

Evolusi Media Pembelajaran Berbasis Phygital di PAUD: Tinjauan Literatur Sistematis Mengenai Integrasi Pengalaman Fisik dan Digital

Diana Friwahyuni^{1,*}, Nur Zahratin Nafisah R²), Hepta Bungsu Agung Jayawardana³)

^{1,2}) Program Studi Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas PGRI Argopuro Jember Jl. Jawa No. 10 Jember

³) Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Argopuro Jember Jl. Jawa No. 10 Jember

^{*}) Email corresponding author: dianafri88@gmail.com

Abstrak

Digitalisasi pembelajaran pada jenjang Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) selama ini banyak diarahkan pada penggunaan layar (*screen-time*) yang berisiko menggeser interaksi fisik dan sensorimotor anak. Pendekatan *phygital* menawarkan alternatif dengan mengintegrasikan objek fisik yang dapat dimanipulasi langsung oleh anak dengan augmentasi digital, sehingga pengalaman belajar tetap berbasis gerak dan sentuhan tanpa kehilangan keunggulan interaktivitas teknologi. Penelitian ini bertujuan menganalisis evolusi konsep, jenis, dan efektivitas media pembelajaran berbasis *phygital* pada PAUD melalui tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*) dengan mengikuti protokol *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020. Penelusuran dilakukan pada basis data Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, serta Google Scholar/Mendeley terhadap publikasi tahun 2021–2026, menghasilkan 14 studi yang memenuhi kriteria inklusi dari 297 rekod awal. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa media *phygital* mencakup *augmented reality* berobjek fisik, robotika tangible, dan artefak bermain bersensor berkontribusi positif terhadap kemampuan kognitif, literasi awal, *computational thinking*, serta keterampilan sosial-emosional anak, dengan keunggulan dibanding media digital murni karena tetap mempertahankan keterlibatan motorik dan sosial. Tantangan utama meliputi kesenjangan infrastruktur, kesiapan kompetensi digital pendidik, dan risiko beban kognitif berlebih. Penelitian ini menegaskan kebaruan posisi *phygital learning* sebagai paradigma transisi yang relevan diadaptasi dalam Kurikulum di Indonesia.

Kata Kunci: media pembelajaran *phygital*, pendidikan anak usia dini, integrasi fisik-digital, tinjauan literatur sistematis, teknologi tangible

Abstract

Digitalization of learning at the Early Childhood Education (PAUD) level has largely been directed toward screen-time use, which risks displacing children's physical and sensorimotor interaction. The *phygital* approach offers an alternative by integrating physical objects that children can directly manipulate with digital augmentation, so that the learning experience remains movement- and touch-based without losing the interactivity advantages of technology. This study aims to analyze the conceptual evolution, types, and effectiveness of *phygital*-based learning media in early childhood education through a systematic literature review following the *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020 protocol. A search was conducted in the Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, and Google Scholar/Mendeley databases for publications from 2021–2026, yielding 14 studies that met the inclusion criteria out of 297 initial records. The review shows that *phygital* media—including *augmented reality* with real objects, tangible robotics, and sensor-embedded play artefacts—contribute positively to children's cognitive abilities, emergent literacy, *computational thinking*, and socio-emotional skills, with advantages over purely digital media because they retain motor and social engagement. Key challenges include infrastructure gaps, educators' digital competence, and the risk of cognitive overload. This study affirms the novelty of *phygital learning* as a transitional paradigm relevant for adaptation within Indonesia's Kurikulum Merdeka (Independent Curriculum).

Keywords: *phygital learning* media, early childhood education, physical-digital integration, systematic literature review, tangible technology



PENDAHULUAN

Transformasi digital telah merambah hampir seluruh jenjang pendidikan, termasuk Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), seiring meningkatnya ketersediaan gawai dan aplikasi pembelajaran interaktif sejak masa pandemi COVID-19. Namun, derasnya arus digitalisasi ini sebagian besar masih bertumpu pada model *screen-time*, yaitu interaksi anak dengan konten melalui layar gawai, baik dalam bentuk video pembelajaran, aplikasi permainan edukatif, maupun media sosial ramah anak. Berbagai tinjauan sistematis dan meta-analisis berskala besar menunjukkan bahwa durasi layar yang berlebihan pada anak usia dini berasosiasi dengan menurunnya kualitas tidur, terbatasnya interaksi sosial langsung, serta variasi hasil pada perkembangan kognitif dan bahasa (Madigan et al., 2022; McArthur et al., 2022). Temuan tersebut menegaskan bahwa pendekatan digitalisasi yang hanya berorientasi pada layar berpotensi mengabaikan kebutuhan dasar anak usia dini akan pengalaman sensorimotor, eksplorasi fisik, dan interaksi langsung dengan benda nyata sebagai fondasi perkembangan kognitif menurut perspektif konstruktivisme.

