



The Development of Innovation and Technology Utilization in Education: A Comparative Study of Finland, Japan, Singapore, and Indonesia

Perkembangan Inovasi Dan Pemanfaatan Teknologi Dalam Dunia Pendidikan: Kajian Perbandingan Antara Finlandia, Jepang, Singapura, Dan Indonesia



Ninuk Watini ¹
Dina Wardani ²
Titin Andriyani ³
Adi Asmara ⁴

Article history:

Submitted: 14 March 2026

Revised: 25 April 2026

Accepted: 28 May 2026

Keywords:

Educational Innovation,
Educational Technology,
Comparative Study, Merdeka
Belajar, TPACK

Abstract

Post-pandemic global educational digital transformation often falls into a hardware-oriented approach, neglecting educators' pedagogical readiness. This study aims to analyze and compare the policies, implementations, challenges, and successes of educational technology utilization in Finland, Japan, Singapore, and Indonesia. Utilizing a Systematic Literature Review (SLR) guided by the PRISMA protocol, this study analyzes 32 reputable scientific articles and national policy reports spanning from 2020 to 2026. The comparative analysis reveals three distinct approach patterns among the developed nations: Finland excels in research-based adaptive integration and teacher autonomy (pedagogy-first); Japan accelerates massive gigabit infrastructure through the GIGA School Program (technology-first); and Singapore systematically fuses both via an AI-powered centralized learning portal (systemic integration). Meanwhile, Indonesia demonstrates a digital leap through its Merdeka Belajar ecosystem (PMM and Belajar.id) but remains hindered by extreme infrastructure disparities in 3T regions. It is concluded that educational technology effectiveness depends on aligning teachers' pedagogical competence, digital infrastructure, and curricular flexibility. This study recommends restructuring teacher training based on the TPACK framework and accelerating digital network equity in Indonesia.

^{1,2,3,4} Magister Pedagogi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Kota Bengkulu, 38119, Indonesia

Abstrak

Transformasi digital pendidikan global pasca-pandemi sering kali terjebak pada pendekatan yang berorientasi perangkat keras (*hardware-oriented*), sehingga mengabaikan kesiapan pedagogis pendidik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kebijakan, implementasi, tantangan, serta keberhasilan pemanfaatan teknologi pendidikan di Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia. Menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berpedoman protokol PRISMA, studi ini menganalisis 32 artikel ilmiah bereputasi dan dokumen kebijakan nasional rentang tahun 2020–2026. Hasil kajian komparatif lintas negara menunjukkan tiga pola pendekatan: Finlandia unggul dalam integrasi adaptif berbasis riset dan otonomi guru (*pedagogy-first*); Jepang melakukan akselerasi masif infrastruktur gigabit melalui GIGA School Program (*technology-first*); dan Singapura berhasil memadukan keduanya secara tersentralisasi melalui portal pembelajaran berbasis kecerdasan buatan (*systemic integration*). Sementara itu, Indonesia menunjukkan lompatan digital melalui ekosistem Merdeka Belajar (PMM dan Akun Belajar.id), namun masih terhambat disparitas infrastruktur ekstrem di wilayah 3T. Disimpulkan bahwa efektivitas inovasi teknologi pendidikan ditentukan oleh keselarasan kompetensi pedagogis guru, kesiapan infrastruktur, dan fleksibilitas kurikulum. Studi ini merekomendasikan restrukturisasi pelatihan guru berbasis kerangka kerja TPACK dan akselerasi pemerataan jaringan digital di Indonesia.

Jurnal Ilmu Pendidikan © 2026.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Corresponding author:

Ninuk Watini

Magister Pedagogi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Kota Bengkulu, 38119, Indonesia

Email address: ninukwatini56@guru.paud.belajar.id

1. Pendahuluan

Pandemi *Coronavirus Disease* 2019 (COVID-19) telah menjadi titik balik transformasi pendidikan global. Penutupan sekolah secara masif memaksa institusi pendidikan di berbagai negara mengadopsi teknologi digital dalam waktu yang sangat singkat sehingga mempercepat digitalisasi pembelajaran secara global (Al-Okaily et al., 2020). Memasuki periode pascapandemi, sistem pendidikan tidak kembali sepenuhnya pada pola pembelajaran konvensional, tetapi berkembang menuju ekosistem pembelajaran yang lebih fleksibel melalui model hibrida (*hybrid learning*) yang didukung oleh perkembangan Revolusi Industri 4.0 dan transisi menuju Society 5.0 (Aheleroff et al., 2022). Dalam konteks ini, teknologi pendidikan (*Educational Technology/EdTech*) telah bergeser dari sekadar media pendukung pembelajaran menjadi komponen strategis dalam membangun pembelajaran yang adaptif, personal, inklusif, serta mampu mengembangkan kompetensi abad ke-21 (Ahmad et al., 2023).

