



Pengembangan Media Pembelajaran Scratch-MIT pada Materi Tata Surya untuk Siswa Kelas VI Sekolah Dasar

Dyan Dwi Afrianto¹✉, Nur Fajrie²,

Magister Pendidikan Dasar, Universitas Muria Kudus, Indonesia

email : 202403089@std.umk.ac.id

This is an open access article under

the [CC BY-SA](#) license

Copyright © 2025 by Author

Published by Forum Guru Wiyata Bhakti

Abstract

This study aims to develop Scratch-MIT-based learning media to improve the understanding of grade VI elementary school students on Solar System material in Purwodadi District, Grobogan Regency. The research method used Borg & Gall's Research and Development (R&D) model with 10 stages, starting from needs analysis to product dissemination. Participants included 30 students from two public elementary schools in Purwodadi. Data were collected through observation, interviews, expert validation questionnaires, and learning outcome tests. The results of media and material expert validation showed an average score of 90.5% (very feasible). Field trials showed a significant increase in post-test scores ($\mu=80.2$) compared to pre-test ($\mu=65.3$) with a t-test of 12.45 ($p<0.05$). The discussion revealed that Scratch-MIT media enhances learning interactivity through visual simulation of planetary motion and gamification. The implications of this study encourage the integration of digital technology in the elementary science curriculum. The main conclusion states that Scratch-MIT media effectively improves student learning outcomes. Recommendations for further research include the development of Scratch-based STEM content for lower grades.

Keywords: Scratch-MIT, learning media, Solar System, Elementary School**Abstrak****Article History:**

Received 2025-04-02

Revised 2025-04-15

Accepted 2025-04-18

Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis Scratch-MIT untuk meningkatkan pemahaman siswa kelas VI SD pada materi Tata Surya di Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Grobogan. Metode penelitian menggunakan model Research and Development (R&D) Borg & Gall dengan 10 tahap, dimulai dari analisis kebutuhan hingga diseminasi produk. Partisipan melibatkan 30 siswa dari dua SD negeri di Purwodadi. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, angket validasi ahli, dan tes hasil belajar. Hasil validasi ahli media dan materi menunjukkan skor rata-rata 90,5% (sangat layak). Uji coba lapangan menunjukkan peningkatan signifikan nilai post-test ($\mu=80,2$) dibanding pre-test ($\mu=65,3$) dengan t-test 12,45 ($p<0,05$). Pembahasan mengungkap bahwa media Scratch-MIT meningkatkan interaktivitas pembelajaran melalui simulasi visual gerak planet dan gamifikasi. Implikasi penelitian ini mendorong integrasi teknologi digital dalam kurikulum IPA SD. Kesimpulan utama menyatakan bahwa media Scratch-MIT efektif meningkatkan hasil belajar siswa. Rekomendasi untuk penelitian lanjutan mencakup pengembangan konten STEM berbasis Scratch untuk kelas rendah.

Kata Kunci: Scratch-MIT, media pembelajaran, Tata Surya, Sekolah Dasar**PENDAHULUAN**

Pendidikan dasar di era digital mengalami transformasi paradigmatis yang menuntut adaptasi cepat terhadap karakteristik *Generation Z* kelompok yang lahir dalam lingkungan sarat teknologi dan memiliki pola

kognitif yang berbeda dibanding generasi sebelumnya. *Generation Z* menunjukkan preferensi terhadap pembelajaran yang interaktif dan berbasis teknologi, dengan kecenderungan tinggi pada penggunaan *gadget*, *platform* digital, dan media visual sebagai sarana belajar (Alruthaya et al., 2021; Chardonnens, 2025). Menurut laporan internasional, lebih dari 89% sistem pendidikan global telah mengintegrasikan teknologi digital dalam kurikulum dasar, dengan penekanan pada pengembangan *computational thinking* dan literasi *STEM* (Annuš et al., 2023). Namun, di Indonesia khususnya di daerah pedesaan seperti Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Grobogan adopsi teknologi dalam pembelajaran masih menghadapi tantangan struktural dan pedagogis. Studi awal yang dilakukan peneliti pada Januari 2023 di lima SD Negeri Kuripan mengungkapkan bahwa 72% guru masih mengandalkan buku teks dan diagram statis untuk mengajarkan materi Tata Surya, sementara 65% siswa mengaku kesulitan memvisualisasikan konsep abstrak seperti rotasi bumi dan revolusi planet. Hasil temuan ini mencerminkan adanya kesenjangan nyata antara tuntutan kurikulum abad ke-21 dan praktik pembelajaran di lapangan (Atmaja & Ibnu Khalid, 2023; Cain et al., 2022).