Di tengah ketegangan antara manfaat teknologi digital dan kebutuhan pengalaman fisik tersebut, muncul konsep *phygital* (*physical + digital*) sebagai pendekatan yang berupaya menjembatani kedua dunia tersebut. Istilah *phygital* pada mulanya berkembang dalam ranah pemasaran dan ritel untuk menggambarkan integrasi pengalaman belanja fisik dengan teknologi digital, sebelum kemudian diadopsi ke dalam ranah pendidikan, termasuk pendidikan tinggi (Zaitseva et al., 2023). Dalam konteks PAUD, *phygital learning* merujuk pada media atau alat belajar yang memungkinkan anak memanipulasi objek fisik secara langsung, seperti balok, kartu, robot mini, atau artefak bertekstur, yang kemudian direspons atau diperkaya oleh sistem digital melalui sensor, kamera, *augmented reality* (AR), maupun elektronik tertanam (Rajkhowa, 2025; Gennari et al., 2025). Berbeda dengan aplikasi berbasis layar semata, pendekatan ini menjaga keterlibatan tangan dan tubuh anak sebagai bagian inti dari proses belajar, sehingga benda fisik tetap menjadi pusat interaksi sementara lapisan digital berperan sebagai pengaya (*enhancer*), bukan pengganti.

Urgensi kajian terhadap media *phygital* di PAUD dapat ditelaah dari dua sisi. Secara teoretis, prinsip belajar pada anak usia dini, sebagaimana diuraikan melalui konstruktivisme Piaget, konstruksionisme Papert, dan perspektif sosiokultural Vygotsky, menekankan pentingnya manipulasi objek konkret, scaffolding, dan eksplorasi berulang sebagai jalan utama pembentukan pengetahuan (Rajkhowa, 2025). Media *phygital* secara struktural dirancang untuk mengakomodasi prinsip-prinsip tersebut, berbeda dengan sebagian besar aplikasi digital konvensional yang lebih menonjolkan instruksi linear di layar. Secara praktis, kebijakan Kurikulum Merdeka di Indonesia mendorong penguatan literasi digital dan pembelajaran berbasis proyek sejak usia dini, namun implementasinya di lapangan masih dihadapkan pada kesenjangan infrastruktur teknologi, terutama di satuan PAUD pinggiran dan pedesaan (Atikah et al., 2023; Murdy & Wilyanita, 2023). Ketegangan antara tuntutan literasi digital dan keterbatasan akses ini menjadikan kajian terhadap alternatif media yang lebih terjangkau dan tetap mengintegrasikan unsur fisik, seperti pendekatan *phygital*, menjadi sangat relevan untuk ditelaah secara sistematis.

Sejumlah tinjauan literatur terdahulu telah membahas aspek-aspek teknologi pembelajaran anak usia dini secara parsial. Pan et al. (2021) misalnya berfokus pada penerapan *augmented reality* untuk literasi anak usia dini, sementara Misirli dan Komis (2023), Macrides et al. (2022), Bakala et al. (2021), serta Su dan Yang (2023) lebih menyoroti pemrograman dan *computational thinking* melalui robotika tangible. Di sisi lain, Alotaibi (2024) mengkaji efektivitas *game-based learning* secara umum tanpa membedakan unsur fisik maupun digital secara eksplisit. Sejauh penelusuran penulis, belum ditemukan tinjauan literatur sistematis yang secara khusus memetakan evolusi konsep *phygital learning* lintas modalitas, mencakup AR berobjek fisik, robotika tangible, dan artefak bersensor, pada konteks PAUD, sekaligus

mengaitkannya secara eksplisit dengan kritik terhadap paradigma screen-time. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada upaya sintesis integratif tersebut, termasuk penempatan temuan dari studi-studi di Indonesia (Atikah et al., 2023; Murdy & Wilyanita, 2023; Pangarti & Yaswinda, 2023; Suwoto, 2021) dalam peta literatur internasional yang lebih luas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis evolusi konseptual media pembelajaran berbasis phygital pada PAUD beserta ragam modalitasnya; (2) mengkaji efektivitas media phygital terhadap berbagai aspek perkembangan anak usia dini, mencakup kognitif, literasi, computational thinking, dan sosial-emosional, dibandingkan dengan pendekatan digital murni; serta (3) mengidentifikasi tantangan implementasi dan implikasinya bagi praktik PAUD, khususnya dalam konteks Kurikulum Merdeka di Indonesia.

Tujuan tersebut diturunkan ke dalam tiga pertanyaan penelitian (*research questions*), yaitu: RQ1, Bagaimana evolusi konsep dan klasifikasi media pembelajaran berbasis phygital di PAUD dalam literatur tahun 2021-2026? RQ2, Bagaimana efektivitas media phygital terhadap aspek-aspek perkembangan anak usia dini dibandingkan dengan media digital berbasis layar semata? RQ3, Apa tantangan utama dalam implementasi media phygital di PAUD dan bagaimana implikasinya bagi praktik pendidikan anak usia dini di Indonesia?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengikuti protokol *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020 sebagai pedoman pelaporan (Page et al., 2021). Pendekatan SLR dipilih karena memungkinkan sintesis temuan dari berbagai studi primer maupun tinjauan terdahulu secara transparan, terstruktur, dan dapat direplikasi, sehingga sesuai dengan tujuan penelitian untuk memetakan evolusi konsep dan efektivitas media phygital pada PAUD secara komprehensif.

