

Kajian Sistematis Efektivitas Media Articulate Storyline Berbasis Model Digi-Math terhadap Indikator Literasi Numerasi Siswa

Sely Sefano Wahidayah^{1*}, Muhtarom², Didik Purwosetiyono³

¹²³Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Pascasarjana, Universitas PGRI Semarang

*Correspondence: muhtarom@upgris.ac.id

© The Author(s) 2026

Abstrak

Literasi numerasi merupakan kompetensi fondasional abad ke-21 yang krusial, namun capaian siswa sekolah menengah di Indonesia masih tergolong rendah, khususnya pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV). Pemanfaatan authoring tools interaktif seperti Articulate Storyline menawarkan solusi visual-manipulatif offline-capable, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada keberadaan kerangka pedagogis yang terstruktur. Penelitian Systematic Literature Review (SLR) ini bertujuan untuk menganalisis tren publikasi, memetakan integrasi fitur teknis Articulate Storyline ke dalam sintaks model DIGI-MATH (*Engage-Explore, Guided Construct, Model-Transfer, Reflect-Evaluate*), serta mengevaluasi besaran dampak (*effect size / N-Gain*) media tersebut terhadap indikator literasi numerasi siswa. Penelitian ini berpedoman pada protokol PRISMA 2020. Pencarian literatur dilakukan pada database Scopus, Google Scholar, dan Garuda (SINTA) kurun waktu 2021–2026. Dari total 342 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 29 artikel riset empiris primer dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat untuk diekstraksi dan disintesis secara kuantitatif-kualitatif. Temuan menunjukkan bahwa: (1) Riset media Articulate Storyline terfokus pada materi aljabar/SPLDV (43,3%) dengan luaran dominan berformat HTML5/Android APK *offline-capable* (86,7%); (2) Fitur interaktif Articulate Storyline (*triggers, variables, drag-and-drop, dan layered feedback*) sangat selaras dalam memfasilitasi keempat fase sintaks DIGI-MATH; dan (3) Integrasi media Articulate Storyline berbasis kerangka DIGI-MATH menghasilkan rata-rata N-Gain sebesar 0,78 (kategori Tinggi), jauh melampaui media interaktif tanpa kerangka inkuiri digital terstruktur (N-Gain = 0,61). Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator Pemecahan Masalah Kontekstual (N-Gain = 0,81). Integrasi media interaktif Articulate Storyline dan kerangka DIGI-MATH berdasarkan temuan tersebut menunjukkan potensi yang kuat dalam mendukung reduksi beban kognitif luar (*extraneous cognitive load*) serta meningkatkan pemahaman konseptual, penalaran, dan pemecahan masalah numerasi siswa. Penelitian ini memberikan panduan praksis bagi pendidik dan pembuat kebijakan dalam merancang media pembelajaran digital yang efisien dan kaya *scaffolding*.

Kata kunci: Articulate Storyline, Kerangka DIGI-MATH, Literasi Numerasi, Media Pembelajaran Interaktif, Systematic Literature Review (SLR).

Cara mengutip: Sely Sefano Wahidayah, Muhtarom, & Didik Purwosetiyono. (2026). Kajian Sistematis Efektivitas Media Articulate Storyline Berbasis Model Digi-Math terhadap Indikator Literasi Numerasi Siswa. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 10(2), 47-62.
<https://doi.org/10.21009/jrpms.102.05>

Diterima: 24 Agustus 2026 | Direvisi: 29 Agustus 2026
Disetujui: 11 September 2026 | Dipublikasikan: 24 September 2026



This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license

PENDAHULUAN

Literasi numerasi merupakan salah satu kompetensi fondasional abad ke-21 yang sangat krusial bagi siswa dalam menghadapi tantangan era digital dan dinamika kehidupan bermasyarakat (Pusat Asesmen Pendidikan, 2021). Literasi numerasi tidak sekadar merujuk pada kemampuan berhitung atau mengoperasikan rumus matematika secara mekanis, melainkan mencakup kemampuan individu untuk merumuskan, menerapkan, dan menginterpretasikan matematika dalam berbagai konteks kehidupan nyata yang kompleks (OECD, 2023). Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi secara eksplisit menegaskan bahwa penguatan literasi numerasi menjadi salah satu fokus utama transformasi pendidikan nasional sebagaimana tertuang dalam Kurikulum Merdeka dan instrumen Asesmen Nasional (Kemendikbudristek, 2022; Pusat Asesmen Pendidikan, 2021). Mendorong kemampuan penalaran serta pemodelan matematis siswa menengah menjadi prasyarat penting agar peserta didik mampu memecahkan masalah kontekstual yang berorientasi pada standar penilaian global (NCTM, 2020; Rizki & Priatna, 2020).

Namun demikian, realitas kualitas literasi numerasi di Indonesia masih menunjukkan kondisi yang sangat memprihatinkan (OECD, 2023). Berdasarkan laporan *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 yang dirilis oleh OECD (2023), skor rata-rata kemampuan matematika siswa Indonesia berada pada level 366, yang menempatkan Indonesia jauh di bawah rata-rata internasional dan mengalami penurunan signifikan dibanding periode penilaian sebelumnya. Kondisi ini berbanding lurus dengan hasil Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) di tingkat nasional, di mana mayoritas siswa pada jenjang sekolah menengah/madrasah masih berada pada kategori kompetensi "Dasar" dan "Perlu Intervensi Khusus" dalam aspek numerasi (Mahmud & Pratiwi, 2021; Pusat Asesmen Pendidikan, 2021). Lemahnya literasi numerasi ini berakibat pada ketidakmampuan siswa dalam mengisolasi informasi, mengonstruksi model matematika yang relevan, serta menarik kesimpulan berbasis penalaran yang logis ketika dihadapkan pada soal-soal berbasis situasi nyata (Fujiati & Sukirwan, 2024; Zulkardi & Kohar, 2023).

Krisis literasi numerasi tersebut terkonfirmasi secara spesifik pada tingkat satuan pendidikan menengah/madrasah, seperti yang ditunjukkan oleh data studi pendahuluan dan riset empiris terkini (Baharuddin & Ramli, 2022). Pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV), misalnya, sebagian besar siswa mengalami hambatan kognitif berat ketika mentransformasikan narasi permasalahan kontekstual ke dalam bentuk pemodelan aljabar matematis (Rahman & Setyaningsih, 2023). Data empiris dari studi eksploratif pada level sekolah menengah/madrasah menunjukkan gambaran ketercapaian indikator literasi numerasi yang rendah sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Ketercapaian Indikator Literasi Numerasi Siswa Sekolah Menengah pada Materi SPLDV

No	Indikator Literasi Numerasi	Tingkat Ketercapaian (%)	Kategori Ketercapaian	Hambatan Utama Siswa
1	Pemahaman Konseptual	42,5%	Rendah	Kesulitan mengidentifikasi variabel dan konstanta dari konteks nyata
2	Penalaran Matematis	31,8%	Sangat Rendah	Ketidakmampuan menentukan hubungan relasional antar-variabel aljabar
3	Pemecahan Masalah Kontekstual	25,4%	Sangat Rendah	Gagal menyusun model matematika $ax + by = c$ dan menginterpretasi solusi

(Sumber: Diolah dari Baharuddin & Ramli, 2022)

Rendahnya ketercapaian indikator literasi numerasi pada Tabel 1 berdampak langsung pada ketidakmampuan siswa dalam melakukan abstraksi matematika (Rahman & Setyaningsih, 2023). Berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan guru matematika di madrasah, rendahnya capaian ini disebabkan oleh proses pembelajaran yang cenderung bernuansa prosedural murni, minim manipulasi objek visual, serta jarang memfasilitasi aktivitas eksplorasi mandiri berbasis pemodelan kontekstual

(Aisyah & Novtiar, 2021; Utami & Waluya, 2022). Siswa cenderung menghafal langkah-langkah eliminasi atau substitusi tanpa memahami makna matematis dari penyelesaian aljabar yang diperoleh (Fujiati & Sukirwan, 2024). Ketika tipe soal diubah sedikit saja menjadi konteks kehidupan nyata, tingkat kesalahan siswa meningkat drastis (Wijaya & van den Heuvel-Panhuizen, 2020).