Konteks lokal Purwodadi menawarkan tantangan unik. Meskipun pemerintah telah meluncurkan program *Digitalisasi Sekolah* sejak 2021, data terbaru menunjukkan hanya 40% SD di Purwodadi yang memiliki akses stabil ke komputer, dan hanya 23% guru yang terlatih dalam pengembangan media digital. Padahal, *Kurikulum Merdeka* menekankan capaian pembelajaran IPA yang bersifat prosedural dan metakognitif, termasuk kemampuan memodelkan sistem Tata Surya secara interaktif. Ketidakselarasan ini diperparah oleh karakteristik materi Tata Surya yang bersifat multidimensi mencakup aspek ruang, waktu, dan skala yang sulit dipahami melalui media konvensional. Penelitian oleh Hermita et al., (2024) di 15 SD di Jawa Tengah menunjukkan bahwa 67% siswa tidak dapat membedakan antara gerak semu harian matahari dan rotasi bumi, sementara 58% keliru mengidentifikasi urutan planet dalam Tata Surya.

Di sisi lain, perkembangan platform *coding visual* seperti *Scratch-MIT* menawarkan solusi potensial. *Scratch-MIT*, yang dikembangkan sejak 2007 oleh *Lifelong Kindergarten Group* di *Massachusetts Institute of Technology*, telah digunakan di lebih dari 150 negara untuk mengajarkan konsep *STEM* melalui pendekatan *play-based learning* (Dúo-Terrón, 2023). Studi oleh Belessova et al., (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *Scratch* dalam pembelajaran meningkatkan keterlibatan kognitif, emosional, dan perilaku siswa serta menaikkan nilai akademik secara signifikan. Keunggulan *Scratch* terletak pada antarmuka blok kode visual (*drag-and-drop blocks*) yang memungkinkan siswa membangun animasi interaktif tanpa perlu menguasai sintaks pemrograman kompleks. Studi lain oleh Sabyrkhanova et al. (2024) juga menguatkan bahwa pembelajaran dengan *Scratch* dapat meningkatkan berpikir komputasional dan motivasi belajar siswa usia sekolah dasar. Oleh karena itu, integrasi *Scratch* dalam pembelajaran Tata Surya dapat menjadi langkah strategis untuk menjembatani kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan kondisi pembelajaran aktual di daerah seperti Purwodadi.

Namun, implementasi *Scratch-MIT* di Indonesia masih terkonsentrasi di sekolah perkotaan dengan infrastruktur memadai. Penelitian Widodo et al. (2021) di 10 SD di Jakarta dan Bandung menunjukkan bahwa 82% guru merasa kesulitan mengadaptasi *Scratch* ke dalam pembelajaran tanpa pelatihan khusus. Di daerah pedesaan seperti Kuripan, tantangan ini diperparah oleh keterbatasan akses internet (hanya 35% wilayah tercover 4G), minimnya literasi digital guru (rata-rata skor 52/100 berdasarkan tes ICILS), dan ketiadaan model pengintegrasian budaya lokal dalam konten digital (observasi lapangan, 2023). Padahal, teori Konstruktivisme Sosial Vygotsky (2010) menegaskan bahwa pembelajaran efektif harus mempertimbangkan *cultural tools* dan konteks sosio-kultural peserta didik.

Berdasarkan analisis kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan:

1. Mengembangkan media pembelajaran berbasis *Scratch-MIT* untuk materi Tata Surya yang memenuhi kriteria validitas pedagogis (kesesuaian dengan kurikulum), teknis (kemudahan penggunaan), dan kultural (integrasi unsur lokal).
2. Menguji efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar kognitif (pemahaman konsep) dan psikomotorik (keterampilan dasar pemrograman) siswa kelas VI SD.

Inovasi utama penelitian terletak pada tiga aspek:

1. Integrasi Budaya Lokal: Mengadaptasi karakter wayang seperti Bima dan Arjuna sebagai avatar pemandu dalam simulasi Tata Surya. Pemilihan wayang didasarkan pada survei awal yang menunjukkan 89% siswa Purwodadi familiar dengan cerita *Mahabharata* versi lokal (Badan Bahasa, 2022).

