



PEMANFAATAN *INTERNET OF THINGS* (IOT) DALAM PENGEMBANGAN *SMART EDUCATION* PADA SEKOLAH MENENGAH DI INDONESIA

Amiroh Kamilah Namora Lubis¹, Sendi Senjaya Putra², Trivena Imanuela Siampa Rumbino³,
Ari Apriyansa⁴, Louren Vania Surbakti⁵

Institut Pemerintahan Dalam Negeri^{1,2,3,4}, Universitas Indonesia⁵

e-mail: amirohnamora@gmail.com

Diterima: 09/06/2026; Direvisi: 20/07/2026; Diterbitkan: 30/07/2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada meningkatnya kebutuhan transformasi digital pendidikan yang tidak hanya berfokus pada penggunaan perangkat teknologi, tetapi juga pada pembentukan ekosistem pembelajaran yang cerdas, adaptif, dan berbasis data. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana IoT dimanfaatkan dalam mendukung *smart education*, apa saja tantangan implementasinya, serta strategi apa yang dapat dilakukan agar penerapan IoT di sekolah menengah Indonesia berjalan efektif dan berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan menganalisis berbagai artikel ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan pada rentang tahun 2020–2026. Literatur dikaji berdasarkan relevansi topik, fokus penelitian, bentuk implementasi IoT, manfaat, tantangan, dan strategi pengembangan *smart education*. Hasil kajian menunjukkan bahwa IoT berperan dalam mendukung *smart classroom*, absensi otomatis, monitoring lingkungan kelas, keamanan sekolah, manajemen fasilitas, pembelajaran berbasis proyek, serta pengambilan keputusan berbasis data. Namun, penerapan IoT di Indonesia masih banyak berfokus pada aspek teknis dan operasional, seperti otomasi perangkat dan administrasi sekolah. Tantangan utama yang ditemukan meliputi keterbatasan infrastruktur internet, kesiapan guru, literasi digital, biaya perangkat, keamanan data, serta kesenjangan fasilitas antarwilayah. Oleh karena itu, pengembangan *smart education* berbasis IoT perlu dilakukan secara bertahap, adaptif, inklusif, dan berkelanjutan dengan memperhatikan integrasi antara teknologi, pedagogi, manajemen sekolah, dan kesiapan sumber daya manusia.

Kata kunci: Internet of Things, *smart education*, sekolah menengah, transformasi digital, *Systematic Literature Review*

ABSTRACT

This study aims to examine the utilization of the Internet of Things (IoT) in the development of *smart education* in secondary schools in Indonesia. The background of this study is based on the increasing need for digital transformation in education, which is not only focused on the use of technological devices but also on the development of an intelligent, adaptive, and data-driven learning ecosystem. The main problems addressed in this study are how IoT is utilized to support *smart education*, what challenges arise in its implementation, and what strategies can be applied to ensure effective and sustainable IoT implementation in Indonesian secondary schools. This study employed a *Systematic Literature Review* (SLR) method by analyzing various national and international scientific articles published between 2020 and 2026. The literature was reviewed based on topic relevance, research focus, forms of IoT implementation, benefits, challenges, and strategies for developing *smart education*. The findings indicate that IoT plays a role in supporting *smart classrooms*, automatic attendance systems, classroom environment monitoring, school security, facility management, project-based learning, and data-driven decision-making. However, IoT implementation in Indonesia is still largely focused on technical and operational aspects, such as device automation and school administration. The main challenges identified include limited internet infrastructure, teacher readiness, digital literacy, device costs, data security, and unequal facilities across regions. Therefore, the development of IoT-based *smart education* needs to be implemented gradually, adaptively, inclusively, and sustainably by considering the integration of technology, pedagogy, school management, and human resource readiness.

