

TRANSFORMASI STRATEGI PEMBELAJARAN DI ERA DIGITAL: INOVASI MENUJU PENDIDIKAN ABAD 21

Rahmadi*¹, Haris Fadhilah², Yatin Mulyono³

Program Studi Tadris Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Universitas Islam Negeri
Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia

Email: lightningthunder6655@gmail.com

ABSTRAK

Transformasi strategi pembelajaran di era digital menjadi kebutuhan mendesak dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21. Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis untuk mengkaji efektivitas berbagai strategi pembelajaran digital terhadap hasil belajar dan keterampilan abad ke-21. Data diperoleh dari delapan artikel terindeks SINTA yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2024, dengan desain penelitian eksperimental dan kuasi-eksperimental. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar strategi digital menghasilkan nilai *Cohen's d* > 0,8, yang menunjukkan pengaruh besar hingga sangat besar. Strategi seperti blended learning, flipped classroom, problem-based learning (PBL), dan integrasi STEM–TPACK terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar, literasi digital, serta kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif. Temuan ini menegaskan bahwa pembelajaran berbasis digital bukan hanya adaptasi teknologi, melainkan inovasi pedagogis strategis untuk menciptakan generasi yang siap menghadapi era global dan digital.

Kata kunci: Strategi pembelajaran digital, meta-analisis, *Cohen's d*, keterampilan abad ke-21, inovasi pendidikan, literasi digital, STEM–TPACK.

ABSTRACT

The transformation of learning strategies in the digital era has become a critical necessity to meet the demands of 21st-century education. This study employs a meta-analysis method to examine the effectiveness of various digital learning strategies on student learning outcomes and 21st-century skills. Data were collected from eight SINTA-indexed articles published between 2018 and 2024, using experimental and quasi-experimental research designs. The analysis revealed that most digital strategies produced a Cohen's d value greater than 0.8, indicating a large to very large effect. Strategies such as blended learning, flipped classroom, problem-based learning (PBL), and the integration of STEM–TPACK proved effective in enhancing learning achievement, digital literacy, critical thinking, and collaboration skills. These findings affirm that digital-based learning is not merely a technological adaptation but a strategic pedagogical innovation to develop learners who are ready to face global and digital era challenges.

Keyword: Digital learning strategies, meta-analysis, *Cohen's d*, 21st-century skills, educational innovation, digital literacy, STEM–TPACK.

PENDAHULUAN

Di era digital yang terus berkembang dengan pesat, dunia pendidikan mengalami transformasi yang signifikan dalam berbagai aspek, terutama dalam strategi pembelajaran. Teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah paradigma pembelajaran tradisional yang bersifat satu arah dan berpusat pada guru menjadi proses

yang lebih interaktif, kolaboratif, dan berpusat pada siswa (Redecker, 2020). Perkembangan ini sejalan dengan tuntutan global untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan abad ke-21, di mana keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan berkolaborasi, serta literasi digital menjadi kompetensi utama yang harus dikuasai (Forum., 2020).

Transformasi strategi pembelajaran di era digital menuntut inovasi yang tidak hanya mengintegrasikan teknologi, tetapi juga merancang pendekatan pedagogis yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan siswa masa kini. Berbagai model pembelajaran inovatif seperti blended learning, flipped classroom, dan project-based learning yang didukung oleh teknologi digital telah diterapkan secara luas dan terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi serta hasil belajar siswa (Prasetyo, 2023). Misalnya, penggunaan platform pembelajaran daring dan aplikasi interaktif memungkinkan siswa untuk belajar secara fleksibel dan mengakses sumber belajar yang beragam tanpa batasan ruang dan waktu (Fauzi, 2022).

Namun, implementasi strategi pembelajaran digital juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur teknologi di beberapa daerah, kesenjangan literasi digital antara guru dan siswa, serta perlunya peningkatan kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi secara efektif (Putri, 2021). Oleh karena itu, transformasi pendidikan bukan hanya tentang adopsi teknologi, melainkan juga tentang pengembangan sumber daya manusia dan kebijakan pendidikan yang mendukung inovasi berkelanjutan (Sari, 2024).

METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode meta-analisis, yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu mengenai efektivitas strategi pembelajaran digital dalam konteks pendidikan abad ke-21. Meta-analisis ini dilakukan untuk mengetahui besar pengaruh (effect size) dari berbagai strategi pembelajaran digital terhadap berbagai aspek pembelajaran seperti hasil belajar, keterampilan abad 21, motivasi, dan kemampuan berpikir kritis.

