

INTEGRATING CODING MATH-SCIENCE IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW OF STEM LITERACY APPROACHES

Ira Asyura¹, Rihatul Jannah², Laxmi Permata Sari Suardi³

¹Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Syekh Manshur, Banten, Indonesia

^{2,3}Program Studi Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, STKIP Syekh Manshur, Banten, Indonesia

Surel: ¹ira.asyura@gmail.com, ²reehat085@gmail.com, ³laxmисуardi07@gmail.com

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Dikirim: 19-12-2025

Perbaikan: 20-12-2025

Diterima: 20-13-2025

Kata kunci:

integrating coding with mathematics and science, STEM literacy approaches, systematic review, early childhood education.

Corresponding Author:

ira.asyura@gmail.com

ABSTRAK

Abstract. Integrating coding with mathematics and science in early childhood education (ECE) has increasingly been recognized as a strategic approach to strengthening early STEM literacy. However, research on integrated coding–math–science learning in ECE remains fragmented. This study aims to systematically review STEM literacy approaches that integrate coding, mathematics, and science in early childhood education. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted following PRISMA guidelines. Articles published between 2015 and 2025 were retrieved from Google Scholar, Scopus, and ERIC using Publish or Perish, and analyzed through thematic synthesis and bibliometric mapping using VOSviewer. The findings identify four main themes: coding as a play-based tool for developing computational thinking, integration of mathematical concepts through coding activities, support for early scientific inquiry, and STEM literacy as an outcome of integrated coding math–science learning. Bibliometric analysis indicates a growing focus on coding and computational thinking, while holistic STEM literacy approaches remain underexplored. This review highlights the need for explicit integrative frameworks to strengthen STEM literacy in early childhood education.

Abstrak. Integrasi coding dengan matematika dan sains dalam pendidikan anak usia dini (PAUD) semakin dipandang sebagai pendekatan strategis untuk memperkuat literasi STEM sejak dini. Namun, penelitian mengenai integrasi coding–math–science dalam konteks PAUD masih terfragmentasi. Penelitian ini bertujuan melakukan kajian sistematis terhadap pendekatan literasi STEM yang mengintegrasikan coding, matematika, dan sains pada pendidikan anak usia dini. Kajian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) mengacu pada pedoman PRISMA. Artikel yang dipublikasikan pada periode 2015–2025 dikumpulkan melalui Google Scholar, Scopus, dan ERIC menggunakan perangkat *Publish or Perish*, kemudian dianalisis secara tematik dan bibliometrik menggunakan VOSviewer. Hasil kajian mengidentifikasi empat tema utama, yaitu coding sebagai sarana pengembangan *computational thinking* berbasis bermain, integrasi konsep matematika melalui aktivitas coding, dukungan terhadap *scientific inquiry*, serta literasi STEM sebagai hasil pembelajaran integratif coding math–science. Analisis bibliometrik menunjukkan peningkatan fokus pada coding, sementara pendekatan literasi STEM yang holistik masih terbatas. Kajian ini menegaskan perlunya kerangka integratif coding–math–science dalam PAUD.

PENDAHULUAN

Pendidikan anak usia dini (PAUD) merupakan fase krusial dalam membangun fondasi literasi STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Pada usia 3–6 tahun, anak berada dalam masa perkembangan kognitif yang pesat, sehingga pengenalan konsep matematika dan sains melalui aktivitas bermain terstruktur menjadi penting untuk menumbuhkan kemampuan berpikir logis, kreatif, dan kritis (Rodrigues-Silva dan Alsina 2023). Literasi STEM sejak dini juga dipandang sebagai prediktor keberhasilan akademik di jenjang berikutnya, terutama dalam numerasi dan scientific inquiry (Svane dkk. 2023).