Keywords: Internet of Things, *smart education*, secondary school, digital transformation, *Systematic Literature Review*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan. Pendidikan saat ini tidak lagi hanya dipahami sebagai proses transfer pengetahuan di ruang kelas, tetapi juga sebagai sistem yang harus mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi, kebutuhan peserta didik, dan tuntutan keterampilan abad ke-21. Perubahan ini mendorong sekolah untuk mengembangkan pembelajaran yang lebih interaktif, fleksibel, adaptif, dan berbasis data. Dalam konteks tersebut, teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi juga menjadi bagian penting dalam membangun ekosistem pendidikan yang lebih cerdas dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik. Salah satu bentuk transformasi pendidikan yang berkembang saat ini adalah pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam pengembangan *smart education*. IoT merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat mengumpulkan, mengirim, menyimpan, dan mengolah data secara otomatis. Dalam dunia pendidikan, IoT dapat diterapkan melalui *smart classroom*, sistem absensi otomatis, pemantauan kondisi ruang kelas, laboratorium berbasis sensor, sistem keamanan sekolah, serta pengelolaan fasilitas pendidikan. Dengan adanya IoT, sekolah dapat memperoleh data secara *real-time* mengenai aktivitas pembelajaran, kehadiran siswa, kondisi lingkungan kelas, dan penggunaan fasilitas belajar. Data tersebut kemudian dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan pendidikan.

Konsep *smart education* tidak hanya berkaitan dengan penggunaan perangkat digital, tetapi juga mencakup perubahan cara sekolah mengelola pembelajaran. Sadjati (2017) menjelaskan bahwa *smart education* memiliki peran penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang mampu hidup dalam masyarakat yang semakin kompleks dan berorientasi pada teknologi. *Smart education* juga menuntut adanya perubahan paradigma pembelajaran dari yang semula berpusat pada penguasaan pengetahuan menuju pembelajaran yang menekankan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, pemanfaatan teknologi, dan pemecahan masalah. Dengan demikian, *smart education* perlu dipahami sebagai sistem pendidikan yang mengintegrasikan teknologi, manusia, lingkungan belajar, dan strategi pembelajaran secara menyeluruh. Dalam konteks Indonesia, pengembangan *smart education* menjadi semakin relevan karena teknologi telah menjadi bagian dari kehidupan sosial dan pendidikan masyarakat. Ramadhan et al. (2020) menyatakan bahwa *smart education* memiliki hubungan erat dengan pembangunan *smart city*, karena pendidikan menjadi salah satu unsur penting dalam membangun masyarakat yang adaptif terhadap perkembangan teknologi. Penerapan *smart education* dalam kerangka *smart city* menunjukkan bahwa pendidikan tidak dapat dipisahkan dari transformasi digital yang terjadi di berbagai sektor kehidupan. Oleh karena itu, sekolah menengah sebagai jenjang penting dalam pembentukan kompetensi peserta didik perlu mulai diarahkan pada sistem pembelajaran yang lebih cerdas, terhubung, dan berbasis teknologi.

Selain itu, peserta didik saat ini, terutama generasi yang tumbuh dalam lingkungan digital, memiliki karakteristik belajar yang berbeda dibandingkan generasi sebelumnya. Muallim (2026) menunjukkan bahwa literasi digital berbasis media interaktif dapat meningkatkan keterlibatan siswa, membantu visualisasi konsep, dan memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar, meskipun penerapannya masih menghadapi kendala infrastruktur dan kebutuhan pelatihan guru. Temuan tersebut memperkuat bahwa penggunaan teknologi dalam pendidikan tidak cukup hanya menyediakan perangkat, tetapi juga membutuhkan literasi digital, kesiapan guru, dan strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakter peserta didik. Pengembangan *smart education* juga tidak dapat dilepaskan dari gagasan *smart society* dan

smart city. Namun, penerapan IoT dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur internet, kesiapan guru, literasi digital peserta didik, ketersediaan perangkat, keamanan data, biaya implementasi, serta kesenjangan fasilitas antara sekolah di wilayah perkotaan dan daerah.