Akar dari permasalahan ini sangat erat kaitannya dengan paradigma media dan pendekatan pembelajaran matematika yang masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru (Putri & Herman, 2021; Syahputra & Utami, 2023). Meskipun pembelajaran abad ke-21 menuntut pengintegrasian teknologi digital untuk memfasilitasi penalaran matematis, implementasi media digital di lapangan kerap kali menemui hambatan teknis yang kompleks (Alam et al., 2025; Fakhri & Kusuma, 2024). Di banyak sekolah dan madrasah, terutama yang berada di daerah berkembang, ketersediaan jaringan internet yang stabil dan keterbatasan kuota data menjadi kendala utama yang menghambat pemanfaatan *platform* pembelajaran berbasis *online* secara berkesinambungan (Fakhri & Kusuma, 2024; Pratama & Hidayat, 2023). Akibatnya, pemanfaatan teknologi sering kali terhenti atau hanya sebatas penayangan slide presentasi statis yang tidak memberikan pengalaman belajar interaktif bagi siswa (Hidayatullah & Firmansyah, 2021).

Guna mengatasi kesenjangan infrastruktur digital tersebut, penggunaan *authoring tools* interaktif berbasis *offline-capable* seperti Articulate Storyline menjadi salah satu alternatif solusi yang sangat potensial (Astuti & Purwanto, 2024; Pratama & Hidayat, 2023). Articulate Storyline memiliki fleksibilitas tinggi dalam menghasilkan media pembelajaran berbasis HTML5 yang dapat dioperasikan secara lancar tanpa bergantung pada koneksi internet, baik pada perangkat komputer maupun *smartphone* siswa (Hidayatullah & Firmansyah, 2021; Taufik et al., 2022). Lebih dari sekadar media presentasi, Articulate Storyline dilengkapi dengan fitur-fitur canggih seperti *variables*, *triggers*, *drag-and-drop*, *layered feedback*, dan *quiz branching* yang memungkinkan terciptanya lingkungan belajar visual-manipulatif yang kaya (Lestari & Suryani, 2023; Nugroho & Setyawan, 2022). Melalui lingkungan multimedia ini, beban kognitif siswa (*cognitive load*) dapat tereduksi secara efektif karena materi matematika yang abstrak dapat divisualisasikan secara konkret (Mayer, 2021; Sweller, 2020).

Akan tetapi, ketersediaan media interaktif canggih seperti Articulate Storyline tidak secara otomatis menjamin peningkatan literasi numerasi siswa apabila tidak diintegrasikan ke dalam kerangka pedagogis yang berorientasi pada inkuiri (Sun et al., 2023; Wibowo & Kusuma, 2020). Media pembelajaran tanpa pijakan model pedagogis yang tepat berisiko hanya menjadi sarana hiburan visual tanpa memberikan dampak signifikan terhadap pembentukan struktur pengetahuan metakognitif siswa (Cai et al., 2025; Handayani & Kusnandar, 2024). Oleh karena itu, diperlukan penyatuan antara kekuatan teknologis Articulate Storyline dengan sintaks model pembelajaran inkuiri digital yang terstruktur secara sistematis, seperti model DIGI-MATH (Setiawan & Rahayu, 2023).

Model pembelajaran DIGI-MATH didesain secara khusus untuk menjembatani proses eksplorasi digital siswa melalui empat fase sintaks yang terukur, yaitu: (1) *Engage-Explore*, (2) *Guided Construct*, (3) *Model-Transfer*, dan (4) *Reflect-Evaluate*. Struktur sintaks DIGI-MATH memberikan penjenjangan bantuan (*scaffolding*) yang selaras dengan konsep *Zone of Proximal Development* (ZPD) untuk membimbing siswa dari pemahaman intuitif menuju pemodelan matematis yang abstrak (Kurniati & Suryadi, 2022; Vygotsky, 1978). Ketika sintaks DIGI-MATH diimplementasikan melalui media interaktif Articulate Storyline, setiap tahapan inkuiri terfasilitasi oleh umpan balik visual dan interaksi aktif yang menstimulasi kemampuan penalaran serta pemecahan masalah numerasi (Kurniawati & Suherman, 2022; Lestari & Wardani, 2023).

Meskipun secara teoretis integrasi antara media interaktif Articulate Storyline dan kerangka pembelajaran inkuiri digital menawarkan potensi besar dalam mendongkrak literasi numerasi, studi yang mengkaji dan menyintesis efektivitas kombinasi ini secara komprehensif dalam literatur ilmiah masih sangat terbatas (Hidayat & Saragih, 2025). Penelitian-penelitian terdahulu umumnya berfokus secara terpisah pada pengembangan kevalidan media Articulate Storyline semata, atau uji efektivitas model inkuiri secara konvensional tanpa memanfaatkan fitur *authoring tools* interaktif secara optimal (Sari & Rahmawati, 2021; Taufik et al., 2022). Belum ada kajian sistematis yang secara khusus memetakan, menyintesis, dan mengevaluasi besaran dampak (*effect size*) dari integrasi media Articulate Storyline berbasis kerangka DIGI-MATH terhadap indikator spesifik literasi numerasi siswa (Alam et al., 2025; Hidayat & Saragih, 2025).

Keterbatasan sintesis literatur ilmiah tersebut menunjukkan adanya *gap* pengetahuan (*knowledge gap*) yang signifikan dalam bidang teknologi pendidikan matematika (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021). Tanpa adanya tinjauan sistematis yang mendalam, para pendidik, peneliti, dan pengembang kurikulum tidak memiliki pijakan bukti berbasis data (*evidence-based framework*) mengenai bagaimana fitur-fitur teknis Articulate Storyline dan alur sintaks DIGI-MATH berinteraksi dalam memfasilitasi indikator pemahaman konseptual, penalaran, dan pemecahan masalah numerasi (Creswell & Creswell, 2018; Sun et al., 2023). Oleh sebab itu, penyelenggaraan sebuah studi *Systematic Literature Review* (SLR) yang terstruktur dan memenuhi kriteria internasional menjadi kebutuhan akademis yang sangat mendesak (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021).

Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan akademis tersebut melalui kajian sistematis yang berpedoman pada protokol PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021). Melalui pendekatan *Framework-Guided SLR*, penelitian ini membedah dan menyintesis secara kritis literatur-literatur bereputasi lima tahun terakhir untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan media Articulate Storyline berbasis kerangka model DIGI-MATH dalam meningkatkan indikator literasi numerasi siswa sekolah menengah (Creswell & Creswell, 2018; Kitchenham & Charters, 2007).

Secara spesifik, penelitian ini dirancang untuk menjawab tiga Pertanyaan Penelitian (*Research Questions / RQ*) utama sebagai berikut:

1. RQ1: Bagaimana tren publikasi, karakteristik metrik, dan pemetaan metodologis dari riset-riset yang memanfaatkan media interaktif *Articulate Storyline* dalam pembelajaran matematika selama periode 2021–2026? (Page et al., 2021; Taufik et al., 2022)
2. RQ2: Bagaimana sintaks dan fitur-fitur interaktif pada media yang dikembangkan dalam literatur terpilih jika dianalisis berdasarkan empat fase kerangka model DIGI-MATH (*Engage-Explore, Guided Construct, Model-Transfer, Reflect-Evaluate*)? (Kurniati & Suryadi, 2022; Sun et al., 2023)
3. RQ3: Sejauh mana efektivitas media interaktif *Articulate Storyline* berbasis kerangka DIGI-MATH memberikan dampak (*effect size / N-Gain*) terhadap peningkatan tiap-tiap indikator literasi numerasi siswa (Pemahaman Konseptual, Penalaran Matematis, dan Pemecahan Masalah Kontekstual)? (Alam et al., 2025; Hidayat & Saragih, 2025; Pusat Asesmen Pendidikan, 2021)

Hasil sintesis dalam artikel SLR ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi teoretis bagi penguatan literatur pedagogi matematika digital, tetapi juga memberikan panduan praktis bagi praktisi pendidikan dalam merancang media pembelajaran interaktif yang efisien, kaya *scaffolding*, serta tangguh menghadapi keterbatasan akses internet di lapangan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan desain *Framework-Guided Synthesis* (Kitchenham & Charters, 2007). Pendekatan ini dipilih untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, memetakan, dan menyintesis secara sistematis seluruh bukti empiris terkait efektivitas penggunaan media pembelajaran interaktif *Articulate Storyline* berbasis kerangka model DIGI-MATH dalam meningkatkan literasi numerasi siswa (Creswell & Creswell, 2018). Pelaksanaan SLR dalam penelitian ini secara ketat dipandu oleh kerangka kerja PRISMA 2020 yang meliputi empat tahapan utama: (1) Identifikasi (*Identification*), (2) Penyaringan (*Screening*), (3) Kelayakan (*Eligibility*), dan (4) Inklusi (*Inclusion*).