Dalam satu dekade terakhir, penelitian tentang STEM di PAUD menunjukkan tren peningkatan, terutama setelah 2018 seiring berkembangnya perhatian terhadap computational thinking. Namun, sebagian besar kajian masih berfokus pada numerasi dasar atau eksplorasi sains sederhana, tanpa menghubungkan keduanya dengan coding sebagai sarana berpikir komputasional (Mills dkk. 2025; Ogegbo dan Ramnarain 2022; Revák dkk. 2024; Roy, Sikder, dan Danaia 2025; Ye dkk. 2023). Padahal, coding pada anak usia dini tidak berarti menulis kode komputer, melainkan mengenalkan logika instruksi, urutan, dan pola melalui aktivitas bermain (Başaran, Metin, dan Vural 2024; Bers 2019; Chen, Chen, dan Chi 2024; Sulistyaningtyas dkk. 2021). Studi menunjukkan bahwa anak usia 4–6 tahun mampu

memahami konsep urutan, pola, dan prediksi melalui permainan coding berbasis robot manipulatif seperti KIBO yang sekaligus memperkuat literasi STEM (Hall Pistorio, Brady, dan Morris 2019; Kazakoff, Sullivan, dan Bers 2013; Nam, Kim, dan Lee 2019; Sullivan dan Bers 2016; Zviel Girshin, Rosenberg, dan Kukliansky 2024).

Meskipun literasi STEM telah banyak dikaji, gap penelitian masih terlihat jelas. Sebagian besar penelitian terdahulu menyoroti aspek matematika atau sains secara terpisah, sementara integrasi eksplisit antara coding, matematika, dan sains dalam konteks PAUD masih jarang ditemukan (Wang, Shen, dan Chao 2022; Wu dkk. 2024; Zhang, Ng, dan Leung 2023). Penelitian sebelumnya lebih banyak menekankan computational thinking di tingkat sekolah dasar (Parker dkk. 2021; Svane dkk. 2023; Waterman, Goldsmith, dan Pasquale 2020), sehingga kontribusi kebaruan artikel ini adalah menghadirkan perspektif integratif coding math-science untuk anak usia dini. Dengan demikian, penelitian ini memiliki signifikansi ilmiah karena dapat memperluas cakupan literasi STEM ke jenjang pendidikan paling awal, sekaligus memberikan arah baru bagi pengembangan kurikulum PAUD berbasis STEM yang relevan dengan konteks lokal dan global.

Berdasarkan latar belakang dan gap tersebut, tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian sistematis literatur mengenai integrasi

coding math-science dalam pendidikan anak usia dini. Kajian ini bertujuan mengidentifikasi tren, pendekatan, dan indikator literasi STEM yang muncul dalam penelitian 10 tahun terakhir, sekaligus menemukan kesenjangan penelitian yang dapat menjadi arah pengembangan kurikulum PAUD berbasis STEM di masa depan. Dengan pendekatan ini, artikel diharapkan memberikan kontribusi konseptual yang jelas bagi pengembangan literasi STEM sejak dini.

Secara teoritik, literasi STEM pada anak usia dini mencakup kemampuan mengenali bilangan, pola, bentuk, serta melakukan observasi dan prediksi sederhana (Roy dkk. 2025; Wu dkk. 2024). Coding dalam konteks PAUD bukan berarti menulis kode komputer, melainkan mengenalkan logika instruksi, urutan, dan pola melalui aktivitas bermain (Bers 2021). Integrasi matematika dan sains melalui coding dapat dilakukan dengan permainan kartu instruksi, robot manipulatif, atau aplikasi digital sederhana (Fessakis, Gouli, dan Mavroudi 2013; Sullivan dan Bers 2016). Pendekatan ini sejalan dengan teori constructivism yang menekankan pembelajaran aktif melalui eksplorasi, serta teori computational thinking yang menekankan kemampuan problem solving sejak dini (Revák dkk. 2024).

Dengan menyatukan temuan literatur dan kerangka teoritik, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah berupa kerangka konseptual integrasi coding math-science untuk memperkuat literasi STEM anak usia dini. Secara praktis, hasil kajian dapat menjadi acuan bagi

guru PAUD dalam merancang aktivitas bermain terstruktur yang menyenangkan sekaligus bermakna. Selain itu, penelitian ini membuka peluang pengembangan modul Ethno-STEM berbasis budaya lokal, sehingga literasi STEM anak Indonesia relevan dengan konteks global sekaligus berakar pada nilai budaya (Rodrigues-Silva dan Alsina 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk mengkaji integrasi coding math-science dalam pendidikan anak usia dini sebagai strategi literasi STEM. Metode SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai tren penelitian, pendekatan yang digunakan, serta kesenjangan yang masih ada dalam literatur. Proses kajian dilakukan dengan mengikuti pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), sehingga setiap tahapan seleksi artikel dapat ditelusuri secara transparan dan sistematis (Moher dkk. 2009; Page dkk. 2021).