Transformasi digital tersebut menuntut perubahan paradigma pendidikan yang tidak hanya berfokus pada pemanfaatan perangkat teknologi, tetapi juga pada kesiapan sistem pendidikan secara menyeluruh. Integrasi teknologi yang efektif mensyaratkan adanya keselarasan antara infrastruktur digital, kompetensi pedagogis guru, serta fleksibilitas kurikulum sehingga teknologi benar-benar mampu meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran (Yerunkar et al., 2026). Dengan demikian, keberhasilan digitalisasi pendidikan tidak ditentukan oleh ketersediaan perangkat semata, melainkan oleh kemampuan seluruh ekosistem pendidikan dalam mengintegrasikan teknologi dengan praktik pedagogi yang bermakna.

Meskipun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa implementasi EdTech di berbagai negara masih menghadapi tantangan yang kompleks. Tingkat adopsi teknologi pendidikan menunjukkan variasi yang cukup besar sebagai akibat dari perbedaan kapasitas ekonomi, kebijakan nasional, kesiapan infrastruktur, serta budaya organisasi pendidikan (Gudkova & Nikitina, 2025). Di Indonesia, misalnya, program digitalisasi sekolah masih cenderung berorientasi pada penyediaan perangkat keras (*hardware-oriented approach*) dibandingkan penguatan kapasitas guru dan transformasi pembelajaran (Hayyi Akrom & Hasanil Asy, 2024). Kondisi tersebut diperparah oleh masih

beragamnya tingkat literasi digital guru, keterbatasan akses internet, ketidakstabilan pasokan listrik, serta kesenjangan infrastruktur di wilayah Terdepan, Terluar, dan Tertinggal (3T), sehingga pemanfaatan teknologi belum berjalan secara optimal (Mastiah et al., 2026). Akibatnya, investasi besar pemerintah dalam pengadaan teknologi pendidikan belum sepenuhnya menghasilkan peningkatan kualitas pembelajaran yang diharapkan (Defi, 2026).

Fenomena tersebut memperlihatkan bahwa keberhasilan transformasi digital pendidikan tidak hanya bergantung pada jumlah perangkat yang tersedia, tetapi juga pada kualitas implementasinya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan akses terhadap teknologi belum tentu berkorelasi langsung dengan peningkatan capaian akademik apabila guru belum memiliki kompetensi untuk mengintegrasikan teknologi secara pedagogis dalam proses pembelajaran (Pratama et al., 2025). Sebaliknya, sejumlah negara telah menunjukkan praktik yang relatif berhasil dalam membangun ekosistem pendidikan digital. Finlandia menerapkan pendekatan pedagogy-first melalui pengembangan platform pembelajaran adaptif berbasis riset universitas seperti Eduten yang menempatkan otonomi guru sebagai pusat inovasi pembelajaran (Kuo et al., 2023; Pranckūnienė & Girdzijauskienė, 2023). Jepang mengembangkan Program GIGA School dengan kebijakan satu perangkat untuk setiap peserta didik sebagai bagian dari implementasi Society 5.0 (Suzuki, 2021; Adriani, 2025). Sementara itu, Singapura mengintegrasikan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) ke dalam Student Learning Space (SLS) melalui EdTech Masterplan sebagai strategi nasional untuk mendukung pembelajaran yang lebih personal dan berbasis data (Mohammed & Aqeel, 2026; Zhao & Wang, 2026).

Perbedaan pendekatan yang diterapkan oleh berbagai negara tersebut menunjukkan bahwa transformasi digital pendidikan merupakan proses multidimensional yang dipengaruhi oleh kebijakan nasional, kesiapan sumber daya manusia, tata kelola teknologi, serta karakteristik sosial dan geografis masing-masing negara. Oleh karena itu, pendekatan yang berhasil di suatu negara belum tentu dapat diterapkan secara langsung di negara lain tanpa mempertimbangkan konteks lokal. Bagi Indonesia sebagai negara kepulauan dengan keragaman wilayah dan tingkat pembangunan yang tidak merata, tantangan digitalisasi pendidikan tidak hanya berkaitan dengan aspek teknologi, tetapi juga menyangkut pemerataan akses, peningkatan kompetensi guru, serta penguatan tata kelola pendidikan digital.