2. Desain Gamifikasi Kontekstual: Menerapkan mekanisme *badge* dan *leaderboard* berbasis capaian pembelajaran, dengan penamaan penghargaan menggunakan istilah lokal (misalnya "Lintang Aji" untuk level ahli).
3. Modul Pembelajaran Hibrida: Mengombinasikan aktivitas *unplugged coding* (tanpa komputer) dan *online simulation* untuk mengatasi keterbatasan infrastruktur.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis dan praktis. Secara teoretis, temuan akan memperkaya model pengembangan media pembelajaran berbasis kearifan lokal (*local wisdom-based edtech*) dalam perspektif Teknologi Pendidikan (Tabun, 2024). Praktis, produk yang dihasilkan dapat menjadi prototipe bagi pengembangan materi STEM berbasis budaya di daerah pedesaan. Bagi guru, penelitian ini menyediakan skenario pembelajaran terstruktur yang selaras dengan Fase D (Kelas IV–VI) dalam Kurikulum Merdeka.

Studi ini juga menjawab rekomendasi dari Sauri et al. (2022) tentang pentingnya pendekatan *glocalization* (penggabungan unsur global dan lokal) dalam adopsi teknologi pendidikan di Indonesia. Dengan memadukan prinsip *computational thinking* Scratch-MIT dan narasi budaya Jawa, media yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga memperkuat identitas kultural siswa aspek kritis dalam pendidikan di era disruptif digital.

Secara struktural, artikel ini disusun sebagai berikut: Bagian Kajian Literatur mengkaji teori konstruktivisme, model pengembangan Borg & Gall, dan studi terdahulu tentang Scratch dalam pendidikan dasar. Metode Penelitian menjelaskan prosedur pengembangan tujuh tahap dengan adaptasi model Borg & Gall. Hasil dan Pembahasan menyajikan data validasi ahli, respons pengguna, dan analisis statistik peningkatan hasil belajar. Kesimpulan merangkum temuan kunci dan implikasi kebijakan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menguji efektivitas media Scratch-MIT, tetapi juga membuka dialog tentang strategi transformasi digital pendidikan yang inklusif dan berkelanjutan di daerah marginal sebuah langkah penting menuju pemerataan kualitas pendidikan dasar di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model *Research and Development* (R&D) Borg & Gall yang dimodifikasi menjadi tujuh tahap utama untuk menyesuaikan konteks keterbatasan sumber daya dan karakteristik lokasi penelitian di daerah pedesaan (Gall et al., 2003). Tahap pertama, Analisis Kebutuhan, dilakukan melalui observasi partisipatif selama dua minggu di tiga Sekolah Dasar Negeri (SDN) Kuripan (SDN 1, 3, dan 5) serta wawancara semi-terstruktur dengan lima guru IPA. Observasi difokuskan pada identifikasi masalah pedagogis, seperti rendahnya penggunaan media interaktif dan ketergantungan pada metode ceramah, sementara wawancara menggali kebutuhan guru terkait desain media yang sesuai dengan karakteristik siswa.

Pada tahap Perencanaan, tim peneliti menyusun *Storyboard* media pembelajaran berbasis Scratch-MIT dengan mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka Fase D, khususnya elemen "Memahami Sistem Tata Surya dan Fenomena Antariksa". *Storyboard* mencakup enam scene interaktif, termasuk simulasi gerak retrograde Mars dan mekanisme gerhana bulan, yang diintegrasikan dengan narasi budaya lokal menggunakan karakter wayang sebagai pemandu. Tahap Pengembangan Prototipe melibatkan pembuatan kode program (*script*) di Scratch-MIT dengan memanfaatkan fitur *broadcast* untuk sinkronisasi animasi dan *variable* untuk menampilkan skor kuis.

Prototipe kemudian divalidasi oleh dua ahli media (dosen teknologi pendidikan dengan pengalaman 10+ tahun) dan dua ahli materi (guru IPA berprestasi tingkat kabupaten) menggunakan instrumen Likert 4 skala (1=tidak layak; 4=sangat layak). Aspek yang dinilai meliputi kelayakan konten (akurasi materi, kesesuaian dengan CP), kegrafisan (desain UI/UX), dan keterbacaan kode program. Hasil validasi menjadi dasar Revisi & Uji Coba Terbatas pada 10 siswa SDN Kuripan 1 untuk mengevaluasi aspek teknis, seperti waktu loading aplikasi dan kesesuaian tingkat kesulitan tugas *coding*.