Sumber Data dan Strategi Pencarian

Identifikasi literatur dilakukan melalui basis data akademik Google Scholar, Scopus, dan ERIC dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish (PoP). Penggunaan PoP memungkinkan pengumpulan dan pengelolaan metadata artikel secara sistematis, termasuk tahun publikasi, jumlah sitasi, indeks h, serta sumber jurnal.

Strategi pencarian dirancang menggunakan kombinasi kata kunci berbasis Boolean, yaitu: “early childhood” AND “coding” AND “mathematics” AND “science” AND “STEM literacy”. Rentang waktu publikasi ditetapkan antara 2015–2025 untuk merepresentasikan satu dekade perkembangan riset literasi STEM dan coding dalam pendidikan anak usia dini (Revák dkk. 2024; Rodrigues-Silva dan Alsina 2023).

Hasil pencarian awal melalui PoP (Gambar 1) menunjukkan jumlah publikasi yang cukup besar dengan tren sitasi yang meningkat, mengindikasikan bahwa topik integrasi coding dan STEM di PAUD merupakan bidang kajian yang berkembang dan relevan secara akademik.



Citation metrics	
Publication years:	2015-2025
Citation years:	10 (2015-2025)
Papers:	685
Citations:	11794
Cites/year:	1179.40
Cites/paper:	17.22
Cites/author:	5064.93
Papers/author:	455.65
Authors/paper:	2.13
h-index:	49
g-index:	99
hi,norm:	29
hi,annual:	2.90
hA-index:	26
Papers with ACC ≥ 1,2,5,10,20:	300,223,147,82,37

Gambar 1. Pencarian menggunakan PoP

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Untuk memastikan relevansi dan kualitas artikel yang dianalisis, ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel jurnal ilmiah yang telah melalui proses peer review; (2) studi yang berfokus pada pendidikan anak usia dini (usia 3–6 tahun atau setara PAUD

dan kindergarten); (3) artikel yang membahas integrasi atau keterkaitan antara coding, matematika, dan/atau sains dalam konteks pembelajaran STEM; (4) studi yang secara eksplisit menyinggung literasi STEM, computational thinking, atau pendekatan pembelajaran berbasis coding; dan (5) artikel yang tersedia dalam teks lengkap (full text) dan dipublikasikan dalam bahasa Inggris atau Indonesia.

Adapun kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel yang berfokus pada jenjang pendidikan di atas PAUD tanpa implikasi yang jelas terhadap pendidikan anak usia dini; (2) publikasi non-ilmiah, seperti prosiding tanpa peer review, laporan kebijakan, editorial, atau opini; (3) studi yang hanya membahas matematika atau sains secara terpisah tanpa keterkaitan dengan coding atau computational thinking; (4) artikel yang tidak menjelaskan metode penelitian secara memadai; serta (5) publikasi duplikat atau tidak dapat diakses teks lengkapnya.

Proses Screening dan Seleksi Studi

Proses screening dilakukan secara bertahap mengikuti alur PRISMA. Pada tahap identifikasi, seluruh artikel hasil pencarian PoP dikompilasi dan diperiksa untuk menghilangkan duplikasi. Selanjutnya dilakukan screening judul dan abstrak untuk menilai kesesuaian dengan fokus penelitian, yaitu integrasi coding math–science dalam konteks literasi STEM anak usia dini.

Artikel yang lolos tahap awal kemudian dianalisis melalui pembacaan teks lengkap (full-

text eligibility). Pada tahap ini, artikel dievaluasi berdasarkan kesesuaian tujuan penelitian, kejelasan desain metodologis, serta relevansi temuan dengan integrasi coding, matematika, dan

sains. Artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi selanjutnya dimasukkan ke dalam sintesis kualitatif (Svane dkk. 2023).