Apabila berbagai tantangan tersebut tidak segera diatasi, digitalisasi pendidikan berpotensi memperlebar kesenjangan mutu pendidikan. Teknologi yang tidak diiringi peningkatan kapasitas pedagogis guru hanya akan berfungsi sebagai media digital tanpa memberikan perubahan signifikan terhadap kualitas pembelajaran (Serika & Mane, 2025). Di sisi lain, kesenjangan infrastruktur antara wilayah perkotaan dan daerah terpencil akan memperbesar ketidaksetaraan akses terhadap pendidikan berkualitas sehingga tujuan pemerataan pendidikan menjadi semakin sulit diwujudkan (Ali & Baloch, 2025; Suarlin et al., 2026). Kondisi ini menunjukkan bahwa transformasi digital pendidikan memerlukan strategi yang komprehensif, tidak hanya berorientasi pada penyediaan teknologi, tetapi juga pada pembangunan kapasitas manusia dan pemerataan infrastruktur.

Meskipun telah banyak penelitian yang membahas digitalisasi pendidikan di masing-masing negara, kajian yang secara komprehensif membandingkan kebijakan nasional, kesiapan kompetensi guru, implementasi teknologi, serta tantangan sosio-teknis pada negara dengan karakteristik yang berbeda masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada satu negara atau hanya meninjau aspek tertentu dari transformasi digital sehingga belum memberikan gambaran menyeluruh mengenai faktor-faktor yang menentukan keberhasilan implementasi EdTech dalam berbagai konteks sosial, ekonomi, dan geografis.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kebijakan pendidikan digital, arsitektur infrastruktur, kesiapan kompetensi guru, implementasi teknologi pendidikan, serta tantangan sosio-teknis di Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia. Kajian komparatif ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi strategis bagi pengembangan kebijakan transformasi digital pendidikan di Indonesia yang lebih adaptif, inklusif, dan berkelanjutan. Secara khusus, penelitian ini berupaya menjawab tiga pertanyaan utama, yaitu: (1) bagaimana masing-masing negara merumuskan kebijakan dan arsitektur teknologi pendidikannya; (2) bagaimana kompetensi guru dipersiapkan untuk mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran; dan (3) bagaimana faktor-faktor sosio-teknis memengaruhi efektivitas implementasi teknologi pendidikan di masing-masing negara.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis secara komparatif perkembangan teknologi pendidikan di Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia. Pendekatan SLR dipilih karena mampu mengidentifikasi, mengevaluasi, serta mensintesis hasil penelitian yang telah dipublikasikan secara sistematis sehingga menghasilkan pemahaman yang komprehensif terhadap suatu fenomena penelitian. Untuk menjamin transparansi, replikasi, dan kualitas pelaporan, penelitian ini mengadaptasi

pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) sebagai acuan dalam seluruh tahapan penelusuran, seleksi, evaluasi, hingga sintesis literatur (Suarilah, 2026). Dengan demikian, proses identifikasi dan pemilihan artikel dilakukan secara objektif, terstruktur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelusuran literatur dilakukan secara elektronik pada bulan Mei 2026 melalui empat pangkalan data ilmiah yang memiliki reputasi tinggi, yaitu *Scopus*, *Web of Science* (WoS), Google Scholar, dan *Science and Technology Index* (SINTA). Keempat basis data tersebut dipilih untuk memperoleh cakupan literatur internasional dan nasional yang relevan dengan topik penelitian.

Strategi pencarian disusun menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean (AND dan OR) untuk meningkatkan sensitivitas serta spesifisitas hasil pencarian (Carcassi & Sbardolini, 2023). Kata kunci berbahasa Inggris yang digunakan adalah: ("educational technology" OR "EdTech" OR "digitalization") AND ("Finland" OR "Japan" OR "Singapore" OR "Indonesia") AND ("policy" OR "curriculum" OR "innovation"). Sementara itu, untuk memperoleh literatur nasional yang berkaitan dengan implementasi digitalisasi pendidikan di Indonesia, digunakan kata kunci: ("teknologi pendidikan" OR "digitalisasi sekolah" OR "Kurikulum Merdeka") AND ("kebijakan" OR "komparasi"). Selain artikel ilmiah, penelitian ini juga menelusuri dokumen kebijakan resmi yang diterbitkan oleh kementerian pendidikan, UNESCO, OECD, serta lembaga internasional lainnya yang memiliki otoritas dalam bidang pendidikan digital.

Seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelum proses pencarian untuk menjaga kualitas serta relevansi kajian (Azarian et al., 2023). Kriteria inklusi meliputi: artikel penelitian atau artikel tinjauan (review article) yang telah melalui proses *peer review*; dokumen kebijakan resmi yang diterbitkan oleh kementerian pendidikan, OECD, UNESCO, atau lembaga internasional terpercaya lainnya; publikasi yang diterbitkan pada periode 2020–2026 untuk menggambarkan perkembangan teknologi pendidikan pada era pascapandemi COVID-19; penelitian yang membahas pemanfaatan teknologi pendidikan, digitalisasi pembelajaran, kebijakan EdTech, kurikulum digital, atau pengembangan kompetensi guru pada jenjang pendidikan dasar, menengah, maupun pendidikan guru.

Adapun kriteria eksklusi meliputi: artikel opini, editorial, prosiding yang tidak melalui proses *peer review*, buku populer, maupun laporan yang tidak memiliki dasar ilmiah yang memadai; publikasi sebelum tahun 2020; penelitian yang hanya membahas implementasi teknologi pada pendidikan tinggi nonkependidikan tanpa keterkaitan dengan kebijakan pendidikan nasional atau pengembangan kompetensi guru. Seleksi literatur dilakukan mengikuti empat tahapan utama dalam pedoman PRISMA, yaitu *identification*, *screening*, *eligibility*, dan *included*. Pada tahap *identification*, penelusuran melalui empat basis data menghasilkan 184 dokumen yang sesuai dengan kata kunci penelitian. Selanjutnya dilakukan proses penghapusan dokumen duplikat sehingga diperoleh kumpulan artikel yang siap diseleksi. Tahap *screening* dilakukan melalui penelaahan judul dan abstrak. Pada tahap ini, sebanyak 108 artikel dieliminasi karena tidak sesuai dengan fokus penelitian, misalnya membahas teknologi pendidikan pada bidang yang tidak relevan atau tidak berkaitan dengan kebijakan digitalisasi pendidikan.

Artikel yang lolos seleksi awal kemudian memasuki tahap *eligibility*, yaitu evaluasi terhadap naskah lengkap (full-text review). Pada tahap ini, 44 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria metodologis, tidak menyajikan informasi yang memadai mengenai implementasi teknologi pendidikan, atau tidak memberikan pembahasan komparatif sesuai tujuan penelitian. Berdasarkan keseluruhan proses seleksi tersebut, diperoleh 32 artikel ilmiah dan dokumen kebijakan yang memenuhi seluruh kriteria dan selanjutnya digunakan sebagai sumber utama dalam proses analisis. Data dari setiap artikel yang memenuhi kriteria diekstraksi secara sistematis menggunakan lembar ekstraksi data (data extraction form). Informasi yang dikumpulkan meliputi identitas publikasi (penulis, tahun, negara asal), tujuan penelitian, desain penelitian, jenis teknologi pendidikan yang dikaji, kebijakan nasional yang diterapkan, model implementasi, strategi pengembangan kompetensi guru, serta berbagai tantangan dan faktor pendukung dalam implementasi teknologi pendidikan.

Seluruh informasi tersebut kemudian disusun dalam matriks komparatif sehingga memudahkan proses identifikasi persamaan, perbedaan, pola implementasi, serta karakteristik digitalisasi pendidikan pada masing-masing negara. Analisis data dilakukan secara kualitatif menggunakan analisis isi (*content analysis*) yang dipadukan dengan sintesis komparatif (*comparative thematic synthesis*). Seluruh data yang telah diekstraksi dikategorikan ke dalam empat tema utama, yaitu: Kebijakan dan tata kelola pendidikan digital, meliputi regulasi nasional, strategi implementasi, serta model pengelolaan transformasi digital. Infrastruktur dan ekosistem teknologi pendidikan, meliputi ketersediaan perangkat, jaringan internet, platform pembelajaran digital, serta dukungan teknologi lainnya. Kompetensi dan pengembangan profesional guru, mencakup pelatihan, literasi digital, serta penerapan kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam pembelajaran. Tantangan sosio-teknis, yang meliputi hambatan infrastruktur, kesenjangan digital, faktor budaya organisasi, resistensi terhadap perubahan, hingga aspek geografis yang memengaruhi implementasi teknologi pendidikan. Selanjutnya dilakukan sintesis komparatif

antarnegara untuk mengidentifikasi pola kebijakan, faktor keberhasilan, serta tantangan implementasi digitalisasi pendidikan di Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia. Hasil sintesis tersebut digunakan sebagai dasar dalam merumuskan rekomendasi strategis bagi pengembangan kebijakan transformasi digital pendidikan di Indonesia agar lebih adaptif, inklusif, dan berkelanjutan.