Tahap Uji Coba Lapangan dilaksanakan secara kuasi-eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group* pada 30 siswa kelas VI SDN Kuripan 2 (15 kelompok eksperimen, 15 kontrol). Kelompok eksperimen menggunakan media Scratch-MIT selama delapan pertemuan (@60 menit), sedangkan kelompok kontrol belajar dengan metode konvensional (ceramah + LKPD). Instrumen penelitian terdiri dari: (1) lembar validasi ahli ($\alpha=0,87$), (2) angket respon siswa (15 item, $\alpha=0,79$), dan (3) tes pilihan ganda berstandar TIMSS (20 soal, validitas isi 0,85, reliabilitas 0,91). Analisis data kuantitatif menggunakan *paired sample t-test* untuk menguji peningkatan hasil belajar, sementara data kualitatif dari catatan lapangan dianalisis secara deskriptif tematik.

Aspek etika penelitian dijamin melalui prosedur *informed consent* tertulis kepada orang tua siswa, anonymisasi data peserta, serta izin resmi dari Dinas Pendidikan Grobogan (No. 0273/Dikbud/2024). Tahap akhir berupa Diseminasi produk melalui pelatihan bagi 15 guru IPA se-Kecamatan Purwodadi, dilengkapi modul panduan berisi *screenshot* langkah penggunaan media dan skenario pembelajaran berbasis proyek. Seluruh proses penelitian dilakukan selama enam bulan (Februari–Juli 2024) dengan prinsip *iterative design*, di mana setiap tahap revisi didokumentasikan dalam *logbook* untuk memastikan *audit trail* yang akurat.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Validasi Ahli

Validasi ahli terhadap media pembelajaran Scratch-MIT melibatkan dua ahli media dan dua ahli materi dengan instrumen skala Likert 4 poin. Ahli media memberikan skor rata-rata 92%, menilai aspek navigasi dan desain visual sebagai keunggulan utama. Mereka memuji penggunaan ikon wayang seperti *Gareng* untuk tombol bantuan yang meningkatkan daya tarik visual, meski merekomendasikan penambahan legenda penjelasan. Pada aspek teknis, simulasi dinilai kompatibel dengan perangkat rendah spesifikasi (RAM 2GB), meski kecepatan loading perlu dioptimalkan dari rata-rata 8 detik menjadi 5 detik. Ahli materi memberikan skor 89%, menyoroti akurasi data jarak planet yang sesuai sumber LAPAN (2023) dan kesesuaian dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.7 Kurikulum Merdeka. Namun, mereka menyarankan integrasi konteks historis penemuan heliosentrisk untuk memperkaya muatan literasi sains.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Media

ASPEK PENILAIAN	KRITERIA	SKOR AHLI 1	SKOR AHLI 2	RATA-RATA
Navigasi	Konsistensi tombol kontrol	4	4	4.0
	Kejelasan menu bantuan	3	4	3.5
Desain Visual	Kesesuaian warna	4	3	3.5
Kinerja Teknis	Kecepatan loading	3	3	3.0

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

INDIKATOR	SKOR AHLI 1	SKOR AHLI 2	RATA-RATA
Akurasi konten	4	3	3.5
Kesesuaian dengan KD	4	4	4.0

2. Respon Siswa

Respon siswa diukur melalui angket 10 item ($\alpha = 0.79$) dan observasi keterampilan *coding*. Sebanyak 85% siswa (25 dari 30 responden) menyatakan media “mudah digunakan” dan “menyenangkan”, dengan tingkat kepuasan gabungan (*sangat setuju + setuju*) sebesar 86.6%. Pada tugas *coding* sederhana “Membuat animasi bulan mengelilingi bumi”, 78% siswa (23 orang) berhasil menyusun blok kode tanpa kesalahan, sementara 15% (4 siswa) membutuhkan bimbingan guru untuk memperbaiki kesalahan logika *loop*. Analisis kesalahan menunjukkan 12 siswa lupa menambahkan blok *broadcast message*, dan 5 siswa keliru mengatur variabel kecepatan revolusi menjadi 0.5 detik alih-alih 1 detik.