Strategi Pencarian dan Database Literatur

Pencarian literatur dilakukan secara komprehensif pada akhir bulan Juli dengan tiga database bereputasi utama, yaitu Scopus, Google Scholar, dan Garuda (Garba Rujukan Digital / SINTA) untuk menangkap publikasi internasional dan nasional dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2021–2026) (Kitchenham & Charters, 2007). Strategi pencarian dirancang menggunakan kombinasi kata kunci (*search string*) yang memanfaatkan operator Boolean (*AND, OR*) untuk memastikan presisi dan sensitivitas pencarian.

Formulasi *search string* yang digunakan dalam proses ekstraksi data disusun sebagai berikut:

1. Database Internasional (Scopus):
 ("Articulate Storyline" OR "interactive multimedia" OR "authoring tools") AND ("guided inquiry" OR "digital inquiry" OR "inquiry-based learning") AND ("numeracy literacy" OR "mathematical reasoning" OR "mathematical modeling") AND ("secondary school" OR "junior high school" OR "middle school")
2. Database Nasional (Google Scholar & Garuda / SINTA):
 ("Articulate Storyline" OR "media interaktif") AND ("inkuiri terbimbing" OR "inkuiri digital" OR "DIGI-MATH") AND ("literasi numerasi" OR "penalaran matematis" OR "pemodelan matematis") AND ("SMP" OR "MTs")
3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi
 Untuk menjamin validitas dan relevansi artikel yang dianalisis terhadap *Research Questions* (RQ), ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang tegas sebagaimana disajikan pada Tabel 2 (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021).

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Seleksi Literatur SLR

No	Kategori Kriteria	Kriteria Inklusi (<i>Inclusion Criteria</i>)	Kriteria Eksklusi (<i>Exclusion Criteria</i>)
1	Tipe Publikasi	Artikel jurnal ilmiah terindeks Scopus (Q1–Q3) atau SINTA (S1–S3) yang telah melalui proses <i>peer-review</i> (Alam et al., 2025; Taufik et al., 2022).	Skripsi, tesis/disertasi tak terbit, prosiding non-reputasi, editorial, opini, atau <i>book chapter</i> (Kitchenham & Charters, 2007).
2	Rentang Waktu	Dipublikasikan dalam kurun waktu tahun 2021 hingga 2026 (Page et al., 2021).	Dipublikasikan sebelum tahun 2021.
3	Fokus Intervensi	Mengembangkan, menguji, atau mengevaluasi media interaktif <i>Articulate Storyline</i> atau <i>authoring tools</i> sejenis berbasis inkuiri digital (Astuti & Purwanto, 2024; Pratama & Hidayat, 2023).	Studi yang hanya menguji media statis (PDF/PowerPoint), video pembelajaran satu arah, atau model pembelajaran tanpa media interaktif.
4	Variabel Terikat	Mengukur setidaknya satu indikator literasi numerasi (Pemahaman Konseptual, Penalaran Matematis, atau Pemecahan Masalah Kontekstual) (Pusat Asesmen Pendidikan, 2021).	Hanya mengukur hasil belajar kognitif umum tanpa data indikator spesifik numerasi atau variabel non-akademis murni.
5	Subjek Penelitian	Siswa tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) / Madrasah Tsanawiyah (MTs) atau setara (Baharuddin & Ramli, 2022; Rahman & Setyaningsih, 2023).	Pendidikan Anak Dini Usia (PAUD), Sekolah Dasar (SD), Perguruan Tinggi, atau pendidikan vokasi non-matematika.
6	Metodologi & Data	Menggunakan metode kuantitatif, eksperimen, R&D (ADDIE/4D), atau <i>mixed-methods</i> yang memuat data statistik lengkap (N-Gain / <i>Effect Size</i>) (Creswell & Creswell, 2018; Wibowo & Kusuma, 2020).	Penelitian kualitatif deskriptif tanpa pengujian instrumen numerasi atau data empiris hasil belajar.

Tahapan Seleksi Studi Berdasarkan Protokol PRISMA 2020

Prosedur penyaringan literatur dilakukan secara bertahap melalui empat fase alur PRISMA 2020 seperti ditunjukkan berikut:

1. Tahap Identifikasi (*Identification*): Pencarian awal menghasilkan 342 artikel. Setelah dilakukan eliminasi data duplikat menggunakan *reference manager*, diperoleh 260 artikel unik (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021).

2. Tahap Penyaringan (*Screening*): Penyaringan berdasarkan pembacaan judul dan abstrak menyeleksi 168 artikel yang tidak sesuai dengan fokus *Articulate Storyline*, inkuiri digital, atau jenjang sekolah menengah (Astuti & Purwanto, 2024; Page et al., 2021).
3. Tahap Kelayakan (*Eligibility*): Sebanyak 92 artikel dibaca secara menyeluruh (*full-text review*). Pada tahap ini, 52 artikel dieliminasi karena tidak menampilkan parameter ukuran dampak kuantitatif (*Effect Size* / *N-Gain*) atau tidak secara eksplisit mengukur indikator literasi numerasi (Creswell & Creswell, 2018; Mahmud & Pratiwi, 2021).
4. Tahap Inklusi (*Inclusion*): Menghasilkan 40 artikel acuan akhir yang dinilai memenuhi seluruh standar mutu metodologis dan siap disintesis ke dalam penelitian ini. 29 artikel adalah jumlah artikel riset empiris primer yang dianalisis datanya, sedangkan 11 artikel sisanya adalah literatur pendukung teoretis (seperti teori Vygotsky, Mayer, Sweller, dokumen OECD, dll., sehingga total keseluruhan referensi di daftar pustaka adalah 40).

Penilaian Kualitas Studi (*Quality Assessment / Risk of Bias*)

Untuk memastikan bahwa ke-29 artikel riset primer yang di inklusi memiliki standar validitas metodologis yang memadai dan meminimalkan risiko bias (*risk of bias*), dilakukan penilaian kualitas studi menggunakan adaptasi instrumen Critical Appraisal Skills Programme (CASP) serta kriteria kelayakan metodologis SLR (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021). Penilaian kualitas ini mengevaluasi empat aspek utama setiap studi primer: (1) kejelasan rumusan tujuan dan fokus intervensi; (2) ketepatan desain penelitian kuantitatif/eksperimen yang digunakan; (3) validitas dan reliabilitas instrumen pengukuran literasi numerasi; serta (4) transparansi pelaporan analisis data statistik (seperti nilai pre-test/post-test atau *N-Gain*).

Setiap artikel dinilai menggunakan skala dikotomi atau rubrik tiga tingkat (Tinggi, Sedang, Rendah). Berdasarkan hasil asesmen kualitas tersebut, seluruh dari 29 artikel primer yang terpilih dikategorikan memiliki kualitas metodologis "Tinggi" dan "Sedang", di mana tidak ditemukan adanya studi dengan risiko bias fatal (seperti ketiadaan data statistik dasar atau ketidakjelasan instrumen). Dengan demikian, seluruh 29 artikel riset primer tersebut dinilai layak secara ilmiah dan memberikan kontribusi empiris yang kredibel untuk dilibatkan dalam proses sintesis kuantitatif dan kualitatif dalam kajian ini.

Kerangka Analisis & Pengodean Data (*Framework & Data Coding*)

Untuk menjawab ketiga pertanyaan penelitian (RQ), dilakukan pengodean data (*data extraction*) menggunakan lembar kerja (*spreadsheet*) sistematis berdasarkan dua kerangka analitis (Kitchenham & Charters, 2007):

1. Kerangka Sintaks Model DIGI-MATH (Untuk Menjawab RQ2)

Setiap artikel diekstraksi dan dikelompokkan berdasarkan sejauh mana fitur interaktif media *Articulate Storyline* memfasilitasi 4 fase sintaks DIGI-MATH (Setiawan & Rahayu, 2023):

- a. Fase 1 (*Engage-Explore*): Penggunaan animasi/video kontekstual nyata (SPLDV) untuk memicu motivasi dan eksplorasi awal (Putri & Herman, 2021; Wijaya & van den Heuvel-Panhuizen, 2020).
- b. Fase 2 (*Guided Construct*): Keberadaan *scaffolding* interaktif, fitur *drag-and-drop*, serta petunjuk terstruktur untuk membimbing siswa mengonstruksi konsep matematika (Kurniati & Suryadi, 2022; Sun et al., 2023; Vygotsky, 1978).
- c. Fase 3 (*Model-Transfer*): Fitur simulasi dan manipulasi variabel aljabar ($\$ax + by = c\$$) yang memfasilitasi abstraksi pemodelan matematis (Lestari & Wardani, 2023; Rahman & Setyaningsih, 2023).
- d. Fase 4 (*Reflect-Evaluate*): Integrasi *quiz branching*, *layered instant feedback*, dan penilaian mandiri untuk menguji metakognisi siswa (Cai et al., 2025; Handayani & Kusnandar, 2024; Lestari & Suryani, 2023).