3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan proses seleksi literatur menggunakan protokol Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), penelitian ini memperoleh 32 dokumen yang memenuhi kriteria inklusi dan selanjutnya dianalisis secara mendalam. Dokumen tersebut terdiri atas 24 artikel jurnal internasional bereputasi dan 8 dokumen kebijakan resmi dari empat negara yang menjadi objek kajian, yaitu Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa sintesis penelitian dibangun dari kombinasi bukti empiris dan regulasi resmi sehingga mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan transformasi digital pendidikan di masing-masing negara. Sebaran dokumen berdasarkan negara disajikan pada Tabel 1, yang memperlihatkan bahwa Finlandia menyumbang sembilan dokumen, Jepang delapan dokumen, Singapura tujuh dokumen, dan Indonesia delapan dokumen. Proporsi tersebut menunjukkan bahwa keempat negara memiliki perhatian yang relatif seimbang terhadap pengembangan teknologi pendidikan, meskipun pendekatan kebijakan yang diterapkan sangat beragam.

Tabel 1. Sebaran Jenis Dokumen dan Fokus Kajian

No.	Negara Target	Jurnal Internasional Bereputasi	Dokumen Kebijakan Resmi	Total Manuskrip
1	Finlandia	7	2	9
2	Jepang	6	2	8
3	Singapura	6	1	7
4	Indonesia	5	3	8
Total	4 Negara	24	8	32

Hasil analisis isi terhadap seluruh dokumen menunjukkan adanya perbedaan mendasar dalam strategi transformasi digital pendidikan. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, Finlandia menerapkan pendekatan *pedagogy-first*, yaitu menempatkan pedagogi dan profesionalisme guru sebagai fondasi utama sebelum mengintegrasikan teknologi. Pendekatan ini diwujudkan melalui pemanfaatan platform Eduten dan ViLLE yang dikembangkan berbasis riset universitas sehingga berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran adaptif. Sebaliknya, Jepang mengedepankan pendekatan *technology-first* melalui implementasi GIGA School Program, yaitu penyediaan satu perangkat digital bagi setiap peserta didik yang didukung jaringan internet berkecepatan tinggi serta sistem evaluasi berbasis komputer melalui MexCBT. Singapura menerapkan pendekatan *systemic integration*, yakni menyelaraskan kebijakan nasional, infrastruktur digital, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), serta kurikulum melalui platform *Student Learning Space* (SLS). Sementara itu, Indonesia mengembangkan strategi *software leapfrogging* melalui Platform Merdeka Mengajar (PMM) dan Akun Belajar.id sebagai media percepatan implementasi Kurikulum Merdeka dan peningkatan kompetensi guru secara nasional.

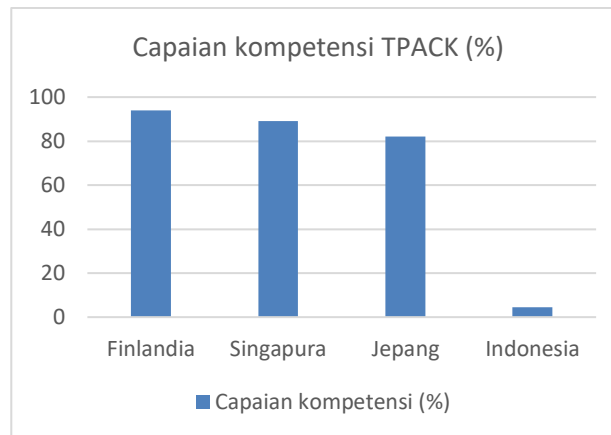
Tabel 2. Perbandingan Kerangka Makro Integrasi Teknologi

No.	Negara	Fokus Pendekatan Utama	Platform Siber Utama	Kerangka Kompetensi Guru
1	Finlandia	<i>Pedagogy-First</i> (Otonomi)	Eduten & ViLLE	Komunitas Praktisi & Riset
2	Jepang	<i>Technology-First</i> (Infrastruktur)	GIGA School & MexCBT	Standar ICT MEXT 2024
3	Singapura	<i>Systemic Integration</i> (Sinergi)	Student Learning Space (SLS)	EdTech Masterplan 2030
4	Indonesia	<i>Software Leapfrogging</i> (Akselerasi)	Platform Merdeka Mengajar	Komunitas Belajar & PMM

Analisis lebih lanjut terhadap implementasi platform digital menunjukkan bahwa setiap negara memiliki karakteristik inovasi yang berbeda. Finlandia memanfaatkan Eduten sebagai platform pembelajaran matematika adaptif berbasis kecerdasan buatan yang mampu memberikan umpan balik otomatis kepada peserta didik sekaligus menyajikan analisis perkembangan belajar secara real time kepada guru. Di Jepang, keberhasilan GIGA School Program terutama ditunjukkan melalui pemerataan akses perangkat digital dan konektivitas internet yang mendukung pelaksanaan pembelajaran maupun asesmen nasional berbasis komputer. Singapura memanfaatkan *Student Learning Space* (SLS) sebagai pusat pembelajaran digital nasional yang menyediakan materi pembelajaran adaptif berbasis AI sehingga mendukung pembelajaran yang bersifat personal (*personalized learning*). Sementara itu,