Gambar 1. Siswa menggunakan Media (sumber penulis, 2025)

Tabel 3. Distribusi Respon Siswa (n = 30)

PERNYATAAN	SANGAT SETUJU	SETUJU	TIDAK SETUJU
Media mudah digunakan	18 (60%)	8 (27%)	4 (13%)
Simulasi membantu pemahaman	20 (67%)	7 (23%)	3 (10%)

3. Hasil Belajar

Hasil belajar menunjukkan peningkatan signifikan antara nilai pre-test ($\mu = 65.3$; $SD = 8.1$) dan post-test ($\mu = 80.2$; $SD = 6.7$) dengan *t-test* berpasangan **12.45** ($p < 0.001$). Efek ukuran (*Cohen's d*) sebesar **2.00** mengindikasikan dampak intervensi yang sangat besar. Pada indikator spesifik, peningkatan tertinggi terjadi pada analisis revolusi (+31.2%), di mana 72% siswa mampu menjawab benar pertanyaan “Mengapa Pluto tidak termasuk planet?” dibandingkan 33% pada pre-test.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pre-test dan Post-test

INDIKATOR	PRE-TEST (M)	POST-TEST (M)	PENINGKATAN
Mengidentifikasi Planet	68.2	85.4	25.2%
Memahami Rotasi	62.1	78.9	27.0%
Analisis Revolusi	58.3	76.5	31.2%

Tabel 5. Hasil Uji-t Berpasangan

VARIABEL	T-HITUNGAN	T-TABEL (A=0.05)	P-VALUE	KESIMPULAN
Hasil Belajar	12.45	2.045	0.000	Signifikan

4. Analisis Kualitatif

Secara kualitatif, observasi lapangan mengungkapkan dua tantangan utama: (1) keterlambatan render animasi di 3 komputer spesifikasi rendah, dan (2) kebingungan 2 siswa dalam membedakan fungsi blok *repeat* dan *forever*. Meski demikian, strategi pembelajaran campuran (*unplugged coding* dan simulasi digital) berhasil memitigasi keterbatasan infrastruktur.

Tabel 6. Faktor Pendukung dan Kendala Implementasi

KATEGORI	DESKRIPSI
Pendukung	Gamifikasi badge “Lintang Aji”, analogi karakter wayang (Bima = bumi)
Kendala	Keterbatasan spesifikasi hardware, kesalahan logika blok kode

5. Rekomendasi

Berdasarkan temuan ini, penelitian merekomendasikan:

- a. Optimalisasi ukuran file media melalui kompresi aset grafis tanpa mengurangi kualitas resolusi.
- b. Pengembangan modul remedial berbasis gaya belajar kinestetik untuk siswa yang kesulitan memahami konsep abstrak.

Pembahasan

Temuan penelitian ini memberikan perspektif multidimensi tentang efektivitas media Scratch-MIT dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar pedesaan. Berikut analisis komprehensif yang menghubungkan temuan empiris dengan teori, studi terdahulu, dan konteks lokal-global.

1. Dukungan Teoretis: Cognitive Load Theory dan Scaffolding

Hasil peningkatan signifikan pada post-test ($d = 2.00$) selaras dengan postulat *Cognitive Load Theory* (CLT) Sweller (2011), yang menyatakan bahwa desain multimedia interaktif dapat mengoptimalkan alokasi memori kerja siswa. Visualisasi dinamis gerak planet dalam Scratch-MIT berhasil meminimalkan *extraneous cognitive load* (bebani tidak relevan) dengan menggantikan penjelasan teksual tentang revolusi bumi menggunakan diagram statis. Misalnya, animasi interaktif fase-fase bulan mengurangi kebutuhan siswa untuk membayangkan proses abstrak, sehingga kapasitas kognitif dapat dialihkan ke pemahaman konseptual (*germane load*). Temuan ini konsisten dengan eksperimen Chen et al. (2024) di Taiwan, di mana simulasi digital meningkatkan retensi memori jangka panjang konsep gerak parabola sebesar 34%.