Pengembangan *smart education* juga tidak dapat dilepaskan dari gagasan *smart society* dan *smart city*. Apriansyah et al. (2024) membahas konsep *smart mobility* sebagai bagian dari pengembangan sistem kota cerdas yang terintegrasi. Meskipun fokus kajiannya berada pada mobilitas, gagasan integrasi sistem dalam *smart city* dapat menjadi landasan konseptual bahwa sektor pendidikan juga perlu dikembangkan secara terhubung, efisien, dan berbasis data. Dalam hal ini, *smart education* dapat diposisikan sebagai bagian dari ekosistem *smart city* yang berperan dalam menyiapkan sumber daya manusia yang mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi. Namun, penerapan IoT dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan infrastruktur internet, kesiapan guru, literasi digital peserta didik, ketersediaan perangkat, keamanan data, biaya implementasi, serta kesenjangan fasilitas antara sekolah di wilayah perkotaan dan daerah. Oleh karena itu, penerapan IoT tidak boleh hanya dipahami sebagai upaya modernisasi perangkat sekolah, tetapi harus diarahkan pada peningkatan kualitas pembelajaran dan manajemen pendidikan. Jika tidak dirancang secara tepat, IoT berisiko hanya menjadi simbol penggunaan teknologi tanpa memberikan perubahan nyata terhadap proses belajar siswa. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji secara sistematis pemanfaatan IoT dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia. Melalui metode *Systematic Literature Review* (SLR), penelitian ini berupaya mengidentifikasi bentuk pemanfaatan IoT, manfaat yang dihasilkan, tantangan implementasi, serta strategi pengembangan yang sesuai dengan konteks pendidikan menengah di Indonesia. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi guru, sekolah, peneliti, dan pembuat kebijakan dalam merancang penerapan IoT yang tidak hanya berorientasi pada teknologi, tetapi juga mendukung pembelajaran yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, menganalisis, dan menyintesis berbagai penelitian terdahulu yang relevan dengan pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia. Pendekatan SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran yang lebih sistematis mengenai perkembangan penelitian, bentuk implementasi, manfaat, tantangan, serta peluang pemanfaatan IoT dalam pendidikan. Dengan metode ini, penelitian tidak hanya mengumpulkan literatur, tetapi juga menelaah isi penelitian secara terstruktur agar dapat menghasilkan kesimpulan yang lebih komprehensif. Tahapan penelitian ini mengacu pada prinsip dasar SLR, yaitu perumusan pertanyaan penelitian, penentuan kriteria literatur, pencarian artikel, seleksi artikel, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Pertanyaan penelitian dalam kajian ini difokuskan pada beberapa aspek, yaitu: bagaimana bentuk pemanfaatan IoT dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah, apa saja manfaat yang dihasilkan dari penerapan IoT dalam pendidikan, apa saja tantangan implementasinya, serta bagaimana peluang pengembangan IoT untuk mendukung *smart education* di Indonesia.

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari artikel ilmiah, prosiding, dan laporan akademik yang relevan dengan topik IoT, *smart education*, *smart school*, dan pendidikan menengah. Literatur dikumpulkan melalui database ilmiah seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore*, *SpringerLink*, *ACM Digital Library*, dan sumber resmi lain yang relevan. Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian meliputi “Internet of Things in education”, “IoT in *smart education*”, “*smart education*”, “*smart school*”, “IoT-based learning”, “*smart classroom*”, “pendidikan berbasis IoT”, dan “sekolah pintar di Indonesia”. Penggunaan beberapa kata kunci dilakukan agar hasil pencarian lebih luas dan mampu menjangkau berbagai penelitian yang berkaitan dengan topik kajian. Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi artikel yang membahas pemanfaatan IoT dalam pendidikan, artikel yang berkaitan dengan *smart education* atau *smart school*, artikel yang relevan dengan konteks sekolah menengah, artikel yang diterbitkan dalam jurnal atau prosiding ilmiah, serta artikel yang dapat diakses secara lengkap. Selain itu, literatur yang digunakan diprioritaskan terbit dalam rentang tahun 2020–2025 agar sesuai dengan perkembangan terbaru teknologi pendidikan. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak membahas IoT dalam pendidikan, artikel yang hanya membahas teknologi digital secara umum tanpa keterkaitan dengan IoT, artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap, artikel duplikat, serta sumber yang tidak memiliki kejelasan identitas penulis, tahun terbit, atau penerbit.

Tahapan Seleksi Literatur (Alur PRISMA)

Proses seleksi literatur dilakukan melalui empat tahap yang mengacu pada alur PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), yaitu identifikasi, penghapusan duplikat, skrining judul dan abstrak, serta penilaian kelayakan teks penuh. Ringkasan jumlah artikel pada setiap tahap disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tahapan Seleksi Literatur

Tahap Seleksi	Jumlah Artikel
Identifikasi awal (pencarian pada Google Scholar, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink, ACM Digital Library dengan kata kunci yang ditentukan)	156
Setelah penghapusan duplikat antar-database	98
Skrining judul dan abstrak (kesesuaian topik dengan fokus penelitian)	41
Penilaian kelayakan teks penuh (full-text) berdasarkan kriteria inklusi/eksklusi	24
Artikel akhir yang disintesis dalam SLR (Tabel 1 + Tabel 2)	20 (10 + 10)

Dari 20 artikel yang lolos seleksi, seluruhnya digunakan sebagai unit analisis dalam penelitian ini dan ditampilkan secara lengkap pada Tabel 2 (10 artikel, berfokus pada bentuk pemanfaatan IoT) dan Tabel 3 (10 artikel, berfokus pada kesiapan, tantangan, dan strategi pengembangan). Dengan demikian, seluruh artikel yang dibahas dalam kajian ini merupakan keseluruhan korpus akhir SLR, bukan sekadar sampel dari korpus yang lebih besar.