Indonesia memanfaatkan Platform Merdeka Mengajar untuk mendistribusikan materi pelatihan, perangkat ajar, serta berbagai sumber belajar kepada jutaan guru secara asinkron sehingga mempercepat implementasi kebijakan Merdeka Belajar di seluruh wilayah Indonesia.

Keberhasilan transformasi digital tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi tersebut. Berdasarkan agregasi data sekunder pada berbagai penelitian tahun 2023–2026, diperoleh gambaran bahwa Finlandia memiliki tingkat kompetensi *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) tertinggi, yaitu sekitar 94%, diikuti Singapura (89%), Jepang (82%), dan Indonesia (61%). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa negara dengan investasi yang besar pada pengembangan profesional guru cenderung memiliki tingkat keberhasilan transformasi digital yang lebih tinggi. Sebaliknya, capaian Indonesia yang masih relatif rendah mengindikasikan bahwa pemerataan kompetensi digital guru masih menjadi tantangan utama dalam implementasi pendidikan digital.



Gambar 1. Data Kompetensi TPACK Guru

Selain perbedaan kompetensi guru, penelitian ini juga mengidentifikasi berbagai tantangan sosio-teknis dalam implementasi teknologi pendidikan. Indonesia masih menghadapi hambatan berupa keterbatasan infrastruktur, terutama di wilayah Terdepan, Terluar, dan Tertinggal (3T), yang meliputi akses internet, pasokan listrik, dan pemerataan perangkat digital. Sebaliknya, negara-negara maju seperti Jepang dan Singapura lebih banyak menghadapi tantangan sosial, seperti meningkatnya screen time, kelelahan digital (*digital fatigue*), ancaman cyberbullying, serta dampak penggunaan teknologi terhadap kesehatan mental peserta didik. Sebagai bentuk mitigasi, Singapura mengintegrasikan program *Cyber Wellness* ke dalam kurikulum nasional sebagai upaya membangun budaya digital yang sehat dan bertanggung jawab.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi digital pendidikan tidak semata-mata ditentukan oleh besarnya investasi teknologi, tetapi lebih dipengaruhi oleh kemampuan suatu negara dalam membangun ekosistem pendidikan digital yang terintegrasi. Temuan ini memperlihatkan bahwa Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia memiliki orientasi kebijakan yang berbeda sesuai dengan karakteristik sosial, ekonomi, dan geografis masing-masing. Finlandia menempatkan guru sebagai aktor utama transformasi melalui pendekatan *pedagogy-first*, sehingga teknologi berfungsi sebagai instrumen untuk memperkuat proses pembelajaran, bukan menggantikan peran guru. Sebaliknya, Jepang memulai transformasi melalui pembangunan infrastruktur digital secara masif, sedangkan Singapura berhasil mengintegrasikan teknologi, kebijakan, dan kurikulum secara sistemik. Indonesia berada pada tahap percepatan digitalisasi melalui Platform Merdeka Mengajar, namun implementasinya masih dipengaruhi oleh kesenjangan kompetensi guru dan disparitas infrastruktur antardaerah.

Perbandingan lintas negara tersebut mengindikasikan bahwa keberhasilan digitalisasi pendidikan bergantung pada sinergi antara empat komponen utama, yaitu kebijakan nasional yang visioner, ketersediaan infrastruktur digital, kompetensi guru, serta tata kelola implementasi. Meskipun Jepang berhasil menyediakan perangkat digital secara merata melalui *GIGA School Program*, berbagai studi menunjukkan bahwa penyediaan perangkat tanpa perubahan strategi pembelajaran berpotensi menimbulkan kejenuhan digital (*digital fatigue*) dan belum tentu meningkatkan kualitas pembelajaran secara signifikan. Sebaliknya, Finlandia dan Singapura menunjukkan bahwa integrasi teknologi yang didukung pengembangan profesional guru mampu menghasilkan pembelajaran yang lebih adaptif, personal, dan berpusat pada peserta didik.

