

BAB I

PENDAHULUAN

A. Konteks Penelitian

Realitas di era modern yang dihadapi anak saat ini tersusun atas pola, relasi, dan struktur yang kompleks. Oleh karena itu, pembelajaran tidak lagi cukup berfokus pada hafalan numerik, melainkan pada pengembangan *mathematical thinking* sebagai kemampuan untuk menafsirkan situasi, memprediksi kemungkinan, dan menyelesaikan masalah secara sistematis. Dalam beberapa dekade terakhir, *mathematical thinking* menjadi sorotan utama dalam sektor pendidikan sebagai proses kognitif yang membentuk kebiasaan intelektual (*habits of mind*).¹ Merujuk pada pandangan Mason, kemampuan ini berkembang melalui aktivitas menguji dugaan, membangun koneksi, dan memvalidasi ide secara logis dengan memanfaatkan relasi serta keteraturan pola.² Proses ini memposisikan anak sebagai pembelajar aktif yang secara sadar mengonstruksi pemahaman, bukan sekadar penerima prosedur matematis mekanistik.

Tuntutan di tengah abad ke-21 dan target *Sustainable Development Goals* (SDGs) terkait penguatan *mathematical thinking* sejak dini menjadi fondasi krusial dalam menghadapi kompleksitas masalah modern.³ Hal tersebut relevan dengan era globalisasi yang membutuhkan sumber daya manusia dengan penalaran kritis dan kemampuan analisis data yang kuat. Secara global, *mathematical thinking* diposisikan sebagai kompetensi esensial dalam pengambilan keputusan berbasis data, sebagaimana kerangka *Programme for International Student Assessment* (PISA) oleh OECD.⁴ Di Indonesia, sejalan dengan arah kebijakan pendidikan nasional, penguatan literasi numerasi kini diorientasikan pada implementasi *deep learning*.⁵ Melalui pendekatan yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*, proses ini memastikan anak tidak lagi belajar secara

¹ Korra, H. (2021). Karakteristik Ways of Thinking (Wot) Dan Ways of Understanding (Wou) Siswa Berdasarkan Teori Harel. <https://doi.org/10.37058/JARME.V3I1.2449>

² Mason, J. (1994). Enquiry in mathematics and mathematics education. Constructing mathematical knowledge: Epistemology and mathematics education, 190-200.

³ United National Report. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable.

⁴ Ruamba, Marthinus Yohanes, Dwijayanto Dwijayanto, and Scolastika Mariani. "Studi literatur kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari gaya kognitif field independent dan field dependent." *Jurnal Wahana Pendidikan* 9, no. 2 (2022): 97-106.

⁵ Rida, R. H., Sumi Herni, Nur Cholis, Ichsan Anshory AM, & Arina Restian. (2025). Implementing Deep Learning to Enhance Students' Literacy and Numeracy Skills. *SOSIOEDUKASI : JURNAL ILMIAH ILMU PENDIDIKAN DAN SOSIAL*, 14(4), 2657–2665. <https://doi.org/10.36526/sosioedukasi.v14i4.6393>

superfisial, melainkan mampu bernalar kritis dan reflektif sesuai standar kompetensi global.

Namun di sisi lain, potret pendidikan nasional saat ini memberikan isyarat kuat bahwa pengalaman belajar matematika masih sering kali terputus dari esensinya. Data PISA 2015–2022 menunjukkan capaian numerasi peserta didik di Indonesia masih berada pada kisaran 66,34%.⁶ Fenomena tersebut membuka ruang kajian mengenai praktik pedagogis yang mampu memfasilitasi *mathematical thinking* secara optimal. Lebih lanjut, pemahaman matematis berkembang saat anak menghubungkan pengalaman nyata dengan struktur berpikir seperti relasi spasial dan pengukuran.⁷ Artinya, matematika harus berfungsi sebagai alat menalar, bukan sekadar simbol hafalan yang prosedural.

Keberhasilan *mathematical thinking* didasarkan pada prinsip bahwa nalar anak tumbuh dari pengalaman nyata yang terstruktur. Disney dan Li mempertegas bahwa *mathematical thinking* berkembang melalui abstraksi bertahap dalam aktivitas yang bermakna.⁸ Sebaliknya, pengalaman belajar yang tidak terarah pada relasi konseptual akan membuat struktur berpikir anak terfragmentasi.⁹ Karena proses abstraksi bertahap mengikuti perkembangan kognitif, masa usia dini menjadi periode determinan bagi kualitas nalar individu.