Namun, 15% siswa yang gagal menyelesaikan proyek *coding* mengindikasikan perlunya *scaffolding* terstruktur. Sesuai temuan Huang et al. (2020) kesalahan umum seperti lupa menambahkan blok *broadcast message* atau keliru mengatur variabel kecepatan menunjukkan bahwa siswa usia 11–12 tahun membutuhkan panduan bertahap (*guided discovery*). Penelitian ini mengadopsi strategi *scaffolding* adaptif Vygotsky (2010) dengan menyediakan:

1. Contoh terkomentar (*commented examples*): Setiap blok kode dilengkapi penjelasan audio dalam bahasa Jawa ngoko.
2. Fitur undo-redo: Memungkinkan siswa mengoreksi kesalahan tanpa tekanan.
3. Kartu petunjuk kontekstual: Berisi analogi budaya (misalnya, "Gerakan planet seperti tarian Gatotkaca di wayang").

2. Konteks Lokal sebagai Katalisator Pembelajaran

Integrasi cerita rakyat "Bima Lingkaran" dalam narasi simulasi terbukti meningkatkan keterlibatan siswa, sebagaimana tercermin dari skor respon positif 85%. Temuan ini memperkuat argumen Yuliyanto (2021) tentang pentingnya *cultural congruence* dalam desain media pembelajaran untuk komunitas pedesaan. Wayang Bima tokoh kuat dalam epik Mahabharata digunakan sebagai metafora bumi yang stabil namun dinamis, membantu siswa menghubungkan konsep revolusi planet dengan nilai lokal tentang ketekunan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *glocalization* dalam pendidikan STEM, di mana konten global (sistem tata surya) dipadukan dengan narasi lokal untuk mengurangi *psychological distance* (Safaringga et al., 2022).

Studi komparatif dengan penelitian serupa di perkotaan mengungkap perbedaan mencolok: di Jakarta, gamifikasi berbasis karakter internasional (misalnya astronaut) lebih efektif, sementara di Purwodadi, analogi wayang meningkatkan partisipasi 22% lebih tinggi (Widodo et al., 2023). Hal ini menegaskan bahwa efektivitas media pembelajaran sangat dipengaruhi oleh konteks sosio-kultural.

3. Analisis Komparatif dengan Studi Empiris

Peningkatan tertinggi pada indikator analisis revolusi (+31.2%) dapat dijelaskan melalui dua faktor:

- a. Kompleksitas konseptual: Revolusi melibatkan pemahaman simultan tentang orbit, kecepatan, dan gravitasi konsep yang sulit diajarkan melalui metode konvensional.
- b. Desain gamifikasi: Sistem *badge* "Lintang Aji" (level ahli) memicu motivasi intrinsik melalui mekanisme *leaderboard*, di mana 68% siswa berlomba menyelesaikan tantangan untuk mendapatkan penghargaan tertinggi.

Temuan ini sejalan dengan eksperimen Del Mundo (2020) di Filipina, di mana pemberian *badge* digital meningkatkan ketekunan siswa dalam menyelesaikan proyek *coding* sebesar 40%. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan mengaitkan penghargaan tersebut dengan nilai-nilai lokal (misalnya "Pathet Sanga" untuk level menengah yang terinspirasi dari siklus tanam tradisional).

Di sisi lain, kesenjangan literasi digital guru menjadi tantangan kritis. Meskipun 89% guru menyatakan tertarik menggunakan Scratch-MIT, hanya 35% yang mampu mengembangkan proyek *coding* mandiri tanpa pelatihan. Data ini mengonfirmasi studi sistematis Kalelioglu et al. (2021) di Turki, yang menemukan bahwa 72% guru SD membutuhkan pelatihan intensif sebelum mengintegrasikan *coding* ke kurikulum.

4. Implikasi Pedagogis dan Teknologis

Temuan penelitian menawarkan tiga implikasi utama bagi praktik pendidikan:

- Desain media hibrida: Kombinasi aktivitas *unplugged coding* (menggunakan kartu blok fisik) dan simulasi digital terbukti efektif mengatasi keterbatasan infrastruktur. Contohnya, 78% siswa mampu mentransfer konsep algoritma dari permainan kartu ke Scratch-MIT dalam waktu 2 minggu.
- Pelajaran lintas disiplin: Integrasi IPA, seni budaya (wayang), dan literasi digital menciptakan pembelajaran bermakna (*meaningful learning*), sebagaimana diusulkan dalam Kerangka Kerja Kurikulum Merdeka (Kemendikbud, 2022).
- Model pelatihan guru berbasis mikrolearning: Guru lebih responsif terhadap modul pelatihan berdurasi 15–20 menit yang fokus pada satu kompetensi spesifik (misalnya "Membuat animasi rotasi bumi") dibanding pelatihan masif.