Temuan penelitian ini juga memperkuat pentingnya kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) sebagai fondasi pengembangan kompetensi guru pada era digital. Tingginya capaian kompetensi guru di Finlandia dan Singapura tidak hanya dipengaruhi oleh pelatihan penggunaan teknologi, tetapi juga oleh integrasi antara pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten pembelajaran sejak pendidikan calon guru. Sebaliknya, di Indonesia pelatihan teknologi masih banyak berorientasi pada penguasaan aplikasi sehingga belum sepenuhnya mampu meningkatkan kemampuan guru dalam mendesain pembelajaran digital yang mendorong kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik.

Implikasi penting lainnya adalah bahwa transformasi digital pendidikan harus dipandang sebagai proses sosial sekaligus teknologi. Negara maju mulai mengalihkan perhatian dari pembangunan infrastruktur menuju penguatan etika digital, keamanan siber, kesehatan mental, dan literasi digital peserta didik. Kondisi tersebut menjadi pelajaran penting bagi Indonesia agar kebijakan transformasi digital tidak hanya berorientasi pada penyediaan perangkat dan platform, tetapi juga memperkuat pengembangan kompetensi guru, pemerataan infrastruktur di wilayah 3T, pembentukan komunitas belajar yang berkelanjutan, serta integrasi pendidikan etika digital dan keamanan siber dalam kurikulum nasional. Dengan pendekatan yang lebih komprehensif tersebut, transformasi digital pendidikan di Indonesia diharapkan mampu berjalan secara inklusif, berkelanjutan, dan memberikan dampak nyata terhadap peningkatan mutu pembelajaran serta daya saing sumber daya manusia pada era Society 5.0.

4 Kesimpulan dan Saran

Hasil kajian komparatif menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi digital pendidikan tidak ditentukan oleh ketersediaan teknologi atau besarnya investasi infrastruktur semata, melainkan oleh sinergi antara kebijakan nasional, kesiapan infrastruktur, kompetensi guru, serta tata kelola implementasi yang berorientasi pada pembelajaran. Finlandia, Jepang, Singapura, dan Indonesia memiliki strategi digitalisasi yang berbeda sesuai dengan karakteristik masing-masing negara, di mana Finlandia mengedepankan pendekatan *pedagogy-first*, Jepang berfokus pada pembangunan infrastruktur digital, Singapura menerapkan integrasi sistemik antara teknologi, kurikulum, dan kecerdasan buatan, sedangkan Indonesia mengakselerasi transformasi melalui Platform Merdeka Mengajar. Meskipun demikian, Indonesia masih menghadapi tantangan berupa ketimpangan infrastruktur, rendahnya pemerataan kompetensi guru, dan kesenjangan akses digital di wilayah 3T. Oleh karena itu, transformasi digital pendidikan yang berkelanjutan memerlukan penguatan kompetensi guru berbasis TPACK, pemerataan infrastruktur, serta integrasi aspek literasi digital, etika digital, dan keamanan siber agar teknologi mampu meningkatkan kualitas pembelajaran secara efektif dan inklusif.

Pemerintah dan pemangku kepentingan pendidikan perlu mengarahkan kebijakan transformasi digital pada pengembangan ekosistem pendidikan yang lebih komprehensif melalui pemerataan infrastruktur digital, penguatan kompetensi guru berbasis TPACK, optimalisasi komunitas belajar, serta integrasi literasi digital, etika digital, keamanan siber, dan kesehatan digital ke dalam kurikulum. Selain itu, implementasi Platform Merdeka Mengajar perlu disertai pendampingan yang berkelanjutan, khususnya bagi guru di wilayah 3T, agar pemanfaatan teknologi tidak hanya bersifat administratif, tetapi mampu meningkatkan kualitas pembelajaran. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan studi empiris dengan pendekatan kuantitatif atau mixed methods untuk menguji efektivitas berbagai model transformasi digital pendidikan dalam konteks lokal Indonesia sehingga dapat menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih aplikatif dan berbasis bukti.

5 Daftar Pustaka

- Adriani, S. D. (2025). Japan's Giga School Program: Equips Students with Life Skills for Digital. *Daengku: Journal of Humanities and Social Sciences Innovation*, 5(2), 241–249. <https://doi.org/10.35877/454RI.daengku3797>
- Aheleroff, S., Huang, H., Xu, X., & Zhong, R. Y. (2022). Toward sustainability and resilience with Industry 4.0 and Industry 5.0. *Frontiers in Manufacturing Technology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.951643>
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0: Requirements, Enabling Technologies, and Future Directions. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.15846>
- Ali, W., & Baloch, N. (2025). Cirebon International Conference On Education And Science (Cices) Teacher Professionalism In The Era Of Digital Transformation In Indonesia: A Systematic Literature Review.
- Al-Okaily, M., Alqudah, H., Matar, A., Lutfi, A., & Taamneh, A. (2020). Dataset on the Acceptance of e-learning System among Universities Students' under the COVID-19 Pandemic Conditions. *Data in Brief*, 32, 106176. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2020.106176>
- Azarian, M., Yu, H., Shiferaw, A. T., & Stevik, T. K. (2023). Do We Perform Systematic Literature Review Right? A Scientific Mapping and Methodological Assessment. *Logistics*, 7(4), 89. <https://doi.org/10.3390/logistics7040089>