Sumber data dalam penelitian ini diperoleh dari artikel ilmiah yang terpublikasi dalam jurnal nasional terakreditasi dan terindeks SINTA (1–6), dengan periode publikasi antara tahun 2018 hingga 2024. Artikel yang dijadikan objek kajian adalah penelitian kuantitatif eksperimental atau kuasi-eksperimental yang membandingkan strategi pembelajaran digital dengan strategi pembelajaran konvensional. Artikel harus memuat data statistik yang diperlukan untuk menghitung effect size, seperti nilai rata-rata (mean), standar deviasi (SD), dan jumlah sampel dari masing-masing kelompok.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi:

- (1) artikel merupakan hasil penelitian eksperimental atau kuasi-eksperimental,
- (2) artikel membahas penggunaan strategi pembelajaran digital (seperti flipped classroom, blended learning, LMS, e-learning, atau model berbasis teknologi lainnya),
- (3) artikel memuat data statistik yang memungkinkan perhitungan effect size, dan
- (4) artikel tersedia dalam bentuk teks lengkap dalam bahasa Indonesia atau Inggris.

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi:

- (1) artikel yang hanya bersifat deskriptif kualitatif tanpa intervensi pembelajaran,
- (2) artikel dengan data yang tidak lengkap atau tidak dapat diakses secara penuh, serta
- (3) artikel yang merupakan duplikasi dari publikasi lain.

Prosedur pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri artikel menggunakan kata kunci seperti “strategi pembelajaran digital”, “pembelajaran abad 21”, “media digital interaktif”, dan “flipped classroom” melalui portal jurnal nasional seperti SINTA, Garuda (Garba Rujukan Digital), dan Google Scholar, dengan filter untuk jurnal yang terindeks SINTA. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian diseleksi dan dicatat data-data kuantitatifnya.

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan rumus Cohen’s d untuk mengukur besar pengaruh (effect size) dari setiap strategi pembelajaran yang digunakan. Rumus Cohen’s d yang digunakan adalah:

$$d = \frac{M1 - M2}{SD_{pooled}}$$

di mana $M1$ dan $M2$ adalah nilai rata-rata dari kelompok eksperimen dan kontrol, serta SD_{pooled} adalah standar deviasi gabungan dari kedua kelompok. Nilai effect size kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria Cohen, yaitu: 0,2 = kecil, 0,5 = sedang, dan 0,8 ke atas = besar.

Dengan metode ini, diharapkan penelitian dapat memberikan gambaran empiris tentang seberapa efektif transformasi strategi pembelajaran digital dalam menjawab tantangan dan tuntutan pendidikan abad ke-21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Analisis meta analisis terhadap delapan peneliti menunjukkan bahwa secara keseluruhan, rata-rata nilai Cohen’s d dari seluruh studi yang dianalisis adalah $> 0,8$, yang berarti bahwa transformasi strategi pembelajaran melalui inovasi digital dan integrasi

metode abad ke-21 sangat efektif untuk meningkatkan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan keterampilan digital siswa.

No	Penulis & Tahun	Desain Penelitian	Hasil Cohen's d	Kesimpulan
1	Azkia, Muin, & Dimiyati (2023)	Meta-analisis (21 studi)	1,115	Media pembelajaran digital memiliki efek sangat besar terhadap hasil belajar matematika siswa.
2	Azkia et al. (2023, data jenjang SD)	Meta-analisis	1,415	Di jenjang SD, efek pembelajaran digital sangat signifikan .
3	Azkia et al. (2023, materi Dimensi Tiga)	Meta-analisis	1,812	Penggunaan digital pada materi geometri 'Dimensi Tiga' sangat efektif.
4	Jonuns Journal Meta-analysis (2024)	Meta-analisis (40 studi)	0,769	Problem-Based Learning (PBL) memiliki efek besar dalam pembelajaran matematika & IPA.
5	Raden Fatah Meta-analisis Biologi (2025)	Meta-analisis (14 studi)	0,52	PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam biologi.
6	Yunita & Tamur (2022)	Meta-analisis (35 studi)	Tidak dirinci	Pembelajaran digital menunjukkan efektivitas signifikan , terutama dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika.
7	Zulkifli et al. (2022)	Meta-analisis (STEM-TPACK)	1,765	Model STEM dengan integrasi TPACK sangat efektif terhadap keterampilan abad 21 siswa.
8	Untan (Universitas Tanjungpura) – tahun tidak dicantumkan	Meta-analisis (PBL-STEM)	1,036	PBL berbasis STEM memiliki efek besar dalam pembelajaran IPA & literasi sains.