Tabel 1. Tahapan Seleksi Artikel (PRISMA)

Tahap	Deskripsi Proses	Jumlah Artikel
Identifikasi	Pencarian artikel melalui Google Scholar, Scopus, ERIC dengan PoP menggunakan kata kunci Boolean. Rentang 2015 – 2025.	685
Screening	Pemeriksaan judul dan abstrak. Artikel duplikasi, non-akademik, atau tidak tersedia full-text.	358
Eligibility	Pembacaan full-text untuk menilai kesesuaian dengan kriteria inklusi.	125
Inclusion	Artikel akhir yang memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam sintesis kualitatif.	43

Analisis Data dan Sintesis

Analisis data dilakukan melalui dua pendekatan yang saling melengkapi. Pertama, sintesis kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema utama, pendekatan pembelajaran, dan indikator literasi STEM yang dilaporkan dalam studi terpilih. Kedua, analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk menghasilkan peta konseptual bidang kajian berupa keyword co-occurrence, density visualization, dan overlay visualization (Revák dkk. 2024; Rodrigues-Silva dan Alsina 2023).

Pendekatan ganda ini memungkinkan keterpaduan antara analisis tematik mendalam dan pemetaan struktural berbasis data bibliografis, sehingga hasil kajian tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga analitis dan berorientasi pada pengembangan teori.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Studi Terpilih

Berdasarkan proses seleksi literatur mengikuti pedoman PRISMA, artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis lebih lanjut. Studi-studi tersebut dipublikasikan pada periode 2015–2025 dan mencakup berbagai konteks pendidikan anak usia dini di negara maju maupun berkembang. Secara umum, hasil menunjukkan peningkatan signifikan minat penelitian terhadap integrasi STEM di PAUD, khususnya setelah tahun 2018. Peningkatan ini sejalan dengan berkembangnya perhatian terhadap computational thinking dan pembelajaran berbasis coding sebagai fondasi literasi STEM sejak dini (Revák dkk. 2024; Rodrigues-Silva dan Alsina 2023).

Hasil Analisis Tematik

1. Coding sebagai Sarana Pengembangan Computational Thinking

Coding diposisikan sebagai sarana untuk menumbuhkan computational thinking melalui aktivitas bermain, baik dalam bentuk unplugged coding maupun penggunaan robot manipulatif. Anak dilibatkan dalam penyusunan instruksi sederhana, pengenalan urutan, dan prediksi hasil, sehingga pembelajaran berlangsung secara aktif dan reflektif. Temuan ini menunjukkan bahwa computational thinking berfungsi sebagai kemampuan lintas disiplin yang menjembatani pembelajaran matematika dan sains, bukan sebagai tujuan terpisah.

2. Integrasi Matematika melalui Aktivitas Coding Berbasis Bermain

Integrasi matematika muncul melalui pengenalan bilangan, pola, pengukuran, serta konsep ruang dan arah. Coding digunakan sebagai konteks konkret, misalnya dalam perancangan rute robot atau penghitungan langkah, sehingga konsep matematika abstrak menjadi lebih bermakna bagi anak usia dini.

3. Integrasi Sains melalui Eksplorasi Terstruktur

Coding berperan sebagai kerangka instruksional yang membantu anak memahami proses ilmiah, seperti mengamati, memprediksi, dan mengevaluasi hasil eksperimen sederhana.

Pendekatan ini memperkuat literasi sains dengan menekankan proses ilmiah, bukan sekadar produk pembelajaran.