- Carcassi, F., & Sbardolini, G. (2023). Assertion, denial, and the evolution of Boolean operators. *Mind & Language*, 38(5), 1187–1207. <https://doi.org/10.1111/mila.12448>
- Defi. (2026). Analisis Kebijakan Digitalisasi Pendidikan Dasar: Relasi Teknologi Pendidikan, Pemerintahan, Dan Dinamika Sosial Global. *KOLABORATIF: Jurnal Isu Sosial Dan Tinjauan Kebijakan*, 4(1), 13–19. <https://doi.org/10.52364/kolaboratif.v4i1.76>
- Gudkova, O. A., & Nikitina, O. A. (2025). Digital Transformation Of Education: An Analysis Of Contemporary Trends In Edtech. *Bulletin of Dulaty University*, (4), 40–51. <https://doi.org/10.55956/DLNA2815>
- Hayyi Akrom, A., & Hasanil Asy, M. (2024). The Effects of Cognitive Flexibility on Teacher's Readiness To Implement the Merdeka Curriculum. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 14(1), 55–63. <https://doi.org/10.18952/aladzkapgmi.v12i1.5172>
- Kuo, B.-C., Doody, C., Bardone, E., Tao, F., Chang, Y., Jang, H., So, H.-J., Masiello, I., Ming, J., Wong, S., Toennsen, K.-C., Li, K. C., Cameron, L., Lee, L.-S., Pedaste, M., Kim, M., Thi, N., Vy, P., Busharian, O., ... Mohseni,). (2023). Trends and Issues of Promoting Digital Learning in High-Digital-Competitiveness Countries: Country Reports and International Comparison (Vol. 413415).
- Mastiah, Mardiana, Paee, R., Astuti, T. M. P., & Akip, M. (2026). Cultural and digital literacy in rural indonesian elementary schools: a case study from Melawi. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 15(1), 69–83. <https://doi.org/10.33578/jpfkip.v15i1.69-83>
- Mohammed, S., & Aqeel, O. (2026). Enhancing PISA Performance through Adapted Educational Practices: A Comparative Case Study of Finland, Estonia, and Singapore. *Power System Technology*, 50(1).
- OECD. (2023). *Education at a Glance 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/e13bef63-en>
- Pranckūnienė, E., & Girdzijauskienė, R. (2023). Personalised And Deeper Learning Opportunities Using Learning Experience Platforms. 7734–7741. <https://doi.org/10.21125/inted.2023.2114>
- Pratama, S., Ashari, M., Annisa, S., Zulkarnain, B., & Sabrina, E. (2025). The Importance of Digital Literacy in the World of Education: Learning Transformation in the Digital Era Pentingnya Literasi Digital dalam Dunia Pendidikan: Transformasi Pembelajaran di Era Digital. In *JKIP: Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan* (Vol. 6, Number 2). <https://doi.org/https://doi.org/10.55583/jkip.v6i2.1388>
- Serika, M., & Mane, B. (2025). Teachers' Readiness and the Integration of Technology in Teaching. www.ijmcer.com
- Suarilah, I. (2026). *Pengantar Systematic Review dan Metaanalisis dengan Pendekatan PRISMA*. Airlangga University Press.
- Suarlin, Elpisah, & MY, N. (2026). Addressing Educational Inequality in Indonesia: Policy Challenges and Digital Solutions for Disadvantaged Regions. *Edelweiss: Journal of Current Innovation in Educational Research*, 3(3).
- Suzuki, K. (2021). Contribution of the Japan Society for Educational Technology toward a Super-Smart Society (Society 5.0). *Information and Technology in Education and Learning*, 1(1), 1.1.Inv.p001. <https://doi.org/10.12937/itel.1.1.Inv.p001>
- Yerunkar, R., Patil, J., Haque, Z., & Shaikh, M. A. (2026). Innovative pedagogies across the education spectrum: a comprehensive review of practices, systemic challenges, and health implications from early childhood to higher education. *Frontiers in Education*, 11. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1768781>
- Zhao, H., & Wang, Q. (2026). Use of AI in Singapore Education: Overview (pp. 1–17). https://doi.org/10.1007/978-981-96-3901-4_5-1