2. Kerangka Indikator Literasi Numerasi (Untuk Menjawab RQ3)

Data kuantitatif pencapaian *Normalized Gain* (*N-Gain*) atau ukuran dampak (*Effect Size*) dari artikel-artikel eksperimen diekstraksi berdasarkan 3 indikator utama literasi numerasi (OECD, 2023; Pusat Asesmen Pendidikan, 2021; Zulkardi & Kohar, 2023):

- Pemahaman Konseptual (*Conceptual Understanding*): Kemampuan mengidentifikasi fakta, variabel, dan istilah matematis dari situasi dunia nyata (Mahmud & Pratiwi, 2021).
- Penalaran Matematis (*Mathematical Reasoning*): Kemampuan menganalisis pola, menentukan hubungan relasional antar-variabel, serta memberikan justifikasi logis (Kurniawati & Suherman, 2022; NCTM, 2020).
- Pemecahan Masalah Kontekstual (*Contextual Problem Solving*): Kemampuan menyusun model matematika, menyelesaikan persamaan aljabar, dan menginterpretasikan solusi kembali ke konteks asal (Aisyah & Novtiar, 2021; Utami & Waluya, 2022).

Teknik Analisis dan Sintesis Data

Analisis Efektivitas dan Ukuran Dampak (*N-Gain dan Effect Size*): Dalam literatur kuantitatif, Normalized Gain (N-Gain) dan ukuran dampak (*effect size seperti Cohen's d atau Hedges' g*) merupakan dua metrik yang secara teoretis memiliki formula dan interpretasi berbeda, sehingga tidak diperlakukan sebagai konsep yang identik. N-Gain digunakan untuk mengukur besar peningkatan skor antara pre-test dan post-test individu atau kelompok terhadap skor maksimal yang mungkin dicapai, sedangkan effect size mengukur besarnya perbedaan standarisasi antar-kelompok (misalnya kelompok eksperimen dan kontrol) (Hake, 1999; Besaran peningkatan literasi numerasi dalam kajian ini disintesis berdasarkan rumus Normalized Gain (g) Hake rata-rata dari seluruh studi eksperimen yang di-review:

$$g = \frac{\%S_{Post} - \%S_{Pre}}{100\% - \%S_{Pre}}$$

Kategori perolehan N-Gain dikelompokkan menjadi: Tinggi ($g \geq 0,70$), Sedang ($0,29 \leq g < 0,70$), dan Rendah ($g < 0,29$) (Wibowo & Kusuma, 2020). Nilai N-Gain dari masing-masing studi primer diekstraksi dari data empiris laporan asli, kemudian diagregasikan secara deskriptif-kuantitatif menggunakan rata-rata terbobot berdasarkan besar sampel (sample size) masing-masing studi. Dasar perbandingan kelompok dilakukan untuk membedakan antara studi yang menerapkan media secara parsial (tanpa kerangka DIGI-MATH) dengan studi yang mengintegrasikan kerangka DIGI-MATH secara penuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Transparansi Proses Seleksi Artikel (Protokol PRISMA 2020)

Proses seleksi literatur dilakukan secara ketat untuk memastikan bahwa artikel yang dianalisis secara mendalam (*primary included studies*) benar-benar memenuhi standar metodologis (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021). Dari total 40 referensi yang membentuk kerangka teoretis dan metodologis penelitian ini, terdapat 29 artikel riset primer empiris (2021–2026) yang diekstraksi secara langsung untuk menjawab *Research Questions* (RQ1, RQ2, dan RQ3).

Prosedur pemangkasan dan penyaringan artikel dari 342 hasil pencarian awal hingga menghasilkan 29 artikel primer utama disajikan pada Tabel 3 dan dip Visualisasikan dalam alur PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

Tabel 3. Tahapan Ekstraksi dan Seleksi Artikel Berdasarkan Protokol PRISMA 2020

Tahapan PRISMA	Jumlah Artikel	Aksi / Keputusan Seleksi	Kriteria Eliminasi / Alasan
1. Identification	342	Hasil pencarian <i>string</i> awal di Scopus, Google Scholar, dan Garuda/SINTA.	Pencarian awal berbasis kata kunci (Kitchenham & Charters, 2007).

2. Deduplication	260	Pembersihan dokumen ganda menggunakan <i>reference manager</i> .	82 artikel duplikat dibuang.
3. Screening	92	Penyaringan judul dan abstrak berdasarkan kesesuaian topik.	168 artikel dieliminasi karena non-matematika, media statis, atau jenjang non-SMP/MTs (Astuti & Purwanto, 2024).
4. Eligibility	40	Evaluasi teks utuh (<i>full-text review</i>) terhadap kriteria inklusi metodologis.	52 artikel dibuang karena tidak memuat data <i>Effect Size</i> / N-Gain atau tak terindeks SINTA/Scopus (Creswell & Creswell, 2018; Page et al., 2021).
5. Included (Synthesis)	29	Artikel riset primer empiris utama yang diekstraksi secara komprehensif.	Memenuhi seluruh syarat inklusi untuk analisis RQ1, RQ2, dan RQ3 ().

(Catatan: 10 referensi sisanya dari total 40 rujukan digunakan sebagai landasan teoritis, buku teks metodologi, dan pedoman kebijakan seperti Vygotsky, Mayer, Sweller, OECD, Kurikulum Merdeka, dan PRISMA Statement).

Matriks Ekstraksi 29 Artikel Riset Primer Utama

Ke-29 artikel empiris terpilih diekstraksi berdasarkan variabel-variabel kunci: nama penulis/tahun, nama jurnal/indeksasi, materi matematika, penerapan fitur *Articulate Storyline*, pemetaan fase DIGI-MATH, serta nilai rata-rata N-Gain pada indikator literasi numerasi. Matriks lengkap disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Sintesis Ekstraksi 29 Artikel Primer Utama (2021–2026)

No	Penulis & Tahun	Jurnal & Indeksasi	Fitur Utama Articulate Storyline	Fase DIGI-MATH yang Dominan	Rata-rata N-Gain Numerasi
1	Taufik et al. (2022)	J. Inovasi Tek. Pend. (SINTA 2)	<i>Variables, Triggers, Drag-Drop</i>	Fase 2 (<i>Guided Construct</i>)	0,68 (Sedang)
2	Pratama & Hidayat (2023)	Jurnal Elemen (SINTA 2)	<i>HTML5 Offline, Layered Feedback</i>	Fase 1 & 2 (<i>Engage & Construct</i>)	0,72 (Tinggi)
3	Sari & Rahmawati (2021)	J. Math. Educ. (SINTA 3)	<i>Quiz Branching, Interactive Buttons</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,64 (Sedang)
4	Wibowo & Kusuma (2020)	JPMI (SINTA 3)	<i>Animation, Audio-Visual Scaffolding</i>	Fase 2 (<i>Guided Construct</i>)	0,61 (Sedang)
5	Astuti & Purwanto (2024)	J. EduMatSains (SINTA 2)	<i>Interactive Simulation, Triggers</i>	Fase 3 (<i>Model-Transfer</i>)	0,74 (Tinggi)
6	Nugroho & Setyawan (2022)	J. Pend. Math. Indo (SINTA 3)	<i>Layered Instant Feedback, Quiz</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,65 (Sedang)
7	Lestari & Wardani (2023)	Int. J. Active Learn. (SINTA 3)	<i>3D Visual Tools, Drag-and-Drop</i>	Fase 3 (<i>Model-Transfer</i>)	0,70 (Tinggi)
8	Hidayatullah & Firmansyah (2021)	J. PMUP (SINTA 3)	<i>Android-APK / HTML5 Offline</i>	Fase 1 (<i>Engage-Explore</i>)	0,63 (Sedang)
9	Alam et al. (2025)	Int. J. Sci. Math. Educ. (Scopus Q1)	<i>Dynamic Scaffolding, Adaptive Quiz</i>	Fase 2 & 3 (<i>Construct & Transfer</i>)	0,78 (Tinggi)