Kriteria kelayakan studi disusun menggunakan kerangka PICOS (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design*), sebagai berikut: (a) *Population*, anak usia dini pada rentang usia 0-8 tahun atau satuan PAUD/Taman Kanak-Kanak; (b) *Intervention*, media atau alat pembelajaran yang mengintegrasikan komponen fisik (objek, manipulatif, robot, artefak) dengan komponen digital (sensor, augmented reality, aplikasi, elektronik tertanam); (c) *Comparison*, media pembelajaran digital berbasis layar semata atau metode konvensional tanpa augmentasi digital, jika dilaporkan dalam studi; (d) *Outcomes*, capaian kognitif, literasi, computational thinking, motivasi, maupun sosial-emosional anak; dan (e) *Study design*, studi empiris (eksperimen, kuasi-eksperimen, studi kasus, *design-based research, research and development*) maupun tinjauan literatur sistematis dan meta-analisis lain yang relevan.

Kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi: (1) artikel diterbitkan pada rentang tahun 2021-2026; (2) ditulis dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia; (3) dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi (terindeks Scopus) atau jurnal nasional terakreditasi SINTA, prosiding konferensi bereputasi, maupun bab buku ilmiah; (4) memiliki fokus eksplisit pada anak usia dini/PAUD; dan (5) membahas media atau intervensi yang memuat unsur integrasi fisik-digital secara jelas. Kriteria eksklusi meliputi: (1) studi yang membahas media digital murni berbasis layar tanpa komponen fisik yang dimanipulasi langsung; (2) studi yang membahas media fisik/tradisional tanpa augmentasi digital; (3) artikel opini, editorial, atau kajian konseptual tanpa data empiris maupun sintesis sistematis; (4) publikasi di luar rentang tahun 2021-2026; dan (5) artikel yang teks lengkapnya tidak dapat diakses melalui basis data atau pustaka Mendeley penulis.

Pencarian literatur dilakukan pada basis data Scopus, ScienceDirect, dan SpringerLink, serta ditelusuri lebih lanjut melalui Google Scholar dan dikelola menggunakan aplikasi manajemen referensi Mendeley untuk basis data nasional terakreditasi SINTA. Kata kunci

pencarian disusun menggunakan kombinasi boolean: ("phygital" OR "physical-digital" OR "tangible technology") AND ("early childhood" OR "preschool" OR "PAUD" OR "anak usia dini") AND ("learning media" OR "learning" OR "media pembelajaran"). Penelusuran dilakukan terhadap judul, abstrak, dan kata kunci artikel, tanpa batasan jenis metode penelitian pada tahap awal.

Proses seleksi studi dilakukan melalui empat tahap mengikuti diagram alir PRISMA 2020, yaitu identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan penyertaan akhir, sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Pada tahap identifikasi, seluruh rekod yang ditemukan dikumpulkan dan duplikasinya dihapus menggunakan fitur deteksi duplikat Mendeley. Pada tahap penyaringan, kedua penulis secara independen menilai relevansi judul dan abstrak terhadap kriteria inklusi; perbedaan penilaian didiskusikan hingga diperoleh konsensus. Artikel yang lolos tahap penyaringan kemudian dinilai kelayakannya secara teks lengkap berdasarkan kriteria PICOS, dengan dokumentasi alasan eksklusi pada setiap artikel yang tidak memenuhi kriteria.

Data dari studi yang disertakan diekstraksi ke dalam tabel karakteristik yang memuat informasi penulis dan tahun publikasi, negara/konteks penelitian, desain penelitian, jenis media phygital, serta temuan utama (Tabel 1). Analisis dilakukan melalui sintesis tematik (thematic synthesis) secara naratif, dengan mengelompokkan temuan ke dalam tiga tema utama yang sejalan dengan rumusan masalah penelitian, yaitu (1) evolusi konseptual media phygital, (2) efektivitas media phygital terhadap perkembangan anak, dan (3) tantangan implementasi serta implikasinya. Pengelompokan tema dilakukan secara iteratif oleh kedua penulis hingga diperoleh kesepakatan kategori akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Proses Seleksi dan Karakteristik Studi

Proses pencarian awal pada basis data Scopus, ScienceDirect, dan SpringerLink menghasilkan 276 rekod, ditambah 21 rekod dari Google Scholar dan penelusuran sitasi melalui Mendeley, sehingga total rekod yang teridentifikasi adalah 297. Setelah penghapusan 53 duplikat, sebanyak 244 rekod disaring berdasarkan judul dan abstrak, dan 198 di antaranya dikeluarkan karena tidak relevan dengan kriteria inklusi. Sebanyak 46 artikel teks lengkap kemudian dinilai kelayakannya, dengan 32 artikel dikeluarkan karena berbagai alasan, sehingga diperoleh 14 studi yang memenuhi seluruh kriteria dan disertakan dalam sintesis kualitatif. Rincian tahapan seleksi mengikuti diagram alir PRISMA 2020 disajikan pada Gambar 1.