Keterlambatan dalam memfasilitasi proses ini sejak awal kehidupan dapat menghasilkan fondasi berpikir yang lemah di masa depan. Fondasi *mathematical thinking* secara alami mulai berkembang pada anak di bawah usia tiga tahun.¹⁰ Kemudian meningkat pada usia 3-4 tahun menjadi kemampuan mengonstruksi penalaran matematis tingkat awal, seperti pengenalan pola berulang dan generalisasi sederhana. Namun, dinamika pembelajaran di lapangan sering kali menghadapi tantangan terkait optimalisasi potensi tersebut. Dalam konteks global, seperti temuan pada taman kanak-kanak di wilayah pedesaan China, aktivitas matematika cenderung masih didominasi oleh latihan mekanis yang membatasi ruang penalaran anak. Kondisi serupa juga teramati di Indonesia,

⁶ Silambona, Siti Nur Salsabilah. "Skor PISA Indonesia Masih Rendah, Dikhawatirkan Disalip Vietnam-Timor Leste." Detik.com, December 13, 2025. <https://www.detik.com/edu/sekolah/d-8257399/skor-pisa-indonesia-masih-rendah-dikhawatirkan-disalip-vietnam-timor-leste/amp>.

⁷ Zhang, Wenxuan, Liang Li, and Leigh Disney. "How kindergarten teachers in China create conditions for children's mathematics concept learning." *Early Years* (2025): 1-19.

⁸ Disney, Leigh, and Liang Li. "Mathematics teaching: A study of early childhood teachers' pedagogical positioning in a playworld context."

⁹ Li, Liang, and Leigh Disney. "Young children's mathematical problem solving and thinking in a playworld." *Mathematics Education Research Journal* 35, no. 1 (2023): 23-44

¹⁰ Li, Liang. "Supporting Young Children's Exploration of Mathematical Concepts: Co-teachers' Involvement in Joint Play." *British Journal of Educational Studies* 72, no. 3 (2024): 341-358.

praktik pembelajaran masih terikat pada model tradisional.^{11, 12, 13} Ini terjadi akibat tingginya ekspektasi terhadap capaian calistung serta adanya misinterpretasi dalam pengimplementasian konsep bermain yang bermakna.¹⁴ Sehingga, proses pembentukan *mathematical thinking* anak menjadi tidak optimal.

Potensi kognitif anak dengan dinamika praktik di lapangan memicu ketertarikan luas untuk mengeksplorasi *best practice* yang lebih progresif. Dalam diskursus pendidikan modern, muncul berbagai strategi yang dinilai efektif menjembatani proses berpikir anak, seperti *Problem-Based Learning* (PBL), pendekatan Playworld, hingga kerangka lintas bidang STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*).¹⁵ Ketiga pendekatan ini menawarkan ruang eksplorasi yang lebih terbuka dibandingkan model pembelajaran tradisional.

Dalam praktiknya, setiap strategi pendekatan pembelajaran memiliki keunikan tersendiri yang relevan di era ini. *Problem-Based Learning* (PBL) dalam konteks bermain berperan memicu penalaran melalui pemecahan masalah kontekstual, sehingga anak terlibat aktif dalam pengambilan keputusan.¹⁶ Sementara itu, *Playworld* memberikan kontribusi unik melalui integrasi cerita imajinatif yang berkorelasi kuat dengan pembentukan struktur berpikir matematis.¹⁷ Dalam *Playworld*, guru hadir sebagai mitra main (*coplayer*) yang memberikan stimulus konseptual secara komprehensif tanpa menginterupsi keasyikan bermain anak.¹⁸ Melalui interaksi ini, konsep matematika tidak lagi bersifat abstrak, melainkan terbangun secara *embodied* melalui gerak dan pengalaman sosial yang mendalam.

Seluruh elemen strategi tersebut kemudian terangkum secara kohesif dalam pendekatan STEAM. Sebagai tren pendidikan global yang relevan bagi PAUD, STEAM

¹¹ Wang, Simeng, Liang Li, and Leigh Disney. "Exploring challenges and strategies in teaching early mathematics: insights from rural Chinese kindergartens." *Journal of Early Childhood Teacher Education* (2025): hal: 10.