Setelah proses seleksi dilakukan, artikel yang memenuhi kriteria inklusi kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan teknik analisis deskriptif-kualitatif. Data yang diperoleh dari berbagai artikel dianalisis dengan cara mengelompokkan temuan berdasarkan tema tertentu, seperti bentuk implementasi IoT, manfaat penggunaan IoT, tantangan penerapan IoT, serta peluang pengembangan *smart education* di sekolah menengah. Setiap artikel yang terpilih dikaji berdasarkan tujuan penelitian, metode yang digunakan, hasil utama, dan relevansinya dengan topik penelitian, kemudian disintesis untuk menemukan pola, persamaan, perbedaan, dan kecenderungan penelitian sebelumnya.

Verifikasi Seleksi dan Keandalan Antar-Penilai (*Inter-Rater Reliability*)

Untuk menjaga objektivitas proses seleksi, tahap skrining judul-abstrak dan penilaian kelayakan teks penuh dilakukan secara independen oleh dua anggota tim peneliti. Kedua reviewer melakukan penilaian secara terpisah terhadap setiap artikel berdasarkan kriteria inklusi/eksklusi yang telah ditetapkan. Perbedaan penilaian antara kedua reviewer didiskusikan bersama, dan apabila tidak tercapai kesepakatan, keputusan akhir diserahkan kepada penulis pertama sebagai reviewer ketiga (proses konsensus). Tingkat kesepakatan awal antar-reviewer (*inter-rater agreement*) pada tahap skrining judul-abstrak tercatat sebesar 87%, yang menunjukkan tingkat konsistensi proses seleksi. Mekanisme ini digunakan untuk meminimalkan bias subjektif satu reviewer dalam menentukan artikel yang layak dimasukkan ke dalam sintesis.

Untuk menjaga kualitas kajian, penelitian ini memperhatikan validitas sumber dengan memilih literatur dari jurnal, prosiding, dan laporan resmi yang memiliki kredibilitas akademik. Selain itu, proses seleksi dilakukan secara bertahap agar artikel yang digunakan benar-benar relevan dengan fokus penelitian. Dengan demikian, hasil SLR ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai pemanfaatan Internet of Things dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia, sekaligus menjadi dasar bagi penelitian dan pengembangan pendidikan berbasis teknologi di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil kajian literatur, pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam pengembangan *smart education* menunjukkan bahwa teknologi ini tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat bantu digital, tetapi mulai menjadi bagian penting dalam pembentukan ekosistem pendidikan yang lebih cerdas, terhubung, dan berbasis data. Hasil kajian dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa IoT banyak dimanfaatkan dalam bentuk *smart classroom*, sistem absensi otomatis, monitoring lingkungan kelas, laboratorium berbasis sensor, sistem keamanan sekolah, serta pengelolaan fasilitas pendidikan, yang memberikan peluang bagi sekolah untuk memperoleh data secara *real-time* sebagai dasar pengambilan keputusan pendidikan.

Tabel 2. Tabulasi Hasil Kajian Literatur tentang IoT dalam *Smart Education*

No.	Penulis & Tahun	Jenis Rujukan	Fokus Kajian	Temuan Utama	Analisis Kritis
1	Kassab et al. (2020)	Internasional	SLR IoT dalam pendidikan	IoT memberi manfaat dalam pembelajaran, monitoring, administrasi, dan interaksi pendidikan, tetapi menghadapi tantangan biaya, keamanan, dan kesiapan sistem.	IoT tidak cukup diposisikan sebagai perangkat bantu, tetapi perlu masuk ke desain pembelajaran dan tata kelola sekolah.
2	Zeeshan et al. (2022)	Internasional	IoT untuk <i>sustainable</i>	IoT mendukung pendidikan cerdas	<i>Smart education</i> perlu dilihat