Rata-rata efek size keseluruhan: 0,8 (efek besar)

Pembahasan

Hasil meta-analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa strategi pembelajaran berbasis digital memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar dan penguasaan keterampilan abad ke-21. Dari seluruh artikel yang dianalisis, sebagian besar menunjukkan nilai *Cohen's d* $> 0,8$, yang menurut Cohen (1988) termasuk dalam kategori efek besar hingga sangat besar. Temuan ini mencerminkan bahwa transformasi strategi pembelajaran menuju pendekatan digital memang berdampak nyata dan positif terhadap proses dan hasil belajar.

Salah satu temuan penting berasal dari penelitian Azkia, Muin & Dimiyati (2023), yang mencatatkan nilai *Cohen's d* sebesar 1,115, dan bahkan meningkat menjadi 1,812 pada materi geometri di jenjang sekolah dasar. Efek sebesar ini menunjukkan bahwa media digital, terutama yang berbasis visual interaktif, sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep abstrak seperti dimensi tiga. Hasil ini sejalan dengan pendapat Wolfram (2020) dalam bukunya *The Math(s) Fix*, yang menekankan bahwa pendekatan tradisional terhadap matematika perlu digantikan dengan pendekatan berbasis teknologi dan pemodelan komputasi agar lebih kontekstual dan aplikatif di dunia nyata.

Selain itu, strategi Problem-Based Learning (PBL) yang dikombinasikan dengan teknologi digital juga menunjukkan efektivitas tinggi dengan rata-rata nilai *Cohen's d* sebesar 0,769, dan dalam beberapa konteks seperti mata pelajaran bahasa atau STEM bisa mencapai $> 1,0$. PBL dinilai mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Hal ini didukung oleh meta-analisis Pereira (2024) yang menemukan *Hedges's g* sebesar 1,067 dalam penerapan PBL pada kelas bahasa Inggris sebagai bahasa asing (EFL). Selaras dengan ini, Susanti et al. (2020) juga menyatakan bahwa PBL yang diterapkan dalam pembelajaran matematika kreatif mampu mendorong partisipasi aktif siswa dan keterampilan berpikir tingkat tinggi, terutama jika didukung oleh media digital.

Strategi lain yang sangat menonjol adalah pendekatan STEM-integrated dengan model TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge). Dalam artikel yang dianalisis, strategi ini menghasilkan nilai *Cohen's d* sebesar 1,765, yang menunjukkan efek sangat besar. Pendekatan ini tidak hanya mengintegrasikan konten dan pedagogi, tetapi juga memperkuat penggunaan teknologi secara terarah dalam proses pembelajaran. Menurut Ahmad et al. (2023), model pendidikan masa depan, yang dikenal sebagai Education 5.0, sangat menekankan pentingnya personalisasi pembelajaran, pemanfaatan kecerdasan buatan (AI), realitas virtual (VR), dan analitik pembelajaran sebagai elemen inti. Integrasi STEM dan TPACK mendukung prinsip ini dengan memfasilitasi pembelajaran yang relevan dengan dunia kerja, berbasis proyek, dan terhubung dengan dunia nyata.

Lebih lanjut, hasil meta-analisis dari Universitas Tanjungpura dan Raden Fatah juga memperkuat bahwa pembelajaran berbasis STEM dan PBL sangat tepat untuk pengembangan Higher Order Thinking Skills (HOTS). Penelitian Abdul Rahman et al. (2023) bahkan mencatat nilai *effect size* sebesar 0,84 dalam konteks e-learning STEM terhadap HOTS siswa Indonesia. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran digital tidak hanya berdampak pada hasil akademik kognitif dasar, tetapi juga pada keterampilan berpikir tingkat tinggi yang menjadi inti dari pendidikan abad ke-21.

Namun demikian, meskipun nilai *effect size* cenderung tinggi, efektivitas strategi digital juga bergantung pada beberapa faktor, seperti kesiapan guru, desain instruksional, dan kecocokan dengan karakteristik materi. Contohnya, penerapan PBL dalam pembelajaran biologi hanya menghasilkan *d* sebesar 0,52, yang meskipun tetap positif, namun tergolong sedang. Ini dapat disebabkan oleh kompleksitas konten biologi yang mungkin memerlukan kombinasi strategi berbeda atau belum sepenuhnya diintegrasikan secara optimal dengan media digital.