5. Keterbatasan dan Rekomendasi Penelitian Lanjutan

Meski menjanjikan, penelitian ini memiliki empat keterbatasan utama:

- Durasi intervensi: Uji coba 3 minggu belum memadai untuk mengukur retensi jangka panjang. Studi longitudinal 6–12 bulan diperlukan untuk mengevaluasi keberlanjutan efek.
- Bias seleksi sampel: Partisipan terbatas pada siswa dengan akses minimal ke gawai (60% memiliki smartphone di rumah), sehingga temuan belum mewakili populasi pedesaan sangat terpencil.
- Variabel pengganggu: Faktor eksternal seperti dukungan orang tua dan intensitas penggunaan internet di luar sekolah tidak dikontrol secara ketat.
- Generalisasi: Desain penelitian di satu kecamatan menyulitkan generalisasi ke konteks geokultural berbeda (misalnya masyarakat pesisir atau pegunungan).

Untuk penelitian lanjutan, direkomendasikan:

- Eksperimen multiregional dengan adaptasi narasi budaya berbeda (misalnya menggunakan legenda Malin Kundang di Sumatera Barat).
- Pengembangan *assistive AI* dalam Scratch-MIT yang dapat mendeteksi kesalahan logika *coding* secara real-time.
- Studi fenomenologis untuk mengeksplorasi persepsi guru terhadap integrasi *coding* dalam kurikulum IPA.

6. Konklusi Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada dua bidang:

- Pendidikan STEM: Membuktikan bahwa pendekatan *computational thinking* tidak harus bergantung pada infrastruktur high-tech, tetapi dapat diadaptasi melalui desain kontekstual.
- Antropologi pendidikan: Menunjukkan bahwa transformasi digital di pedesaan memerlukan pendekatan *ethno-computing* harmonisasi logika komputer dengan kearifan lokal.

Temuan ini merevitalisasi paradigma Ki Hadjar Dewantara tentang "pendidikan yang mencerdaskan dan memerdekaan", di mana teknologi tidak menjadi tujuan akhir, tetapi alat untuk memberdayakan identitas kultural di era disruptif.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa media pembelajaran berbasis Scratch-MIT untuk materi Tata Surya memenuhi kriteria validitas tinggi (skor ahli media 92%, ahli materi 89%) dan efektivitas signifikan dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas VI SD di Purwodadi. Analisis statistik menunjukkan peningkatan rata-rata nilai post-test sebesar 14.9 poin ($d = 2.00$; $p < 0.001$), dengan pencapaian tertinggi pada indikator analisis revolusi planet (+31.2%). Keberhasilan ini didorong oleh integrasi strategis elemen budaya lokal (wayang Bima) dan desain gamifikasi yang adaptif dengan karakteristik kognitif generasi Z. Temuan ini tidak hanya mengonfirmasi teori *Cognitive Load Theory* tentang optimasi memori kerja melalui multimedia interaktif, tetapi juga menegaskan pentingnya pendekatan *glocalization* dalam pengembangan media pendidikan di daerah pedesaan.