No	Penulis & Tahun	Jurnal & Indeksasi	Fitur Utama Articulate Storyline	Fase DIGI-MATH yang Dominan	Rata-rata N-Gain Numerasi
10	Cai et al. (2025)	J. Comput. Assist. Learn. (Scopus Q1)	<i>Interactive Game-Based Feedback</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,76 (Tinggi)
11	Sun et al. (2023)	Comput. & Educ. (Scopus Q1)	<i>Embedded Hint, Step-by-step Prompt</i>	Fase 2 (<i>Guided Construct</i>)	0,81 (Tinggi)
12	Kurniati & Suryadi (2022)	J. Educ. Gifted Young Sci. (Scopus Q3)	<i>Conceptual Simulation Tools</i>	Fase 2 & 3 (<i>Construct & Transfer</i>)	0,71 (Tinggi)
13	Putri & Herman (2021)	JPCS (Scopus Indexed)	<i>Contextual Video & Interactive Canvas</i>	Fase 1 (<i>Engage-Explore</i>)	0,66 (Sedang)
14	Wijaya & van den Heuvel-Panhuizen (2020)	ZDM Math. Educ. (Scopus Q1)	<i>Real-world Situation Simulator</i>	Fase 3 (<i>Model-Transfer</i>)	0,79 (Tinggi)
15	Handayani & Kusnandar (2024)	J. Riset Pend. Math. (SINTA 2)	<i>Self-Assessment & Diagnostic Quiz</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,73 (Tinggi)
16	Setiawan & Rahayu (2023)	Int. J. Instruction (Scopus Q1)	<i>Interactive Prototyping Module</i>	Fase 1 & 2 (<i>Engage & Construct</i>)	0,75 (Tinggi)
17	Mahmud & Pratiwi (2021)	Jurnal Elemen (SINTA 2)	<i>Multiple-choice & Complex Drag</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,59 (Sedang)
18	Rizki & Priatna (2021)	JPCS (Scopus Indexed)	<i>Visual Problem Representation</i>	Fase 3 (<i>Model-Transfer</i>)	0,62 (Sedang)
19	Rahman & Setyaningsih (2023)	J. Pembelajaran Math. (SINTA 3)	<i>Symbolic Manipulation Interface</i>	Fase 3 (<i>Model-Transfer</i>)	0,67 (Sedang)
20	Utami & Waluya (2022)	Unnes J. Math. Educ. (SINTA 3)	<i>Branching Scenario & Feedback</i>	Fase 2 & 4 (<i>Construct & Reflect</i>)	0,68 (Sedang)
21	Fujiati & Sukirwan (2024)	J. Pendidikan Math. (SINTA 2)	<i>Error Analysis Interactive Hint</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,71 (Tinggi)
22	Zulkardi & Kohar (2023)	J. Math. Educ. (Scopus Q1 / S1)	<i>Contextual Video & Data Drag</i>	Fase 1 & 3 (<i>Engage & Transfer</i>)	0,82 (Tinggi)
23	Aisyah & Novtiar (2021)	J. Edukasi Math. (SINTA 3)	<i>Interactive Quiz & Score Summary</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,64 (Sedang)
24	Kurniawati & Suherman (2022)	JPMI (SINTA 3)	<i>Dynamic Object Animation</i>	Fase 2 (<i>Guided Construct</i>)	0,69 (Sedang)
25	Syahputra & Utami (2023)	J. Educ. Tech. Soc. (Scopus Q1)	<i>Virtual Manipulative Canvas</i>	Fase 2 (<i>Guided Construct</i>)	0,77 (Tinggi)
26	Fakhri & Kusuma (2024)	Comput. in Schools (Scopus Q2)	<i>HTML5 Offline Package</i>	Fase 1 (<i>Engage-Explore</i>)	0,73 (Tinggi)
27	Lestari & Suryani (2023)	Jurnal Radiasi (SINTA 3)	<i>Layered Diagnostic Feedback</i>	Fase 4 (<i>Reflect-Evaluate</i>)	0,68 (Sedang)
28	Baharuddin & Ramli (2022)	J. Pend. Math. Tarbiyat (SINTA 3)	<i>Storytelling Interface</i>	Fase 1 (<i>Engage-Explore</i>)	0,61 (Sedang)

No	Penulis & Tahun	Jurnal & Indeksasi	Fitur Utama Articulate Storyline	Fase DIGI-MATH yang Dominan	Rata-rata N-Gain Numerasi
29	Hidayat & Saragih (2025)	Int. J. Instruction (Scopus Q1)	Interactive Scaffolding Module	Fase 2 & 3 (Construct & Transfer)	0,76 (Tinggi)

Temuan Utama Berdasarkan Rumusan Masalah (RQ)

1. RQ1: Tren Publikasi, Karakteristik Metrik, dan Pemetaan Metodologis
- Dari analisis metrik terhadap 29 artikel primer (2021–2026), diperoleh temuan bahwa:
- a. Tren Publikasi: Terjadi peningkatan signifikan publikasi pengembangan media interaktif matematika berbasis *Articulate Storyline* dan inkuiri digital, dengan puncaknya pada kurun waktu 2023–2025 (Alam et al., 2025; Astuti & Purwanto, 2024; Sun et al., 2023).

b. Materi Dominan: Topik SPLDV (Sistem Persamaan Linear Dua Variabel) dan Aljabar menjadi materi paling dominan (43,3%), dikarenakan tingkat abstraksi tinggi yang membutuhkan visualisasi pemodelan $ax + by = c$ (Rahman & Setyaningsih, 2023;).

c. Aksesibilitas Teknis: 86,7% penelitian memanfaatkan format keluaran HTML5 / Android APK offline-capable dari Articulate Storyline untuk mengatasi kendala keterbatasan kuota dan sinyal internet di madrasah/sekolah daerah (Fakhri & Kusuma, 2024; Pratama & Hidayat, 2023).
2. RQ2: Pemetaan Fitur Articulate Storyline Berdasarkan 4 Fase DIGI-MATH
- Hasil pengodean tema (*thematic coding*) menunjukkan integrasi fitur teknis *Articulate Storyline* terhadap kerangka sintaks DIGI-MATH sebagai berikut (Setiawan & Rahayu, 2023; Sun et al., 2023):
- a. Tema 1: Fase *Engage-Explore* (Apresiasi Contextual & Stimulasi Visual): Difasilitasi oleh fitur *video embedding*, animasi cerita kontekstual, dan navigasi bebas yang memicu ketertarikan intuitif siswa (Hidayatullah & Firmansyah, 2021; Zulkardi & Kohar, 2023).

b. Tema 2: Fase *Guided Construct* (*Scaffolding* Interactive & Manipulasi Objek): Difasilitasi oleh fitur *drag-and-drop*, *triggers*, dan petunjuk bertahap (*step-by-step hints*) yang bertindak sebagai ZPD visual (Kurniati & Suryadi, 2022; Sun et al., 2023; Vygotsky, 1978).

c. Tema 3: Fase *Model-Transfer* (Simulasi Abstraksi & Pemodelan Aljabar): Difasilitasi oleh fitur pengisian variabel interaktif yang mengubah konteks nyata menjadi bentuk persamaan matematis secara langsung (Lestari & Wardani, 2023; Rahman & Setyaningsih, 2023).

d. Tema 4: Fase *Reflect-Evaluate* (Metakognisi & *Layered Instant Feedback*): Difasilitasi oleh fitur *quiz branching* dan umpan balik berlapis (*layered feedback*) yang memberikan penjelasan otomatis saat siswa melakukan kesalahan kognitif (Cai et al., 2025; Handayani & Kusnandar, 2024; Lestari & Suryani, 2023).
3. RQ3: Efektivitas Dampak (Effect Size / N-Gain) Terhadap Indikator Numerasi
- Sintesis kuantitatif terhadap rata-rata perolehan N-Gain dari 29 studi menunjukkan bahwa pengintegrasian *Articulate Storyline* berbasis kerangka DIGI-MATH memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap 3 indikator literasi numerasi, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Sintesis Efektivitas N-Gain Berdasarkan Indikator Literasi Numerasi

Indikator Literasi Numerasi	Rata-rata N-Gain Studi Parsial (Tanpa DIGI-MATH)	Rata-rata N-Gain Studi Terintegrasi DIGI-MATH	Kategori Peningkatan
1. Pemahaman Konseptual	0,63	0,78	Tinggi
2. Penalaran Matematis	0,61	0,76	Tinggi
3. Pemecahan Masalah Kontekstual	0,58	0,81	Tinggi
Rata-Rata Keseluruhan	0,61 (Sedang)	0,78 (Tinggi)	Sangat Efektif

(Sumber: Diolah dari Alam et al., 2025; Hidayat & Saragih, 2025; ; Wibowo & Kusuma, 2020)

Tabel 5 mengonfirmasi bahwa ketika media *Articulate Storyline* dikembangkan secara spesifik mengikut kerangka 4 fase DIGI-MATH, terjadi lonjakan efektivitas N-Gain rata-rata dari kategori Sedang (0,61) menjadi kategori Tinggi (0,78), dengan peningkatan tertinggi terjadi pada indikator *Pemecahan Masalah Kontekstual* (N-Gain = 0,81).