4. Literasi STEM sebagai Hasil Integrasi Coding Math–Science

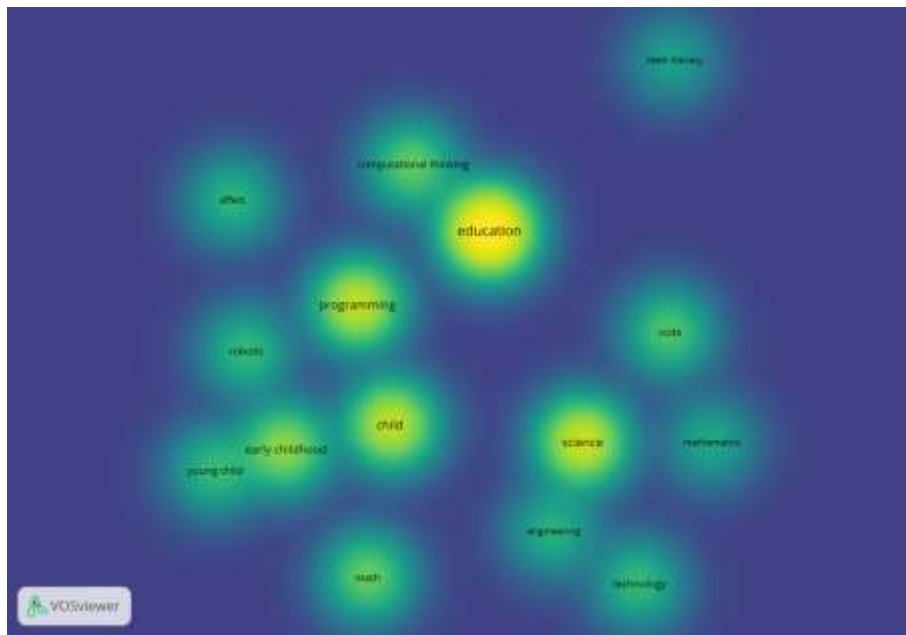
Integrasi coding, matematika, dan sains berkontribusi pada penguatan literasi STEM secara holistik, mencakup penalaran logis, pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi. Namun, sebagian besar studi masih melaporkan literasi STEM secara implisit tanpa indikator asesmen yang terstandar.

Hasil Analisis Bibliometrik Menggunakan VOSviewer

Analisis bibliometrik memperkuat temuan tematik dengan menunjukkan pola publikasi dan keterkaitan kata kunci.

1. Visualisasi Kepadatan (*Density Visualization*)

Hasil density visualization (Gambar 2) menunjukkan bahwa kata kunci “education” merupakan node paling dominan, menegaskan bahwa konteks pedagogis menjadi fokus utama penelitian. Kepadatan tinggi juga terlihat pada kata kunci “science”, “programming”, dan “child”, yang menunjukkan keterkaitan kuat antara pembelajaran sains, aktivitas coding, dan konteks anak usia dini.

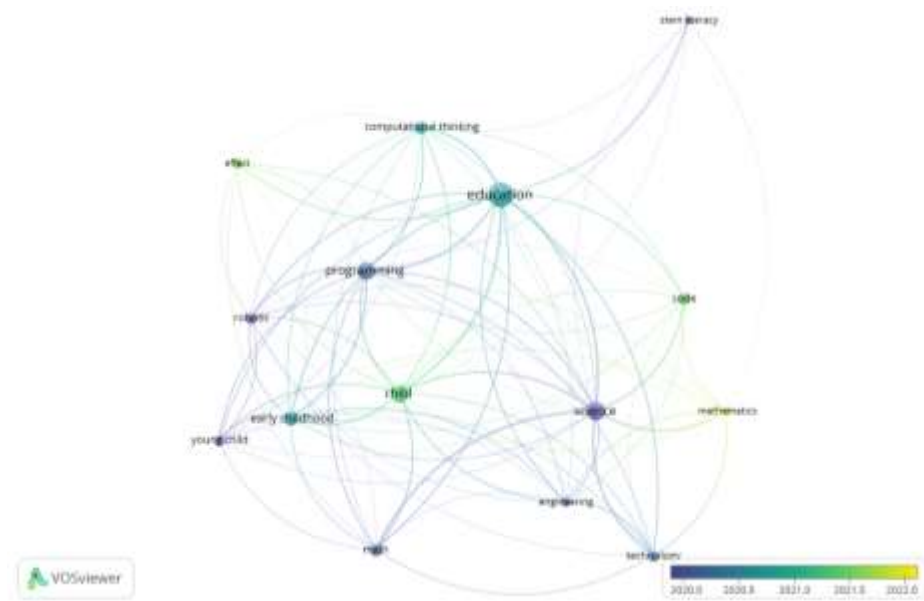


Gambar 2. *Density visualization* untuk melihat kepadatan yang tinggi

Sebaliknya, kata kunci “engineering”, “technology”, dan “STEM literacy” memiliki kepadatan lebih rendah, mengindikasikan bahwa integrasi STEM dalam PAUD masih cenderung parsial dan belum sepenuhnya holistik.