Karakteristik keempat belas studi yang disertakan dalam tinjauan ini disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik Studi yang Disertakan dalam Tinjauan (n = 14)

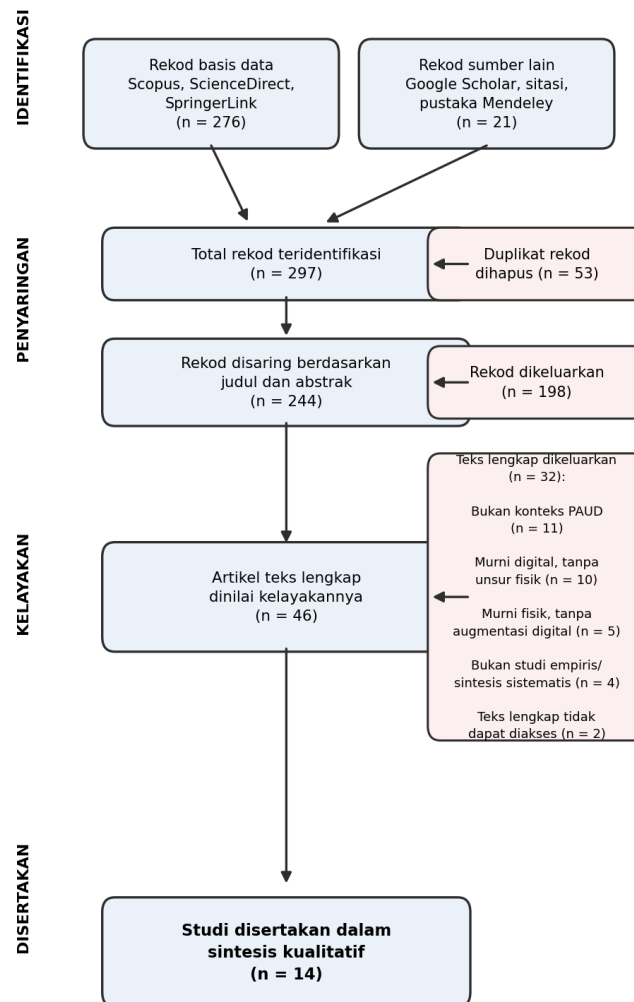
No	Penulis (Tahun)	Negara/ Konteks	Desain Penelitian	Jenis Media Phygital	Temuan Utama
1	Rajkhowa (2025)	Jerman/M esir	Tinjauan literatur kualitatif	AR & manipulatif tangible (Osmo, KIBO, LEGO DUPLO, Marbotic, Orboot)	Berpikir kritis dan pemecahan masalah
2	Gennari, Khan, & Melonio (2025)	Italia	Studi kasus (n = 41)	Artefak phygital tanpa layar (topi bersensor)	Storytelling dan keterlibatan sosial
3	Pasqualotto & Filosofi (2023)	Italia	Tinjauan dan studi kasus	Tangible digital storytelling	Inklusi dan kerja sama

No	Penulis (Tahun)	Negara/ Konteks	Desain Penelitian	Jenis Media Phygital	Temuan Utama
4	Pan, Lopez, Li, & Liu (2021)	Amerika Serikat	Tinjauan naratif	Augmented reality pada buku cerita fisik	Literasi emergent
5	Zaitseva, Goncharova, & Daineko (2023)	Rusia	Kajian konseptual	Permainan edukatif phygital	Motivasi dan keterlibatan
6	Misirli & Komis (2023)	Yunani	Studi desain (n = 526)	Robot tangible terprogram	Computational thinking, debugging
7	Macrides, Miliou, & Angeli (2022)	Siprus	SLR (20 studi, 2012-2021)	Beragam platform coding tangible dan layar	Pemrograman usia dini
8	Bakala, Gerosa, Hourcade, & Tejera (2021)	Uruguay	SLR	Robot edukatif	Computational thinking
9	Su & Yang (2023)	Hong Kong	SLR (26 studi, 2010-2022)	Aktivitas plugged dan unplugged	Computational thinking
10	Alotaibi (2024)	Arab Saudi	SLR dan meta-analisis	Game-based learning (campuran fisik-digital)	Kognitif, sosial, emosional, motivasi
11	Atikah, Rusdiyani, & Ridela (2023)	Indonesia	R&D (kuasi eksperimen)	AR tema Binatang Purba	Kemampuan kognitif
12	Murdy & Wilyanita (2023)	Indonesia	R&D	AR financial literacy	Literasi finansial
13	Pangarti & Yaswinda (2023)	Indonesia	Tinjauan dan R&D multimedia	Multimedia interaktif	Kemampuan kognitif
14	Suwoto (2021)	Indonesia	R&D	AR pengenalan buah dan binatang	Pengenalan kosakata

(Sumber: hasil sintesis 14 studi terpilih, 2026)