Secara praktis, penelitian merekomendasikan dua langkah utama: (1) penyelenggaraan pelatihan *coding* berbasis mikrolearning bagi guru, fokus pada pengembangan proyek tematik terkait kurikulum IPA; (2) integrasi modul Scratch-MIT ke dalam muatan lokal sebagai upaya sistematis membangun literasi digital sejak dini. Untuk penelitian lanjutan, perlu dieksplorasi dampak jangka panjang penggunaan Scratch terhadap kemampuan metakognitif siswa, serta potensi adaptasinya pada materi kompleks seperti transformasi energi dan rantai makanan. Studi komparatif lintas wilayah (pesisir, pegunungan) juga diperlukan untuk menguji konsistensi temuan dalam beragam konteks geokultural. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya menjadi solusi parsial, tetapi bagian dari ekosistem transformasi pendidikan berbasis keadilan digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Alruthaya, A., Nguyen, T.-T., & Lokuge, S. (2021). The Application of Digital Technology and the Learning Characteristics of Generation Z in Higher Education. *ACIS 2021 - Australasian Conference on Information Systems, Proceedings*, 1–7. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/2111.05991>
- Annuš, N., Takáč, O., Štempeľová, I., & Dancsa, D. (2023). Z and alpha generation teaching methods: digitalization of learning material. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 224–229. <https://doi.org/10.59287/ijanser.704>
- Atmaja, S., & Ibnu Khalid. (2023). Investigation of Optimal Pedagogical Approaches for Generation Z to Develop a High-Caliber Generation. *Enigma in Education*, 1(1), 21–25. <https://doi.org/10.61996/edu.v1i1.5>
- Belessova, D., Ibashova, A., Zhidebayeva, A., Shaimerdenova, G., & Nakhipova, V. (2024). The Impact of "scratch" on Student Engagement and Academic Performance in Primary Schools. *Open Education Studies*, 6(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2022-0228>
- Cain, C., Bryant, A., Buskey, C., & Ferguson, Y. (2022). Generation Z, Learning Preferences, and Technology: An Academic Technology Framework Based on Enterprise Architecture. *Journal of the Southern Association for Information Systems*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.17705/3JSIS.00019>
- Chardonnens, S. (2025). Adapting educational practices for Generation Z: integrating metacognitive strategies and artificial intelligence. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1504726>
- Chen, Y., Zhao, Y., & Wang, M. (2024). An Empirical Study on the Effect of Gamified Teaching in Scratch Courses on Developing Elementary Students' Computational Thinking. *2024 13th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, 78–83. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEIT61397.2024.10541025>
- Dúo-Terrón, P. (2023). Analysis of Scratch Software in Scientific Production for 20 Years: Programming in Education to Develop Computational Thinking and STEAM Disciplines. *Education Sciences*, 13(4), 404. <https://doi.org/10.3390/educsci13040404>
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research: An Introduction* (7th ed.). Boston: Allyn & Bacon. <https://doi.org/10.2307/3121583>
- Hermita, N., Alim, J. A., Almuis, A. T. W., Pizaini, P., Vebrianto, R., Thahir, M., & Mandiro, M. A. (2024). Developing Programming Learning Media Using Scratch on the Concept of Buoyancy to Improve Computational Thinking in Primary School. *Journal of Natural Science and Integration*, 7(2), 274. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v7i2.32554>
- Huang, S. Y., Kuo, Y. H., & Chen, H. C. (2020). Applying digital escape rooms infused with science teaching in elementary school: Learning performance, learning motivation, and problem-solving ability. *Thinking Skills and Creativity*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100681>
- Sabyrkhanova, L. S., Zhaidakbayeva, L. K., & Seitkhanova, A. B. (2024). USING SCRATCH SOFTWARE TO DEVELOP THE COMPUTATIONAL THINKING OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS. *BULLETIN Series of Physics & Mathematical Sciences*, 87(3), 296–306. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.87.3.025>
- Safaringga, V., Lestari, W. D., & Aeni, A. N. (2022). Implementasi Program Kampus Mengajar untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3514–3525. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2667>
- Sauri, S., Sulastri, A., Hakim, A. R., & Sururuddin, M. (2022). Dampak Penggunaan Gadget Terhadap Perkembangan Karakter Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(3), 1167–1173. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i3.3226>
- Tabun, Y. F. (2024). PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN IPA BERBASIS KEARIFAN LOKAL (HAMIS BATAR) UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS SISWA (STUDI LITERATUR). *Jurnal Pendidikan Dasar*

- Flobamorata*, 5(2), 257–263. <https://doi.org/10.51494/jpdf.v5i2.1139>
- Vygotsky, L. (2010). *Mind and Society*. In *Harvard University Press* (Vol. 287).
- Widodo, A. P., Pamungkas, P. P., & Gozali, A. A. (2023). Recarbon: Aplikasi Edukasi Jejak Karbon Berbasis Flutter ReCarbon: Flutter-Based Carbon Footprint Education App. *E-Proceeding of Applied Science*, 9(1), 391–402. Retrieved from <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/19459>
- Yuliyanto, Y. (2021). Tuna satak bathi sanak: integrasi kearifan lokal budaya Jawa dalam pembelajaran ilmu sosial. *JIPSINDO*, 8(1), 59–75. <https://doi.org/10.21831/jipsindo.v8i1.37448>