Secara umum, hasil meta-analisis ini mendukung pandangan bahwa transformasi pembelajaran digital bukan hanya sebuah respon terhadap perkembangan teknologi, tetapi juga sebuah strategi pedagogis yang esensial untuk membentuk peserta didik yang adaptif, kolaboratif, dan mampu berpikir kritis serta kreatif. Implementasi strategi digital yang tepat, berbasis data, dan terencana dengan baik akan mendorong terciptanya pendidikan yang lebih inklusif, efisien, dan relevan dengan tuntutan global abad ke-21.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil meta-analisis terhadap sejumlah artikel yang relevan dan terindeks SINTA, dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran berbasis digital memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap peningkatan hasil belajar dan pengembangan keterampilan abad ke-21. Nilai *Cohen's d* yang diperoleh dari berbagai studi berkisar antara 0,52 hingga 1,812, yang secara umum tergolong dalam kategori sedang hingga sangat besar. Temuan ini mengindikasikan bahwa transformasi strategi pembelajaran melalui pendekatan digital tidak hanya efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga memperkuat dimensi keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, kreatif, dan komunikatif.

Strategi seperti penggunaan media digital interaktif terbukti sangat efektif, khususnya dalam pembelajaran matematika dan STEM, karena mampu menghadirkan pengalaman belajar yang visual, kontekstual, dan menarik. Sementara itu, pendekatan Problem-Based Learning (PBL) berbasis teknologi juga menunjukkan pengaruh besar terhadap pencapaian belajar dan penguatan keterampilan pemecahan masalah, meskipun efeknya dapat bervariasi tergantung pada mata pelajaran dan tingkat pendidikan.

Pendekatan STEM-integrated dengan model TPACK memberikan pengaruh terbesar dalam konteks pembelajaran digital, mencerminkan kesiapan strategi ini dalam mendukung prinsip-prinsip pendidikan abad 21 dan era Education 5.0, seperti pemanfaatan AI, personalisasi belajar, dan pengembangan HOTS. Kendati demikian, efektivitas strategi digital ini tetap dipengaruhi oleh kesiapan guru, desain pembelajaran, dan dukungan infrastruktur teknologi.

Dengan demikian, transformasi strategi pembelajaran digital bukan hanya merupakan adaptasi terhadap kemajuan teknologi, tetapi telah menjadi kebutuhan pedagogis mendasar dalam membentuk peserta didik yang mampu bersaing secara global. Upaya peningkatan literasi digital guru, pengembangan media pembelajaran yang inovatif, serta perencanaan pembelajaran berbasis data harus terus diperkuat agar transformasi ini dapat berlangsung secara optimal dan merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahman, F., et al. (2023). *E-learning STEM dan Pengaruhnya Terhadap HOTS*. Jurnal Sains dan Teknologi Pendidikan, SINTA 2.
- Ahmad, A., et al. (2023). *Education 5.0: Konsep dan Implikasi dalam Pendidikan Tinggi*. Journal of Educational Research and Innovation.
- Azkie, N. F., Muin, A., & Dimyati, A. (2023). *Pengaruh media pembelajaran digital terhadap hasil belajar matematika: Meta-analisis*. Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif, 6(5), 1873–1886.
- Fauzi, A., & Fajar, M. (2022). Implementasi Teknologi Digital dalam Pembelajaran Daring. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 14(1), 45-58.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2021). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Educational Computing Research*, 59(2), 315-339.
- Öztop, H. (2022). *The Effectiveness of Technology Integration in STEM Education: A Meta-analysis*. Journal of STEM Education Research.
- Pereira, A. (2024). *Meta-analysis of problem-based learning on EFL classrooms: Enhancing 21st century competencies*. International Journal of Language Pedagogy, 11(1), 42–58.
- Prasetyo, D., & Nugroho, A. (2023). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dengan Model Blended Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 15(2), 130-142.
- Putri, L., & Ardiansyah, D. (2021). Tantangan Literasi Digital dalam Pendidikan di Era Pandemi. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 10(3), 205-218.

- Rosi Yulianti, A., Asmar Yulastri, & Ambiyar (2023). *Meta-analysis in measuring the effectiveness of problem-based learning models in vocational education*. The Indonesian Journal of Computer Science, 12(6), 1–12.
- Redecker, C., & Punie, Y. (2020). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. *Publications Office of the European Union*.
- Sari, R., Wulandari, S., & Hartono, A. (2024). *Kebijakan Pendidikan dan Transformasi Digital di Indonesia*. Jurnal Kebijakan Pendidikan, 8(1), 60-75.
- Siska Alvionita (2025). *Meta-analysis of the effect of PBL on chemistry learning outcomes*. BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, 13(1), 45–60
- Susanti, D., et al. (2020). *PBL dan Keterampilan Berpikir Kreatif dalam Matematika*. Jurnal Pendidikan, SINTA 3.
- Wolfram, C. (2020). *The Math(s) Fix: An Education Blueprint for the AI Age*. Wolfram Media.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report*. Geneva: World Economic Forum.