No.	Penulis & Tahun	Jenis Rujukan	Fokus Kajian	Temuan Utama	Analisis Kritis
			<i>smart education</i>	berkelanjutan melalui konektivitas, efisiensi sumber daya, dan lingkungan belajar berbasis data.	sebagai sistem berkelanjutan, bukan sekadar penggunaan alat digital sesaat.
3	Terzieva et al. (2022)	Internasional	Peran IoT dalam <i>smart school</i> dan <i>smart education</i>	IoT dapat menciptakan lingkungan pendidikan yang lebih efisien, optimal, dan responsif terhadap kebutuhan pembelajaran.	IoT memperkuat hubungan ruang fisik sekolah dan sistem digital, tetapi tetap membutuhkan kesiapan pedagogis.
4	Badshah et al. (2024)	Internasional	Survei IoT menuju <i>smart education</i>	IoT bersama AI, <i>cloud</i> , dan teknologi cerdas lain dapat mendukung <i>smart classroom</i> , <i>smart pedagogy</i> , <i>smart assessment</i> , dan <i>smart administration</i> .	Transformasi pendidikan berbasis IoT harus menyentuh pedagogi, penilaian, dan manajemen, bukan hanya infrastruktur.
5	Yang et al. (2025)	Internasional	Teknologi cerdas dalam <i>smart education</i>	<i>Smart education</i> dibangun melalui teknologi cerdas, pedagogi cerdas, lingkungan belajar cerdas, pembelajaran cerdas, dan peserta didik cerdas.	IoT efektif jika menjadi bagian dari ekosistem pembelajaran cerdas yang terintegrasi dengan strategi guru dan kebutuhan siswa.
6	Efendi et al. (2021)	Nasional	RFID IoT untuk <i>smart school</i>	Penerapan RFID berbasis IoT mendukung sistem kehadiran dan penguatan konsep <i>smart school</i> di SMK.	Implementasi IoT di Indonesia masih banyak dimulai dari aspek administratif, bukan langsung

No.	Penulis & Tahun	Jenis Rujukan	Fokus Kajian	Temuan Utama	Analisis Kritis
7	Pramudita & Setyawan (2022)	Nasional	<i>Smart class</i> berbasis IoT	Sistem <i>smart class</i> berbasis Blynk digunakan untuk mengontrol dan memonitor perangkat elektronik di kelas.	pada pembelajaran. IoT mampu meningkatkan efisiensi ruang kelas, tetapi dampak pedagogisnya perlu dikaji lebih lanjut.
8	Khoir (2024)	Nasional	Integrasi IoT dan AI dalam <i>smart classroom</i>	Integrasi IoT dan AI dapat meningkatkan interaktivitas, personalisasi, dan evaluasi pembelajaran.	IoT mulai bergeser dari fungsi kontrol perangkat menuju dukungan pembelajaran yang lebih terukur.
9	Rochintaniawati et al. (2024)	Nasional	Tren IoT dalam pendidikan IPA	IoT berdampak terhadap peningkatan kualitas pendidikan IPA dan mendukung capaian SDGs.	IoT relevan untuk pembelajaran sains karena memungkinkan siswa mengamati data nyata secara langsung.
10	Sari et al. (2025)	Nasional	Sistem <i>smart class</i> berbasis IoT	<i>Smart class</i> berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi absensi dan keamanan lingkungan belajar.	Pengembangan IoT di sekolah Indonesia masih kuat pada aspek otomasi, sehingga perlu diarahkan pada integrasi pedagogis.

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia tidak dapat hanya dilihat dari keberadaan perangkat teknologi di sekolah. IoT memang dapat menghadirkan sistem sekolah yang lebih modern, seperti absensi otomatis, kontrol perangkat kelas, pemantauan keamanan, pengelolaan energi, dan sistem pembelajaran berbasis data. Namun, keberhasilan penerapannya sangat bergantung pada kesiapan sekolah sebagai sebuah ekosistem. Artinya, sekolah tidak hanya membutuhkan perangkat IoT, tetapi juga infrastruktur yang stabil, guru yang kompeten, kebijakan yang jelas, pembiayaan yang berkelanjutan, serta perlindungan data peserta didik. Hasil kajian

menunjukkan bahwa tantangan implementasi IoT dalam pendidikan berkaitan dengan beberapa aspek utama. Pertama, aspek infrastruktur, seperti ketersediaan internet, jaringan listrik, perangkat sensor, server, dan sistem penyimpanan data. Kedua, aspek sumber daya manusia, terutama kemampuan guru dan tenaga kependidikan dalam mengoperasikan perangkat serta memanfaatkan data untuk kepentingan pembelajaran. Ketiga, aspek keamanan dan privasi data, karena IoT bekerja dengan cara mengumpulkan, mengirim, dan menyimpan data pengguna. Keempat, aspek keberlanjutan, yaitu kemampuan sekolah dalam merawat perangkat, memperbarui sistem, dan memastikan teknologi tetap digunakan secara produktif.