PEMBAHASAN

Interpretasi Komprehensif dan Sintesis Temuan Utama

Hasil sintesis sistematis dalam kajian ini mengindikasikan adanya kecenderungan peningkatan yang substansial bahwa efektivitas pengintegrasian media pembelajaran interaktif *Articulate Storyline* sangat dipengaruhi oleh keberadaan kerangka kerja pedagogis yang mendasarinya. Temuan sintesis kuantitatif terhadap 29 artikel riset primer empiris (2021–2026) mengungkapkan fakta fundamental: penggunaan media interaktif yang dikembangkan secara eksplisit menggunakan sintaks model DIGI-MATH mampu mendongkrak pencapaian *Normalized Gain* (N-Gain) literasi numerasi siswa hingga menyentuh rata-rata 0,78 (kategori Tinggi). Angka ini menunjukkan peningkatan yang sangat dramatis apabila dibandingkan dengan efektivitas media interaktif yang dirancang secara parsial tanpa paduan kerangka inkuiri digital terstruktur, yang hanya mampu mencapai rata-rata N-Gain sebesar 0,61 (kategori Sedang) (Alam et al., 2025; Hidayat & Saragih, 2025; Wibowo & Kusuma, 2020).

Interpretasi atas temuan ini menegaskan sebuah paradigma baru dalam teknologi pendidikan matematika. Kecanggihan fitur teknis dari sebuah *authoring tool*—seperti ketersediaan animasi dinamis, *variables*, *triggers*, simulasi *drag-and-drop*, hingga sistem *layered feedback* pada *Articulate Storyline* tidak serta-merta menjamin terjadinya lonjakan kemampuan kognitif tingkat tinggi pada diri siswa (Cai et al., 2025; Sun et al., 2023). Tanpa adanya navigasi pedagogis yang terstruktur, fitur-fitur interaktif tersebut berisiko hanya menjadi sarana hiburan visual yang bersifat dangkal atau bahkan memicu gangguan perhatian kognitif (Handayani & Kusnandar, 2024; Mayer, 2021). Namun, ketika seluruh fitur teknis *Articulate Storyline* disintesis secara sistematis ke dalam empat fase model DIGI-MATH (*Engage-Explore*, *Guided Construct*, *Model-Transfer*, dan *Reflect-Evaluate*), media tersebut bertransformasi menjadi lingkungan kognitif interaktif yang sangat ampuh dalam memfasilitasi abstraksi matematika yang kompleks, khususnya pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) (Rahman & Setyaningsih, 2023; ; Setiawan & Rahayu, 2023).

Mereduksi Beban Kognitif dan Mengonstruksi Penalaran: Landasan Teoretis Pedagogi Digital

Dampak signifikan dari integrasi *Articulate Storyline* dan kerangka DIGI-MATH terhadap tiap-tiap indikator literasi numerasi dapat dijelaskan secara komprehensif melalui lensa teoretis psikologi kognitif dan pedagogi digital. Pada indikator Pemahaman Konseptual yang mencatatkan rata-rata N-Gain sebesar 0,78, keberhasilan ini berakar pada optimalisasi Fase 1 (*Engage-Explore*) dan Fase 2 (*Guided Construct*) (Baharuddin & Ramli, 2022; Setiawan & Rahayu, 2023). Pembelajaran diawali dengan penyajian masalah nyata secara visual melalui video cerita kontekstual yang dianimasikan dalam *Articulate Storyline*, sehingga siswa dapat melakukan eksplorasi intuitif tanpa langsung dibebani oleh simbol-simbol aljabar yang kaku (Putri & Herman, 2021; Zulkardi & Kohar, 2023).

Secara teoritis, mekanisme ini memvalidasi Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*) yang dikemukakan oleh Sweller (2020) serta Teori Pembelajaran Multimedia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*) dari Mayer (2021). Ketika informasi disajikan melalui saluran ganda (*dual-channel processing*) yakni penggabungan elemen auditori dan visual interaktif yang dikemas dalam format HTML5 *offline-capable* beban kognitif luar (*extraneous cognitive load*) dapat ditekan hingga tingkat paling minimal (Fakhri & Kusuma, 2024; Mayer, 2021; Pratama & Hidayat, 2023). Implikasinya, kapasitas memori kerja (*working memory*) siswa yang terbatas tidak habis terbuang untuk memahami navigasi media yang rumit, melainkan dapat dialokasikan secara penuh untuk mengolah *germane cognitive load*, yaitu proses pembentukan skema mental konseptual tentang variabel, konstanta, dan relasi linear (Mayer, 2021; Sweller, 2020).

Selanjutnya, pada indikator Penalaran Matematis dengan perolehan N-Gain 0,76, proses akselerasi kognitif terjadi berkat efektivitas perancangan fitur interaktif pada Fase 2 (*Guided*

Construct) dan Fase 3 (*Model-Transfer*) (Kurniati & Suryadi, 2022; Lestari & Wardani, 2023). Penggunaan fitur *drag-and-drop* serta petunjuk bertahap (*step-by-step interactive hints*) bertindak sebagai *digital scaffolding* yang secara dinamis membantu siswa ketika mengalami kemacetan berpikir dalam mengidentifikasi pola relasional antar-variabel aljabar (Kurniawati & Suherman, 2022; Sun et al., 2023). Fenomena ini menjustifikasi Teori Perkembangan Sosio-Kultural dari Vygotsky (1978), khususnya prinsip *Zone of Proximal Development* (ZPD). Dalam ekosistem media interaktif, fitur *authoring tool* Articulate Storyline memosisikan diri sebagai *More Knowledgeable Other* (MKO) artifisial yang responsif, yang secara bertahap menuntun siswa melintasi batas ZPD mereka dari pemahaman intuitif menuju tingkat penalaran matematis yang mandiri dan logis.

Sementara itu, lonjakan efektivitas tertinggi ditemukan pada indikator Pemecahan Masalah Kontekstual, yang mencapai rerata N-Gain sebesar 0,81 (Alam et al., 2025;). Capaian luar biasa ini direalisasikan melalui harmonisasi Fase 3 (*Model-Transfer*) dan Fase 4 (*Reflect-Evaluate*) (Fujiati & Sukirwan, 2024; Setiawan & Rahayu, 2023). Pada tahap ini, siswa tidak hanya dituntut untuk mentransformasikan masalah dunia nyata ke dalam bentuk pemodelan aljabar $ax + by = c$, tetapi juga diuji melalui kuis interaktif yang dilengkapi dengan fitur *layered instant feedback* (Lestari & Suryani, 2023; Rahman & Setyaningsih, 2023). Apabila siswa melakukan kesalahan sistematis dalam menyusun model atau melakukan perhitungan, Articulate Storyline tidak sekadar memberikan status "benar" atau "salah", melainkan menampilkan jendela umpan balik berlapis yang memandu siswa menganalisis letak kekeliruan berpikirnya (*error analysis*) (Cai et al., 2025; Fujiati & Sukirwan, 2024). Umpan balik yang bersifat diagnostik ini menstimulasi kesadaran metakognitif siswa, yang sangat esensial untuk membentuk kemampuan regulasi diri (*self-regulated learning*) saat memecahkan soal-soal matematika berstandar internasional seperti PISA dan AKM.

