultra-Dense Networks With 5G Use Cases Requirements," *IEEE Access*, vol. 11, hal. 5417–5428, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3236980.
 - [30] S. Mondal, T. Mukhopadhyay, F. Scarpa, dan S. Naskar, "Frequency-band programmable piezoelectric energy harvesters with variable substrate material, tip mass and fractal architectures: Experimental and numerical investigations," *Mech. Based Des. Struct. Mach.*, vol. 53, no. 3, hal. 1603–1634, Mar 2025, doi: 10.1080/15397734.2024.2390074.