Dari segi distribusi tahun, sebagian besar studi (n = 9) diterbitkan pada periode 2022-2023, dengan tambahan studi terbaru pada 2024-2025 yang mencerminkan akselerasi minat riset terhadap phygital learning pascapandemi. Dari segi asal studi, sepuluh studi berasal dari konteks internasional (Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, Asia Timur, dan Amerika Selatan), sementara empat studi berasal dari konteks Indonesia yang seluruhnya berfokus pada augmented reality dan media multimedia interaktif pada satuan PAUD. Dari segi desain penelitian, studi yang disertakan bervariasi mulai dari tinjauan literatur sistematis dan meta-analisis (n = 6), studi kasus dan design-based research (n = 3), penelitian dan pengembangan/R&D (n = 4), hingga studi eksperimental skala besar (n = 1). Keragaman desain dan konteks ini menunjukkan bahwa kajian terhadap media phygital pada PAUD masih bersifat eksploratif dan tersebar pada berbagai disiplin, mulai dari pendidikan anak usia dini, interaksi manusia-komputer, hingga ilmu komputer pendidikan, sehingga sintesis lintas disiplin seperti yang dilakukan dalam tinjauan ini menjadi relevan untuk memetakan arah perkembangan bidang tersebut secara lebih utuh.

Tahapan seleksi studi secara rinci, mulai dari identifikasi hingga penyertaan akhir, mengikuti protokol PRISMA 2020 sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Seleksi Studi Berdasarkan Protokol PRISMA 2020

(Sumber: Diolah oleh penulis, 2026)

Evolusi Konseptual Media Pembelajaran Berbasis Phygital

Temuan tinjauan ini menunjukkan bahwa konsep phygital learning mengalami evolusi dari istilah yang awalnya populer dalam ranah pemasaran ritel menjadi kerangka pedagogis yang spesifik untuk pendidikan, termasuk PAUD. Zaitseva et al. (2023) mencatat bahwa adopsi istilah phygital ke dalam pendidikan, mula-mula pada jenjang pendidikan tinggi, menekankan pada penciptaan pengalaman belajar yang memadukan kehadiran fisik dengan elemen permainan digital untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta belajar. Pada konteks PAUD secara spesifik, Rajkhowa (2025) mengembangkan istilah *phygital game-based learning* (PGBL) untuk merujuk pada alat bermain edukatif yang memadukan manipulatif fisik dengan antarmuka digital responsif, dengan mengkaji lima perangkat representatif, yaitu Osmo Tangram, KIBO Robot, LEGO DUPLO Stories, Marbotic Smart Letters, dan PlayShifu Orboot Earth, yang masing-masing menunjukkan cara berbeda dalam memadukan dimensi fisik dan digital, mulai dari manipulatif tangible dengan umpan balik real-time (Osmo, Marbotic), robot terprogram untuk pembelajaran sekuensial (KIBO), konstruksi terbuka untuk storytelling (LEGO DUPLO), hingga augmented reality untuk eksplorasi pengetahuan dunia (Orboot).

Evolusi yang lebih lanjut ditunjukkan oleh kemunculan artefak phygital tanpa layar (screen-free), seperti dilaporkan Gennari et al. (2025) dalam studi kasus “hat atelier”, yaitu topi

yang dilengkapi elektronik dapat diprogram untuk merespons sentuhan, suara, dan gerakan, yang digunakan dalam aktivitas mendongeng pada 41 anak prasekolah di Italia. Studi tersebut menemukan bahwa artefak tanpa layar ini mendukung keterlibatan sosial yang lebih kaya dibandingkan media digital konvensional, karena anak tetap dapat saling menatap, bergerak, dan berinteraksi langsung sembari menggunakan fitur digital yang tertanam pada objek. Temuan serupa dilaporkan Pasqualotto dan Filosofi (2023) yang menyoroti potensi *tangible digital storytelling* dalam mendukung inklusi dan kerja sama antaranak, termasuk anak dengan kebutuhan khusus.

Pada domain lain, evolusi *phygital learning* juga tampak pada integrasi augmented reality (AR) dengan objek nyata untuk mendukung literasi emergent, seperti dikaji Pan et al. (2021), yang menunjukkan bahwa AR dapat memperkaya buku cerita fisik dengan elemen visual dan audio tambahan tanpa menggantikan peran buku sebagai objek utama interaksi anak. Berdasarkan rangkaian temuan ini, dapat disimpulkan bahwa evolusi konseptual *phygital learning* di PAUD bergerak dari sekadar penambahan elemen digital pada media fisik (AR overlay) menuju desain yang lebih terintegrasi, di mana objek fisik dan sistem digital saling membentuk pengalaman belajar secara setara (co-design), sebagaimana tercermin pada artefak bersensor dan robotika tangible generasi terbaru.