2. Visualisasi Overlay (*Overlay Visualization*)

Overlay visualization (Gambar 3) menunjukkan perkembangan temporal tema penelitian. Tema awal (warna biru) berfokus pada matematika, sains, dan teknologi dasar, sedangkan tema yang lebih mutakhir (hijau–kuning) menunjukkan peningkatan perhatian pada programming, code, dan computational thinking.



Gambar 3. *Overlay visualization* untuk melihat perkembangan temporal tema penelitian terkait

Pergeseran ini menandakan evolusi paradigma dari pendekatan STEM yang bersifat disipliner menuju pendekatan integratif dengan coding sebagai penghubung. Namun, posisi STEM literacy yang masih perifer menunjukkan bahwa kerangka literasi STEM sebagai tujuan holistik belum sepenuhnya terarusutamakan.

Sintesis Hasil

Secara keseluruhan, hasil tematik dan analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai integrasi coding math–science dalam pendidikan anak usia dini mengalami perkembangan positif, terutama dalam satu dekade terakhir. Coding semakin dipandang sebagai sarana strategis untuk mengembangkan computational thinking serta memperkuat pembelajaran matematika dan sains secara kontekstual. Namun, integrasi lintas disiplin dalam kerangka literasi STEM yang komprehensif masih bersifat terbatas dan belum terstruktur secara konseptual.

Temuan ini menegaskan adanya peluang penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan model integrasi coding math–science yang holistik, kontekstual, dan sesuai dengan karakteristik anak usia dini. Selain itu, penelitian ini memiliki implikasi praktis bagi guru PAUD dalam merancang aktivitas bermain yang menyenangkan sekaligus bermakna, serta implikasi teoretis dalam memperkuat kerangka literasi STEM sebagai tujuan holistik sejak

jenjang pendidikan paling awal (Rodrigues-Silva dan Alsina 2023).

SIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi coding math–science dalam pendidikan anak usia dini memiliki potensi besar untuk memperkuat literasi STEM secara holistik. Berdasarkan hasil analisis tematik, coding berfungsi sebagai sarana strategis untuk menumbuhkan computational thinking sekaligus menjembatani pembelajaran matematika dan sains. Aktivitas coding berbasis bermain memungkinkan anak mengenal bilangan, pola, urutan, serta melakukan observasi dan prediksi dalam konteks eksperimen sederhana. Dengan demikian, literasi STEM tidak hanya dipahami sebagai keterampilan numerasi atau sains terpisah, tetapi sebagai kerangka integratif yang melibatkan logika, kreativitas, dan pemecahan masalah sejak usia dini.

Analisis bibliometrik memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan tren peningkatan publikasi sejak 2018, terutama terkait tema programming, code, dan computational thinking. Namun, posisi STEM literacy masih perifer, menandakan bahwa kerangka literasi STEM sebagai tujuan holistik belum sepenuhnya terarusutamakan dalam penelitian PAUD. Hal ini menegaskan adanya gap penelitian yang perlu diisi, yaitu pengembangan model integrasi coding–math–science yang lebih sistematis dan terstruktur.

Berdasarkan temuan dan gap yang teridentifikasi, beberapa rekomendasi dapat diajukan:

1. Pengembangan Model Integratif

Diperlukan penelitian lanjutan untuk merancang model pembelajaran PAUD yang secara eksplisit mengintegrasikan coding, matematika, dan sains dalam kerangka literasi STEM. Model ini harus kontekstual, berbasis bermain, dan sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini.

2. Standarisasi Indikator Literasi STEM

Sebagian besar studi melaporkan literasi STEM secara implisit. Oleh karena itu, perlu dikembangkan indikator asesmen yang terstandar untuk mengukur ketercapaian literasi STEM pada anak usia dini, termasuk aspek computational thinking.