¹² Li, Liang, and Leigh Disney. "Young children's mathematical problem solving and thinking in a playworld." *Mathematics Education Research Journal* 35, no. 1 (2023): 23-44

¹³ Utami, A. D., Fler, M., & Li, L. (2020). Shift in teachers' pedagogical practices in play-based programme in Indonesia. *International Journal of Early Years Education*, 28(4), Hal 399

¹⁴ Wang, Simeng, Liang Li, and Leigh Disney. "Exploring challenges and strategies in teaching early mathematics: insights from rural Chinese kindergartens." *Journal of Early Childhood Teacher Education* (2025): hal: 16.

¹⁵ Ng, Andrea, Sarika Kewalramani, and Gillian Kidman. "Integrating and navigating STEAM (inSTEAM) in early childhood education: An integrative review and inSTEAM conceptual framework." *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 18, no. 7 (2022): Hal 173

¹⁶ Chen, Hong, Leigh Disney, and Liang Li. "Studying children's motives in mathematical problem-solving during transition from kindergarten to school: A Conceptual PlayWorld approach." *Learning, Culture and Social Interaction* 48 (2024): 100850.

¹⁷ Utami, A. D., Fler, M., & Li, L. (2020). Shift in teachers' pedagogical practices in play-based programme in Indonesia. *International Journal of Early Years Education*, 28(4), hal 402

¹⁸ Utami, A. D., Fler, M., & Li, L. (2023). The 'player' role of the teacher in playworld creates New conditions for children's learning and development. *International Journal of Early Childhood*, 55(2), 169-186

mampu mengintegrasikan berbagai kriteria pembelajaran berkualitas dalam satu kerangka terpadu.¹⁹ Pendekatan ini memastikan bahwa proses eksplorasi anak tetap kontekstual dan mampu mengakomodasi kebutuhan *mathematical thinking* sebagai kompetensi esensial di masa depan.

Dimensi pedagogis, STEAM bekerja sebagai ekosistem yang saling berkesinambungan. *Science* membuka ruang eksplorasi terhadap fenomena, *Technology* memperluas pengalaman melalui umpan balik, *Engineering* menghadirkan struktur berpikir solutif, dan *Arts* menjadi jembatan representasi yang membantu anak memaknai pengalaman secara simbolik.²⁰ Di dalam kerangka ini, *Mathematics* bukan lagi sekadar konten kaku, melainkan sebuah proses kognitif aktif seperti pengenalan pola dan penalaran sebab-akibat.²¹ Secara esensial, STEAM selaras dengan cara alami anak berpikir.²² Artinya, tidak melalui domain yang terfragmentasi, melainkan melalui keterlibatan utuh yang membangun ketajaman bernalar logis

Secara spesifik praktik, dinamika pemaknaan yang beragam terhadap pendekatan ini sangat awam. Muncul miskonsepsi di mana STEAM sering kali direduksi sebatas penggunaan perangkat digital atau teknologi tinggi, yang secara tidak langsung justru menciptakan jarak antara anak dengan pengalaman belajar yang autentik.²³ Pandangan yang menitikberatkan pada aspek "*high-tech*" ini sering kali menghilangkan kedalaman integrasi kognitif yang seharusnya terjadi di kelas.²⁴ Padahal, kekuatan STEAM terletak pada bagaimana anak mengonstruksi pemahamannya melalui proses eksplorasi yang mendalam, terlepas dari kompleksitas alat yang digunakan.

Lebih lanjut, muncul tren pembelajaran yang menekankan pada aktivitas berbasis proses dan logika tanpa ketergantungan pada perangkat digital, yaitu *unplugged coding*. *Unplugged coding* merupakan bentuk konkret implementasi STEAM yang selaras dengan

¹⁹ Ng, Andrea, Sarika Kewalramani, and Gillian Kidman. "Integrating and navigating STEAM (inSTEAM) in early childhood education: An integrative review and inSTEAM conceptual framework." *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 18, no. 7 (2022): Hal 176

²⁰Ibid., 12

²¹Ibid., 12

²² Armutcu, Yaprak, and Ayten Pinar Bal. "The Effect of Mathematical Modeling Activities Based on STEM Approach on Mathematics Literacy of Middle School Students." *International Journal of Educational Studies in Mathematics* 9, no. 4 (2022): 233-253.