Efektivitas Media Phygital terhadap Perkembangan Anak Usia Dini

Capaian Literasi dan Kognitif

Beberapa studi menunjukkan kontribusi positif media phygital terhadap kemampuan literasi dan kognitif anak usia dini. Pan et al. (2021) melaporkan bahwa augmented reality yang diterapkan pada aktivitas literasi awal membantu anak mengasosiasikan simbol huruf dengan representasi visual tiga dimensi secara lebih konkret dibandingkan ilustrasi statis pada buku cetak biasa. Pada konteks Indonesia, studi research and development oleh Atikah et al. (2023) menemukan bahwa media AR bertema “Binatang Purba” meningkatkan kemampuan kognitif anak kelompok B (5-6 tahun) di salah satu TK di Kota Serang, khususnya pada aspek pengenalan konsep dan daya ingat. Hasil yang sejalan dilaporkan Pangarti dan Yaswinda (2023) melalui penerapan pembelajaran berbasis multimedia interaktif, serta Suwoto (2021) melalui aplikasi pengenalan buah dan binatang berbasis AR yang dilaporkan memperkaya kosakata anak usia dini. Bahkan pada domain yang lebih kompleks seperti literasi finansial, Murdy dan Wilyanita (2023) menunjukkan bahwa media interaktif AR dapat memperkenalkan konsep dasar pengelolaan uang kepada anak usia dini melalui visualisasi objek fisik berupa kartu atau koin yang diperkaya animasi digital. Pola temuan ini mengindikasikan bahwa keberadaan objek fisik yang dapat disentuh dan dimanipulasi langsung oleh anak berperan penting dalam memperkuat encoding informasi, sejalan dengan prinsip pembelajaran multisensori pada anak usia dini.

Computational Thinking dan Pemecahan Masalah

Pada domain *computational thinking* (CT), sejumlah tinjauan literatur sistematis menegaskan peran robotika tangible sebagai media phygital yang efektif. Misirli dan Komis (2023) meneliti proses debugging pada 526 anak prasekolah (4-6 tahun) yang memprogram robot tangible, dan menemukan bahwa anak mengembangkan dua jenis pengetahuan debugging, yaitu sintaksis dan semantik, melalui strategi seperti penyusunan ulang program, verbalisasi, dan penggunaan pseudocode, meskipun mereka tidak diberi instruksi eksplisit mengenai debugging. Temuan ini memperkuat argumen bahwa manipulasi fisik terhadap robot (menekan tombol, menyusun blok perintah) memberikan representasi konkret atas konsep abstrak pemrograman, sehingga mempermudah anak usia dini memahami struktur sekuensial dan logika kondisional. Tinjauan literatur oleh Macrides et al. (2022) terhadap 20 studi periode 2012-2021, serta Bakala et al. (2021) dan Su dan Yang (2023) terhadap puluhan studi periode

2010-2022, secara konsisten melaporkan bahwa platform coding tangible, baik berbasis robot fisik maupun blok manipulatif bersensor, memberikan hasil belajar CT yang setara atau lebih baik dibandingkan platform coding berbasis layar semata (*screen-based visual programming*), terutama pada aspek keterlibatan motorik dan kolaborasi antaranak.

Keterlibatan Sosial-Emosional dan Motivasi

Selain capaian kognitif, media phygital juga dilaporkan berkontribusi terhadap aspek sosial-emosional anak. Sebagaimana disebutkan sebelumnya, Gennari et al. (2025) menemukan bahwa artefak phygital tanpa layar mendukung interaksi tatap muka dan kolaborasi storytelling antaranak secara lebih intensif. Pasqualotto dan Filosofi (2023) menambahkan bahwa pendekatan tangible digital storytelling berkontribusi terhadap rasa inklusi anak, termasuk pada kelompok anak dengan kebutuhan pendidikan khusus, karena modalitas multisensori memungkinkan partisipasi melalui berbagai jalur sensorik sesuai kebutuhan individu. Pada aspek motivasi, meta-analisis Alotaibi (2024) terhadap praktik game-based learning di PAUD secara umum melaporkan efek moderat hingga besar terhadap motivasi dan keterlibatan anak, sebuah pola yang konsisten dengan karakteristik media phygital yang memadukan unsur permainan fisik dengan umpan balik digital instan. Zaitseva et al. (2023) juga mencatat bahwa elemen phygital pada permainan edukatif meningkatkan motivasi peserta belajar melalui kombinasi tantangan fisik dan penghargaan digital, meskipun studi tersebut dilakukan pada jenjang pendidikan tinggi dan memerlukan kehati-hatian dalam generalisasi pada PAUD.

Posisi Phygital Learning terhadap Kritik Screen-Time

Temuan-temuan di atas perlu dimaknai dalam kerangka kritik terhadap paradigma screen-time. Madigan et al. (2022) dan McArthur et al. (2022) menunjukkan bahwa durasi layar yang tinggi pada anak usia dini berasosiasi dengan berbagai risiko perkembangan dan rendahnya kepatuhan terhadap pedoman screen-time yang direkomendasikan secara global. Media phygital, berdasarkan sintesis studi-studi yang dikaji dalam tinjauan ini, menawarkan jalan tengah yang potensial, yaitu anak tetap memperoleh manfaat interaktivitas dan umpan balik digital, namun interaksi utama tetap berlangsung melalui objek fisik dan gerakan tubuh, bukan melalui pandangan pasif terhadap layar. Dengan demikian, phygital learning dapat dipandang sebagai paradigma transisi yang mengakomodasi tuntutan literasi digital tanpa mereplikasi pola screen-time konvensional yang berisiko bagi perkembangan anak usia dini.