3. Integrasi Ethno-STEM

Penelitian ke depan dapat mengembangkan modul Ethno-STEM berbasis budaya lokal, sehingga literasi STEM anak Indonesia relevan dengan konteks global sekaligus berakar pada nilai budaya. Pendekatan ini juga dapat memperkuat identitas budaya dalam pembelajaran STEM.

4. Pelatihan Guru PAUD

Guru PAUD perlu diberikan pelatihan khusus mengenai integrasi coding dalam pembelajaran matematika dan sains. Hal ini penting untuk memastikan implementasi model integratif dapat berjalan efektif di kelas.

5. Kolaborasi Multidisiplin

Penelitian lebih lanjut sebaiknya melibatkan kolaborasi antara ahli pendidikan anak usia dini, pakar STEM, dan pengembang teknologi pendidikan. Kolaborasi ini akan memperkaya perspektif dan memperkuat validitas model integrasi yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Başaran, Mehmet, Şermin Metin, dan Ömer Faruk Vural. 2024. "Meta-thematic synthesis of research on early childhood coding education: A comprehensive review." *Education and Information Technologies* 29(16):20795–822. doi:10.1007/s10639-024-12675-2.
- Bers, Marina. 2021. *Teaching computational thinking and coding to young children*. Information Science Reference, an imprint of IGI Global.
- Bers, Marina Umaschi. 2019. "Coding as another language: a pedagogical approach for teaching computer science in early childhood." *Journal of Computers in Education* 6(4):499–528. doi:10.1007/s40692-019-00147-3.
- Chen, Dandan, Yucheng Chen, dan Jin Chi. 2024. "Early childhood teachers amid China's curriculum reforms: from a literature review." *International Journal of Child Care and Education Policy* 18(1):8. doi:10.1186/s40723-024-00135-w.
- Fessakis, G., E. Gouli, dan E. Mavroudi. 2013. "Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study." *Computers & Education* 63:87–97. doi:10.1016/j.compedu.2012.11.016.
- Hall Pistorio, Kalynn, Michael P. Brady, dan Cindy Morris. 2019. "Using literacy-based behavioural interventions to teach self-regulation skills to young children." *Early Child Development and Care* 189(10):1682–94. doi:10.1080/03004430.2017.1406483.