²³Ibid., 238

²⁴ Sullivan, Amanda, and Amanda Strawhacker. "Screen-free STEAM: Low-cost and hands-on approaches to teaching coding and engineering to young children." In *Embedding STEAM in early childhood education and care*, pp. 87-113. Cham: Springer International Publishing, 2021.

karakteristik anak.²⁵ Aktivitas ini menerjemahkan logika berpikir melalui permainan fisik, narasi, dan instruksi verbal.²⁶ Praktik nyata *unplugged coding* sudah direalisasikan di Sekolah X daerah Jakarta Barat. Dalam praktiknya, melalui permainan “ular tangga” menggambarkan bagaimana anak secara natural menegosiasikan urutan langkah (*sequencing*) dan mengenali pola dalam suasana bermain alamiah. Fenomena ini menunjukkan bahwa proses berpikir tingkat tinggi dapat muncul melalui aktivitas yang dekat dengan keseharian anak.

Yang membuat *unplugged coding* menarik pada dasarnya terletak pada desain kognitif aktivitasnya, bukan pada medium yang digunakan. Hal ini tercermin dari bagaimana permainan berbasis gerak dan simbol mampu membangun pemahaman anak terhadap urutan serta struktur langkah secara lebih stabil dibandingkan dengan penerimaan instruksi secara pasif. Melalui aktivitas seperti permainan papan atau instruksi non-digital lainnya, anak dilatih secara mendalam untuk mengenali pola serta memahami hubungan antara tindakan dan konsekuensi.²⁷ Proses navigasi logis inilah yang kemudian menjadi fondasi bagi perkembangan *mathematical thinking*, di mana anak belajar mengorganisasi informasi dan membangun penalaran sistematis melalui pengalaman nyata.

Praktik internasional dan lokal semakin memperkuat fleksibilitas *unplugged coding*. Dalam konteks global, fleksibilitas ini tampak pada inovasi *Glicode* di Jepang, yang secara kreatif mentransformasi benda konkret sehari-hari seperti biskuit menjadi representasi simbolis untuk menyusun urutan logika.²⁸ Di Indonesia, intervensi *unplugged coding* melalui peta rantai atau kartu simbolik terbukti efektif melatih logika anak.²⁹ Media fisik ini membantu mereka memvisualisasikan algoritma secara mandiri tanpa perangkat digital. Walaupun menggunakan media yang berbeda, kedua praktik tersebut bertemu pada satu esensi, dengan menempatkan anak sebagai subjek aktif dalam membangun logika mereka berdasarkan pengalaman nyata.

²⁵ Lee, Joohi, and Jo Junoh. "Implementing unplugged coding activities in early childhood classrooms." *Early Childhood Education Journal* 47, no. 6 (2019): 709-716.

²⁶ Ibid., 712

²⁷ Dağ, Funda, Evren Şumuer, and Levent Durdu. "The effect of an unplugged coding course on primary school students' improvement in their computational thinking skills." *Journal of Computer Assisted Learning* 39, no. 6 (2023): 1902-1918.

²⁸ Akiba, Daisuke. "Computational thinking and coding for young children: A hybrid approach to link unplugged and plugged activities." *Education Sciences* 12, no. 11 (2022): 793.

²⁹ Budiyanto, Cucuk Wawan, Faaizah Shahbodin, Muhammad Ulin Khoirul Umam, Ratih Isnaini, Anayanti Rahmawati, and Indah Widiastuti. "Developing Computational Thinking Ability in Early Childhood Education: The Influence of Programming Toy on Parent-Children Engagement." *Online Submission* 5, no. 1 (2021): 19-25.

Meskipun memiliki landasan yang kuat, eksplorasi terhadap *unplugged coding* dalam praktik keseharian PAUD di Indonesia masih menjadi ruang yang jarang tersentuh secara mendalam.³⁰ Masih terdapat celah di mana aktivitas bermain anak sering kali belum dimaknai sepenuhnya sebagai proses intelektual yang terstruktur dan terencana. Keterbatasan dalam melihat sisi kognitif dari *coding* tanpa alat ini menyebabkan potensi besar tersebut sering terlewatkan dalam desain pembelajaran.