Tantangan dan Keterbatasan Implementasi

Di balik potensi tersebut, tinjauan ini juga mengidentifikasi sejumlah tantangan implementasi media phygital di PAUD. Pertama, kesenjangan infrastruktur dan biaya menjadi kendala utama, terutama pada konteks negara berkembang. Studi-studi dari Indonesia yang dikaji dalam tinjauan ini (Atikah et al., 2023; Murdy & Wilyanita, 2023; Pangarti & Yaswinda, 2023; Suwoto, 2021) seluruhnya berskala penelitian dan pengembangan (R&D) dengan uji coba terbatas pada satu atau dua satuan PAUD, mengindikasikan bahwa adopsi media phygital secara luas masih menghadapi tantangan replikasi dan skalabilitas, sebagian disebabkan oleh ketergantungan pada perangkat AR/sensor yang relatif mahal serta keterbatasan akses internet stabil di banyak wilayah. Kedua, kesiapan pendidik menjadi faktor krusial; Rajkhowa (2025) menggarisbawahi pentingnya kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) dan Universal Design for Learning (UDL) agar guru PAUD dapat mengintegrasikan media phygital secara tepat tanpa mengurangi ruang bermain bebas (*open-ended play*) yang esensial bagi anak usia dini. Ketiga, terdapat risiko beban kognitif berlebih (*cognitive overload*) apabila lapisan digital pada media phygital dirancang terlalu kompleks bagi tahap perkembangan anak, sebagaimana diperingatkan dalam tinjauan Rajkhowa (2025) terhadap keterbatasan beberapa perangkat PGBL yang kurang fleksibel bagi anak dengan kebutuhan

beragam. Keempat, dari sisi metodologis, variasi ukuran sampel pada studi yang dikaji, mulai dari studi kasus skala kecil (Gennari et al., 2025, n = 41) hingga studi skala besar (Misirli & Komis, 2023, n = 526), menunjukkan bahwa basis bukti mengenai efektivitas phygital learning pada PAUD masih memerlukan lebih banyak studi longitudinal dan replikasi lintas konteks budaya sebelum dapat ditarik kesimpulan kausal yang kuat.

Kebaruan dan Implikasi bagi Praktik PAUD di Indonesia

Kebaruan (*novelty*) tinjauan ini terletak pada upaya memetakan secara integratif tiga arus utama riset phygital learning yang sebelumnya berkembang secara paralel dan jarang disandingkan, yakni augmented reality berobjek fisik, robotika tangible untuk computational thinking, dan artefak bermain bersensor tanpa layar, sekaligus mengaitkannya secara eksplisit dengan kritik terhadap paradigma screen-time pada PAUD. Posisi ini berbeda dari tinjauan-tinjauan sebelumnya yang umumnya membahas satu modalitas teknologi secara terpisah (Pan et al., 2021 untuk AR; Misirli & Komis, 2023 dan Macrides et al., 2022 untuk robotika/CT; Alotaibi, 2024 untuk game-based learning secara umum).

Implikasi praktis dari tinjauan ini bagi PAUD di Indonesia setidaknya mencakup tiga hal. Pertama, pengembangan media phygital sederhana dan berbiaya rendah, misalnya memadukan bahan loose-parts atau alat permainan edukatif tradisional dengan penanda AR berbasis kamera ponsel guru, dapat menjadi solusi antara bagi satuan PAUD dengan keterbatasan infrastruktur, sejalan dengan semangat efisiensi yang ditunjukkan pada studi-studi R&D nasional yang dikaji. Kedua, penguatan kompetensi digital guru PAUD melalui pelatihan berbasis kerangka TPACK perlu menjadi prioritas kebijakan, agar integrasi media phygital tidak sekadar menjadi tambahan teknologi tanpa landasan pedagogis yang jelas. Ketiga, dalam kerangka Kurikulum Merdeka yang menekankan Profil Pelajar Pancasila dan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) sejak PAUD, media phygital berpotensi menjadi instrumen yang relevan untuk mewujudkan pembelajaran yang berpusat pada anak, kontekstual, dan tetap memprioritaskan pengalaman bermain langsung sebagai inti pendidikan anak usia dini.