- Kazakoff, Elizabeth R., Amanda Sullivan, dan Marina U. Bers. 2013. "The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood." *Early Childhood Education Journal* 41(4):245–55. doi:10.1007/s10643-012-0554-5.
- Mills, Kathy A., Jen Cope, Laura Scholes, dan Luke Rowe. 2025. "Coding and Computational Thinking Across the Curriculum: A Review of Educational Outcomes." *Review of Educational Research* 95(3):581–618. doi:10.3102/00346543241241327.
- Moher, David, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, dan Douglas G. Altman. 2009. "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement." *PLoS Medicine* 6(7):e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097.
- Nam, Ki Won, Hye Jeong Kim, dan Suyoun Lee. 2019. "Connecting Plans to Action: The Effects of a Card-Coded Robotics Curriculum and Activities on Korean Kindergartners." *The Asia-Pacific Education Researcher* 28(5):387–97. doi:10.1007/s40299-019-00438-4.
- Ogegbo, Ayodele Abosede, dan Umesh Ramnarain. 2022. "A systematic review of computational thinking in science classrooms." *Studies in Science Education* 58(2):203–30. doi:10.1080/03057267.2021.1963580.
- Page, Matthew J., David Moher, Patrick M. Bossuyt, Isabelle Boutron, Tammy C. Hoffmann, Cynthia D. Mulrow, Larissa Shamseer, Jennifer M. Tetzlaff, Elie A. Akl, Sue E. Brennan, Roger Chou, Julie Glanville, Jeremy M. Grimshaw, Asbjørn Hróbjartsson, Manoj M. Lalu, Tianjing Li, Elizabeth W. Loder, Evan Mayo-Wilson, Steve McDonald, Luke A. McGuinness, Lesley A. Stewart, James Thomas, Andrea C. Tricco, Vivian A. Welch, Penny Whiting, dan Joanne E. McKenzie. 2021. "PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews." *BMJ* n160. doi:10.1136/bmj.n160.
- Parker, Miranda C., Yvonne S. Kao, Dana Saito-Stehberger, Diana Franklin, Susan Krause, Debra Richardson, dan Mark Warschauer. 2021. "Development and Preliminary Validation of the Assessment of Computing for Elementary Students (ACES)." Hlm. 10–16 dalam *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM.
- Revák, Ibolya Markóczi, Mária Csernoch, Klára Czimre Szilágyi, Ágnes Dávid, Beáta Kosztin Tóth, Edina Malmos, Éva Sütő, dan Dóra Kurucz. 2024. "A systematic review of STEM teaching-learning methods and activities in early childhood." *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 20(8):em2481. doi:10.29333/ejmste/14779.
- Rodrigues-Silva, Jefferson, dan Ángel Alsina. 2023. "STEM/STEAM in Early Childhood Education for Sustainability (ECEfS): A Systematic Review." *Sustainability* 15(4):3721. doi:10.3390/su15043721.
- Roy, Goutam, Shukla Sikder, dan Lena Danaia. 2025. "Adopting scientific literacy in early years from empirical studies on formal education: a systematic review of the literature." *International Journal of STEM Education* 12(1):26. doi:10.1186/s40594-025-00547-1.
- Sulistyaningtyas, Reza Edwin, Prasetyo Yuliantoro, Dian Astiyani, dan Chomisah Nugraheni. 2021. "A Literature Review of Coding for Early Childhood." dalam *Proceedings of the 2nd Borobudur International Symposium on Humanities and Social Sciences, BIS-HSS 2020, 18 November 2020, Magelang, Central Java, Indonesia*. EAI.
- Sullivan, Amanda, dan Marina Umaschi Bers. 2016. "Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-

- kindergarten through second grade.” *International Journal of Technology and Design Education* 26(1):3–20. doi:10.1007/s10798-015-9304-5.
- Svane, Riikka Pauliina, Marinka Marianne Willemsen, Dorthe Bleses, Peter Krøjgaard, Mette Verner, dan Helena Skyt Nielsen. 2023. “A systematic literature review of math interventions across educational settings from early childhood education to high school.” *Frontiers in Education* 8. doi:10.3389/feduc.2023.1229849.
- Wang, Changzhao, Ji Shen, dan Jie Chao. 2022. “Integrating Computational Thinking in STEM Education: A Literature Review.” *International Journal of Science and Mathematics Education* 20(8):1949–72. doi:10.1007/s10763-021-10227-5.
- Waterman, Kevin P., Lynn Goldsmith, dan Marian Pasquale. 2020. “Integrating Computational Thinking into Elementary Science Curriculum: an Examination of Activities that Support Students’ Computational Thinking in the Service of Disciplinary Learning.” *Journal of Science Education and Technology* 29(1):53–64. doi:10.1007/s10956-019-09801-y.
- Wu, Zhenhua, Li’an Huang, Yu-Kuang Liu, dan Feng-Kuang Chiang. 2024. “Developing a Framework of STEM Literacy for Kindergarten Children.” *Research in Science Education* 54(4):621–43. doi:10.1007/s11165-024-10157-6.
- Ye, Huiyan, Biyao Liang, Oi-Lam Ng, dan Ching Sing Chai. 2023. “Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: a systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning.” *International Journal of STEM Education* 10(1):3. doi:10.1186/s40594-023-00396-w.
- Zhang, Ying, Oi-Lam Ng, dan Suzannie Leung. 2023. “Researching Computational Thinking in Early Childhood STE(A)M Education Context: A Descriptive Review on the State of Research and Future Directions.” *Journal for STEM Education Research* 6(3):427–55. doi:10.1007/s41979-023-00097-7.
- Zviel Girshin, Rina, Nathan Rosenberg, dan Ida Kukliansky. 2024. “Early Childhood Robotics: Children’s Beliefs and Objective Capabilities to Read and Write Programs.” *Journal of Research in Childhood Education* 38(2):317–35. doi:10.1080/02568543.2023.2259946.