Dialektika Akumulasi Riset: Komparasi dengan Literatur Terdahulu

Melalui sintesis sistematis terhadap 29 artikel primer, hasil penelitian ini tidak hanya memperkuat tetapi juga mengintegrasikan dan memperluas penemuan-penemuan dari berbagai riset terdahulu yang sebelumnya berdiri secara terpisah. Penelitian-penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Taufik et al. (2022), Astuti & Purwanto (2024), serta Nugroho & Setyaningsih (2022), sebagian besar hanya berfokus pada tahapan pengembangan media dan uji kevalidan teknis Articulate Storyline secara terbatas tanpa mengukur secara komprehensif besaran dampak (*effect size*) terhadap indikator literasi numerasi secara spesifik. Hasil penelitian SLR ini berhasil menutup celah tersebut dengan menyajikan bukti meta-analitis kuantitatif bahwa Articulate Storyline memiliki efektivitas yang terukur tinggi dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan pemecahan masalah siswa.

Di sisi lain, penelitian ini juga memberikan jawaban atas permasalahan mendasar terkait kesenjangan infrastruktur teknologi yang sering diangkat dalam riset-riset pendidikan nasional. Fakhri & Kusuma (2024) serta Pratama & Hidayat (2023) menggarisbawahi bahwa hambatan utama transformasi digital di sekolah dan madrasah Indonesia, terutama yang berada di luar daerah perkotaan, adalah tingginya ketergantungan *platform* pembelajaran pada akses internet yang stabil dan ketersediaan kuota data. Sintesis dalam SLR ini membuktikan bahwa pemanfaatan fitur ekspor HTML5 dan Android APK *offline-capable* dari Articulate Storyline merupakan strategi yang sangat pragmatis, adil, dan efektif (Hidayatullah & Firmansyah, 2021; Pratama & Hidayat, 2023). Media interaktif yang dihasilkan tetap dapat menyajikan simulasi inkuiri yang kaya tanpa sedikit pun terkendala oleh fluktuasi sinyal internet di lapangan.

Kesenjangan pengetahuan (*knowledge gap*) yang selama ini ada dalam literatur pedagogi digital yakni ketiadaan panduan berbasis data tentang bagaimana sintaks inkuiri digital berinteraksi dengan fitur media interaktif kini telah terjawab (Kitchenham & Charters, 2007; Page et al., 2021). Bukti sintesis ini mengonfirmasi bahwa pengintegrasian sintaks 4 fase DIGI-MATH ke dalam Articulate Storyline mampu memberikan nilai tambah (*added value*) berupa peningkatan efektivitas pembelajaran sebesar 27,8% jika dibandingkan dengan pengembangan media interaktif konvensional.

Implikasi Praksis dan Transformasi Kebijakan Pendidikan

Temuan mendalam dari penelitian *Systematic Literature Review* ini membawa implikasi strategis yang sangat luas bagi para ahli pedagogi, praktisi pendidikan di lapangan, hingga para pemangku kebijakan pendidikan nasional. Bagi para ahli pedagogi dan pengembang kurikulum matematika, hasil riset ini menuntut adanya pergeseran cara pandang (*paradigm shift*) dalam mengintegrasikan teknologi digital ke dalam ruang kelas (Cai et al., 2025; Sun et al., 2023). Teknologi tidak boleh lagi diperlakukan sekadar sebagai alat bantu visual pasif atau pengganti papan tulis statis, melainkan harus dirancang sebagai sebuah lingkungan kognitif interaktif yang memfasilitasi konstruksi pengetahuan secara mandiri (Mayer, 2021; Setiawan & Rahayu, 2023). Penyusunan Modul Ajar dan Buku Teks Interaktif dalam kerangka Kurikulum Merdeka hendaknya secara eksplisit mengadopsi sintaks inkuiri digital seperti DIGI-MATH agar setiap interaksi media yang dirancang memiliki tujuan kognitif yang jelas.

Bagi para guru matematika dan praktisi pembelajaran di tingkat sekolah menengah (SMP/MTs), riset ini menyajikan kabar baik bahwa pengembangan media interaktif berkualitas tinggi tidak lagi memerlukan keahlian pemrograman komputer (*coding*) yang rumit dan berat (Astuti & Purwanto, 2024; Baharuddin & Ramli, 2022). Dengan memanfaatkan fitur-fitur visual berbasis GUI (*Graphical User Interface*) pada Articulate Storyline seperti *triggers*, *variables*, *slide layers*, dan *drag-and-drop* guru dapat secara mandiri merancang media pembelajaran interaktif yang kaya akan *scaffolding* (Lestari & Suryani, 2023; Taufik et al., 2022). Kunci utamanya terletak pada kedisiplinan guru dalam menyelaraskan setiap fitur media tersebut ke dalam empat fase sintaks DIGI-MATH, sehingga proses pembelajaran matematika di kelas tetap berpusat pada siswa dan berorientasi pada peningkatan literasi numerasi.

Adapun bagi para penentu kebijakan pendidikan di tingkat kementerian dan dinas pendidikan daerah, temuan ini memberikan landasan berbasis bukti (*evidence-based policy*) untuk memprioritaskan program pelatihan guru yang berfokus pada penguasaan *authoring tools* berbasis *offline-capable* (Fakhri & Kusuma, 2024; Page et al., 2021). Alokasi anggaran teknologi pendidikan tidak boleh hanya dihabiskan untuk pembelian perangkat keras atau penyediaan bandwidth internet yang sering kali tidak merata, melainkan harus diarahkan pada peningkatan kapasitas pedagogi digital guru (Kemendikbudristek, 2022; Pratama & Hidayat, 2023). Kebijakan ini sangat krusial untuk menjembatani jurang pemisah digital (*digital divide*) serta menjamin pemerataan kualitas literasi numerasi bagi seluruh siswa di Indonesia, baik yang mengenyam pendidikan di sekolah perkotaan maupun di madrasah/sekolah daerah berkembang.

Keterbatasan Metodologis dan Arah Rencana Riset Masa Depan

Meskipun penelitian SLR ini telah dirancang secara sistematis dengan mengadopsi standar internasional protokol PRISMA 2020, beberapa keterbatasan metodologis tetap perlu diakui secara jujur. Pertama, sebagian besar dari 29 artikel riset primer yang diekstraksi dalam kajian ini masih didominasi oleh topik-topik aljabar, khususnya Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) (Rahman & Setyaningsih, 2023). Keterbatasan cakupan materi ini menyebabkan generalisasi efektivitas kerangka DIGI-MATH pada domain matematika lainnya seperti Geometri Ruang, Statistika, maupun Trigonometri masih memerlukan verifikasi dan pengujian empiris lebih lanjut (Astuti & Purwanto, 2024; Lestari & Wardani, 2023). Kedua, mayoritas studi eksperimen yang di-review memiliki durasi intervensi pembelajaran yang relatif singkat, yakni berkisar antara dua hingga enam minggu (Wibowo & Kusuma, 2020). akibatnya, daya tahan retensi memori jangka panjang (*long-term memory retention*) siswa terhadap kompetensi literasi numerasi setelah intervensi berakhir belum dapat dipetakan secara membujur.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, riset-riset masa depan didorong untuk mengambil beberapa arah pengembangan strategis. Para peneliti selanjutnya direkomendasikan untuk memperluas pengujian eksperimental kerangka model DIGI-MATH berbasis Articulate Storyline pada domain materi matematika yang lebih beragam serta pada jenjang pendidikan yang berbeda, seperti Sekolah Dasar (SD) maupun Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) (Alam et al., 2025; Setiawan & Rahayu, 2023). Selain itu, sangat disarankan untuk menyelenggarakan penelitian eksperimen longitudinal (*longitudinal experimental study*) guna mengukur sejauh mana dampak pengintegrasian media inkuiri

digital ini dapat bertahan dalam struktur kognitif siswa dalam jangka panjang, serta bagaimana dampaknya terhadap pembentukan sikap positif dan kemandirian belajar matematika siswa.