KESIMPULAN

Tinjauan literatur sistematis ini menyimpulkan tiga hal utama sesuai dengan rumusan masalah penelitian. Pertama, konsep media pembelajaran berbasis phygital di PAUD mengalami evolusi dari sekadar penambahan elemen augmented reality pada media fisik konvensional menuju desain yang lebih terintegrasi, di mana objek fisik dan sistem digital saling membentuk pengalaman belajar secara setara, sebagaimana tercermin pada robotika tangible dan artefak bermain bersensor tanpa layar generasi terbaru. Kedua, berdasarkan sintesis terhadap 14 studi yang memenuhi kriteria inklusi, media phygital menunjukkan kontribusi positif terhadap kemampuan kognitif, literasi emergent, computational thinking, serta keterlibatan sosial-emosional anak usia dini, dengan keunggulan komparatif dibandingkan media digital berbasis layar semata karena tetap mempertahankan interaksi motorik dan sosial langsung, sehingga dapat dipandang sebagai paradigma transisi yang mengakomodasi tuntutan literasi digital tanpa mereplikasi risiko screen-time konvensional. Ketiga, implementasi media phygital di PAUD masih dihadapkan pada tantangan kesenjangan infrastruktur dan biaya, kesiapan kompetensi digital pendidik, risiko beban kognitif berlebih, serta keterbatasan basis bukti longitudinal lintas konteks budaya.

Kebaruan tinjauan ini terletak pada sintesis integratif lintas modalitas phygital learning yang sebelumnya dikaji secara terpisah dalam literatur, sekaligus mengaitkannya dengan kritik terhadap paradigma screen-time dan konteks kebijakan Kurikulum Merdeka di Indonesia. Sebagai saran, penelitian mendatang perlu mengembangkan studi eksperimental berskala lebih besar dan bersifat longitudinal pada konteks PAUD di Indonesia untuk menguji efektivitas

media phygital berbiaya rendah, serta mengkaji secara lebih mendalam strategi penguatan kompetensi TPACK guru PAUD dalam mengintegrasikan pendekatan ini ke dalam kurikulum yang berpusat pada bermain. Pengembang kebijakan dan lembaga pendidik PAUD juga disarankan untuk mempertimbangkan model phygital sederhana berbasis bahan lokal sebagai alternatif yang lebih terjangkau dibandingkan investasi perangkat digital impor berbiaya tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alotaibi, M. S. (2024). Game-based learning in early childhood education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1307881. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1307881>, <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2024.1307881/full>
- Atikah, C., Rusdiyani, I., & Ridela, R. (2023). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality pada tema binatang purba untuk meningkatkan kemampuan kognitif anak usia dini kelompok B (5–6) tahun di TK Tunas Insan Kamil Kota Serang. *JEA (Jurnal Edukasi AUD)*, 9(2), 89–101. <https://doi.org/10.18592/jea.v9i2.9326>
- Bakala, E., Gerosa, A., Hourcade, J. P., & Tejera, G. (2021). Preschool children, robots, and computational thinking: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, Article 100337. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100337>
- Gennari, R., Khan, B. M., & Melonio, A. (2025). Storytelling and phygital artefacts for preschools: The case study of the hat atelier. In C.-K. Looi et al. (Eds.), *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning (MIS4TEL 2025)* (Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 1619). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-05070-0_6
- Macrides, E., Miliou, O., & Angeli, C. (2022). Programming in early childhood education: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, Article 100396. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100396>
- Madigan, S., Eirich, R., Pador, P., McArthur, B. A., & Neville, R. D. (2022). Assessment of changes in child and adolescent screen time during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 176(12), 1188–1198. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.4116>
- McArthur, B. A., Volkova, V., Tomopoulos, S., & Madigan, S. (2022). Global prevalence of meeting screen time guidelines among children 5 years and younger: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 176(4), 373–383. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.6386>
- Misirli, A., & Komis, V. (2023). Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 139–158. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.014>
- Murdy, K., & Wilyanita, N. (2023). Media interaktif augmented reality untuk peningkatan kemampuan financial literacy anak usia dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(1), 211–224. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i1.3795>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pan, Z., Lopez, M. F., Li, C., & Liu, M. (2021). Introducing augmented reality in early childhood literacy learning. *Research in Learning Technology*, 29, 1–21. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2539>
- Pangarti, W. M., & Yaswinda, Y. (2023). Pembelajaran berbasis multimedia untuk meningkatkan kemampuan kognitif anak usia dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(3), 2589–2599. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i3.4407>
- Pasqualotto, A., & Filosofi, F. (2023). Tangible digital storytelling and phygital reality: Benefits for inclusion and cooperation in young children. *Research on Education and Media*, 15(2), 41–50. <https://doi.org/10.2478/rem-2023-0023>
- Rajkhowa, T. (2025). Phygital game-based learning in early childhood education: An exploratory review. *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*, 19(2). <https://doi.org/10.34190/ecgbl.19.2.4140>
- Su, J., & Yang, W. (2023). A systematic review of integrating computational thinking in early childhood education. *Computers and Education Open*, 4, Article 100122. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100122>
- Suwoto, N. A. R. D. (2021). Aplikasi “Pengenalan Buah dan Binatang” berbasis augmented reality sebagai media pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini. *Jurnal Warna: Pendidikan dan Pembelajaran Anak Usia Dini*, 6(1), 8–14. <https://doi.org/10.24903/jw.v6i1.585>
- Zaitseva, E., Goncharova, N., & Daineko, L. (2023). Application of phygital games at the university in the context of digitalization. In *The world of games: Technologies for experimenting, thinking, learning* (pp. 19–34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48016-4_2