Keunikan utama penelitian ini terletak pada perspektif baru yang menjembatani berfikir matematis dengan dunia bermain anak melalui medium *unplugged coding*. Di tengah anggapan umum bahwa matematika PAUD sebatas drill angka dan STEAM identik dengan layar digital yang kompleks, penelitian ini justru mengungkap fenomena sebaliknya di Sekolah X Jakarta Timur yang mana memberikan fakta bahwa penalaran matematis (*mathematical thinking*) dapat mewujudkan secara hidup dan kontekstual melalui permainan non-digital seperti ular tangga dan navigasi simbolik. Fokus kajian ini tidak terpaku pada hasil akhir berhitung, melainkan mengeksplorasi proses autentik bagaimana anak menegosiasikan pola, menyusun urutan langkah (*sequencing*), dan merumuskan strategi saat bermain. Dengan mengangkat integrasi ini, penelitian memberikan perspektif segar bahwa aktivitas logika tanpa gawai mampu mengubah cara anak memaknai matematika dari sekadar konsep abstrak menjadi pengalaman intelektual yang konkret, interaktif, dan bermakna.

Titik krusial dalam pengembangan *mathematical thinking* terletak pada koherensi antara tujuan kognitif, kerangka STEAM, dan aktivitas *unplugged coding*. Ketiganya merupakan satu kesatuan alur. *Mathematical thinking* sebagai esensi kognitif, STEAM sebagai kerangka berpikir, dan *unplugged coding* sebagai ruang aktivitas konkretnya. Berdasarkan urgensi untuk memahami keterkaitan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menelaah secara mendalam mengenai Proses Pembentukan *Mathematical Thinking* Pada Anak Usia Dini melalui Penerapan Pembelajaran STEAM berbasis *Unplugged Coding*, guna memberikan rujukan aplikatif bagi praktik pendidikan PAUD yang lebih bermakna di era ini.

³⁰ Kumala, Rosyida Ani Dwi, Upik Elok Endang Rasmani, and Nurul Kusuma Dewi. "Profil Kemampuan Computational Thinking Anak Usia 5-6 Tahun." *JIV-Jurnal Ilmiah Visi* 16, no. 1 (2021): 81-96.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut maka rumusan masalah dari penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagaimana *mathematical thinking* anak terbentuk saat mereka terlibat dalam pembelajaran STEAM berbasis *unplugged coding*?
2. Bagaimana integrasi antara kerangka STEAM dan strategi *unplugged coding* memfasilitasi anak dalam membangun penalaran matematis yang kontekstual?

C. Tujuan Umum Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi proses anak dalam membangun, menguji, dan menegosiasikan logika saat bermain *unplugged coding* pada pembelajaran STEAM, serta memahami bagaimana proses tersebut berkontribusi pada pembentukan pola pikir matematis (*mathematical thinking*) anak.

D. Kegunaan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Kegunaan Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teoritis mengenai proses pembentukan *mathematical thinking* pada anak usia dini melalui pembelajaran STEAM berbasis *unplugged coding*. Secara khusus, hasil penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman tentang bagaimana anak usia dini mengonstruksi struktur logika dan penalaran sistematis dengan menempatkan mereka sebagai subjek aktif yang mampu mengelola strategi berpikirnya sendiri

2. Kegunaan Praktis

- a. Bagi pendidik, Hasil penelitian ini menjadi referensi praktis bagi pendidik untuk merancang lingkungan belajar STEAM yang integratif melalui aktivitas *unplugged coding*. Pendekatan ini membantu pendidik menstimulasi *mathematical thinking* anak, sehingga proses belajar tidak lagi

berfokus pada hasil akhir, melainkan pada bagaimana anak mengeksplorasi logika, sains, dan teknologi secara aktif dan menyenangkan

- b. Bagi orang tua, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman kepada orang tua mengenai pentingnya aktivitas STEAM dalam membentuk *mathematical thinking* anak sejak dini. Melalui aktivitas sederhana seperti *unplugged coding*, orang tua dapat lebih reflektif dalam mendukung proses eksplorasi logika dan kemampuan pemecahan masalah anak tanpa harus bergantung pada perangkat digital.
- c. Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini dapat menjadi pijakan awal untuk pengembangan penelitian lanjutan terkait proses pembentukan *mathematical thinking*, khususnya yang berfokus pada perspektif anak, pembelajaran STEAM, dan *unplugged coding* dalam konteks Indonesia.