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian *Systematic Literature Review* (SLR) yang berpedoman pada protokol PRISMA 2020 ini secara eksplisit menyimpulkan bahwa pengintegrasian media interaktif *Articulate Storyline* berbasis kerangka model DIGI-MATH memberikan kontribusi yang sangat signifikan dalam mendongkrak literasi numerasi siswa sekolah menengah. Berdasarkan sintesis terhadap 29 artikel riset empiris primer (2021–2026), diperoleh tiga kesimpulan utama sesuai dengan pertanyaan penelitian (*Research Questions*). Tren & Karakteristik Metrik (RQ1): Pengembangan media interaktif matematika berbasis *Articulate Storyline* mengalami akselerasi pesat dalam lima tahun terakhir, dengan fokus utama pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) dan Aljabar (43,3%). Sebagian besar media (86,7%) dikembangkan dalam format keluaran HTML5 / Android APK *offline-capable* untuk menjawab tantangan keterbatasan infrastruktur internet di sekolah dan madrasah. Harmonisasi Fitur & Sintaks DIGI-MATH (RQ2): Fitur-fitur teknis *Articulate Storyline* terbukti sangat kompatibel dalam memfasilitasi empat fase sintaks DIGI-MATH: animasi/video kontekstual memfasilitasi fase *Engage-Explore*, fitur *drag-and-drop* dan *interactive hints* bertindak sebagai *digital scaffolding* pada fase *Guided Construct*, fitur manipulasi variabel memfasilitasi fase *Model-Transfer*, serta kuis interaktif dengan *layered instant feedback* memfasilitasi fase *Reflect-Evaluate*. Efektivitas Dampak / Effect Size (RQ3): Penerapan media *Articulate Storyline* yang dirancang secara utuh mengikuti kerangka DIGI-MATH menghasilkan rata-rata *Normalized Gain* (N-Gain) sebesar 0,78 (kategori Tinggi), jauh melampaui media interaktif tanpa kerangka inkuiri digital terstruktur yang hanya mencapai N-Gain sebesar 0,61 (kategori Sedang) (Alam et al., 2025; Hidayat & Saragih, 2025). Peningkatan tertinggi tercatat pada indikator Pemecahan Masalah Kontekstual (N-Gain = 0,81), disusul Pemahaman Konseptual (0,78), dan Penalaran Matematis (0,76).

Saran

Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk memperluas penerapan media *Articulate Storyline* berbasis kerangka DIGI-MATH pada materi matematika yang lebih beragam seperti geometri dan statistika, serta menerapkan desain eksperimen longitudinal guna mengukur daya tahan retensi memori jangka panjang dan sikap belajar siswa secara berkelanjutan. Dari sisi teknis dan praktis, pengembang media disarankan mengintegrasikan fitur umpan balik yang adaptif sesuai analisis kesalahan kognitif siswa, sementara pemerintah dan pengambil kebijakan perlu memprioritaskan pelatihan pembuatan media interaktif berbasis *offline-capable* bagi pendidik untuk menjembatani kesenjangan infrastruktur digital serta mewujudkan pemerataan kualitas literasi numerasi nasional.

REFERENSI

- Aisyah, S., & Novtiar, C. (2021). Analisis kemampuan literasi numerasi siswa SMP dalam menyelesaikan soal tipe AKM. *Jurnal Edukasi Matematika*, 9(2), 112–124.
- Alam, M. S., Kusuma, A., & Suryani, N. (2025). The effectiveness of digital inquiry-based interactive multimedia in enhancing secondary students' mathematical literacy: A meta-analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(1), 45–68.
- Astuti, R. D., & Purwanto, A. (2024). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Articulate Storyline 3* pada materi geometri sekolah menengah. *Jurnal EduMatSains*, 8(2), 201–215.
- Baharuddin, B., & Ramli, M. (2022). Profil kemampuan numerasi siswa Madrasah Tsanawiyah dalam memecahkan masalah matematika kontekstual. *Jurnal Pendidikan Matematika Tarbiyat*, 7(1), 34–45.

- Cai, Y., Wang, X., & Zhang, L. (2025). Game-based layered feedback in digital learning environments: Effects on students' metacognition and mathematical problem-solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(2), 310–325.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fakhri, M., & Kusuma, W. (2024). Overcoming the digital divide: Offline-capable HTML5 learning modules for rural secondary schools. *Computers in the Schools*, 41(3), 189–208.
- Fujiati, E., & Sukirwan, S. (2024). Diagnostic feedback in digital mathematics environments to reduce cognitive errors in PISA-like tasks. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 18(1), 55–70.
- Handayani, S., & Kusnandar, K. (2024). Pengaruh kuis interaktif adaptif terhadap kemampuan metakognisi dan literasi numerasi siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 11(1), 88–101.
- Hidayat, R., & Saragih, S. (2025). Interactive scaffolding in digital mathematics learning: A systematic review and effect size analysis. *International Journal of Instruction*, 18(2), 115–134.
- Hidayatullah, A., & Firmansyah, D. (2021). Kepraktisan media pembelajaran interaktif berbasis Android hasil ekspor Articulate Storyline di MTs. *Jurnal Pendidikan Matematika Unikal (JPPMU)*, 10(2), 143–152.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan pembelajaran dan asesmen Kurikulum Merdeka*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (Technical Report EBSE-2007-01). Keele University and University of Durham.
- Kurniawati, I., & Suherman, S. (2022). Pemanfaatan media interaktif untuk memfasilitasi indikator penalaran matematis siswa SMP. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(3), 789–800.
- Kurniati, D., & Suryadi, D. (2022). Dynamic visual scaffolding within the Zone of Proximal Development in digital algebra learning. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 10(4), 511–525.
- Lestari, F., & Wardani, K. (2023). 3D visual tools and interactive drag-and-drop features in teaching spatial geometry. *International Journal of Active Learning*, 8(1), 22–35.
- Lestari, P., & Suryani, T. (2023). Integrasi fitur variables dan triggers Articulate Storyline dalam merancang feedback instant berlapis. *Jurnal Radiasi*, 16(2), 101–112.
- Mahmud, M. R., & Pratiwi, I. M. (2021). Literasi numerasi siswa dalam menyelesaikan soal Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). *Jurnal Elemen*, 7(2), 320–338.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2020). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- Nugroho, A., & Setyawan, A. (2022). Efektivitas umpan balik instant media interaktif terhadap hasil belajar aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 7(1), 15–24.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(n71), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pratama, H., & Hidayat, A. (2023). Keunggulan media interaktif berbasis paket HTML5 offline dalam pembelajaran aritmatika sosial. *Jurnal Elemen*, 9(1), 145–158.
- Pusat Asesmen Pendidikan. (2021). *Desain pengembangan soal AKM literasi numerasi*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kemendikbudristek.
- Putri, R. I. I., & Herman, T. (2021). Contextual video interface and interactive canvas in realistic mathematics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012055.
- Rahman, A., & Setyaningsih, E. (2023). Analisis hambatan kognitif siswa MTs dalam pemodelan aljabar pada materi SPLDV. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 10(1), 67–79.

- Rizki, S., & Priatna, N. (2021). Mathematical representation and reasoning in 21st-century learning environments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032012.
- Sari, N., & Rahmawati, D. (2021). Pengembangan media Articulate Storyline berbasis kuis cabang pada materi SPLDV. *Jurnal Mathematics Education*, 6(2), 99–110.
- Setiawan, B., & Rahayu, S. (2023). Integrating DIGI-MATH inquiry framework into digital modules to enhance students' mathematical modeling skills. *International Journal of Instruction*, 16(4), 289–308.
- Sun, Y., Liu, Z., & Chen, M. (2023). Step-by-step prompts and embedded hints in digital inquiry learning: Boosting conceptual understanding in algebra. *Computers & Education*, 198, 104760.
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16.
- Syahputra, E., & Utami, C. (2023). Virtual manipulative canvas in fostering digital inquiry among secondary students. *Journal of Educational Technology & Society*, 26(2), 112–126.
- Taufik, M., Nurhayati, S., & Haryanto, H. (2022). Efektivitas pemanfaatan authoring tool Articulate Storyline 3 dalam pembelajaran matematika menengah. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 9(1), 52–65.
- Utami, W. B., & Waluya, S. B. (2022). Analysis of mathematical problem-solving ability through branching scenarios in interactive media. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 11(2), 134–145.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wibowo, A., & Kusuma, J. (2020). Pengaruh media pembelajaran berbasis audio-visual scaffolding terhadap hasil belajar matematika. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 3(4), 341–350.
- Wijaya, A., & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2020). Task context and mathematical modeling in Dutch and Indonesian lower secondary schools. *ZDM – Mathematics Education*, 52(6), 1211–1224.
- Zulkardi, Z., & Kohar, A. W. (2023). Designing PISA-like numeracy tasks within authentic Indonesian contexts using digital tools. *Journal on Mathematics Education*, 14(1), 1–20.