Tabel 3. Tabulasi Kesiapan, Tantangan, dan Strategi Pengembangan IoT dalam *Smart Education*

No.	Penulis & Tahun	Jenis Rujukan	Fokus Kajian	Temuan Utama	Analisis Kritis
1	Dake et al. (2023)	Internasional	Aplikasi IoT dalam pendidikan dan tantangan implementasi	Tantangan IoT meliputi keamanan, privasi, konektivitas internet, biaya perangkat, kompatibilitas, kebijakan institusi, skalabilitas, dan etika.	IoT tidak cukup diterapkan sebagai proyek teknologi, tetapi harus didukung kesiapan sistem, kebijakan, dan tata kelola data.
2	Canbaz et al. (2021)	Internasional	Keamanan dan privasi IoT di institusi pendidikan	Penggunaan IoT dalam lembaga pendidikan memunculkan persoalan privasi dan keamanan yang perlu dipahami oleh pengguna.	Sekolah perlu memiliki literasi keamanan digital agar data siswa tidak hanya dikumpulkan, tetapi juga dilindungi.
3	Ibrahim & Kenwright (2022)	Internasional	<i>Smart education</i> dan perubahan budaya belajar berbasis IoT	IoT mengubah lanskap pendidikan melalui <i>smart devices</i> , <i>data management</i> , dan pembelajaran adaptif.	Tantangan utama bukan hanya penggunaan alat, tetapi perubahan budaya belajar dan kesiapan guru membaca data.
4	Bashir et al. (2025)	Internasional	IoT dalam sektor pendidikan	IoT mendorong pengalaman belajar yang lebih interaktif, efisien, personal, dan terhubung.	Potensi personalisasi hanya akan berjalan jika sekolah mampu mengintegrasikan

No.	Penulis & Tahun	Jenis Rujukan	Fokus Kajian	Temuan Utama	Analisis Kritis
					IoT dengan strategi pembelajaran.
5	Neelakantan et al. (2025)	Internasional	AIoT untuk <i>smart education</i>	AIoT dapat mendukung absensi aman, personalisasi pembelajaran, evaluasi otomatis, dan pengelolaan lingkungan kelas.	Integrasi IoT dan AI menjanjikan pembelajaran adaptif, tetapi juga menuntut kesiapan etika, data, dan infrastruktur.
6	Hidayanti & Safuan (2025)	Nasional	<i>Smart school</i> sebagai transformasi digital sekolah swasta Indonesia	<i>Smart school</i> mengintegrasikan pembelajaran, fasilitas, infrastruktur, dan layanan sekolah secara digital.	Transformasi digital sekolah perlu bergerak dari sekadar sistem administrasi menuju ekosistem pendidikan yang adaptif.
7	Parisman et al. (2025)	Nasional	Peran komputer dan IoT dalam <i>smart classroom</i>	Komputer dan IoT dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, efisiensi manajemen kelas, dan interaksi guru-siswa.	Tantangan utama masih terletak pada kesiapan infrastruktur digital dan kompetensi guru.
8	Rahman & Fatoni (2026)	Nasional	Sistem bel sekolah otomatis berbasis IoT	IoT dapat mendukung konsep <i>smart school</i> melalui otomasi jadwal dan sistem bel sekolah.	Penerapan IoT masih dominan pada otomasi operasional, sehingga perlu diperluas ke pembelajaran berbasis data.
9	Arpan & Yusup (2025)	Nasional	Pelatihan dan implementasi absensi sekolah berbasis RFID IoT	Pelatihan IoT membantu pendidik dan staf sekolah memahami penggunaan	Kesiapan SDM menjadi kunci karena perangkat tidak akan efektif tanpa pelatihan

No.	Penulis & Tahun	Jenis Rujukan	Fokus Kajian	Temuan Utama	Analisis Kritis
10	Mushofa (2025)	Nasional	Pemanfaatan IoT untuk pendidikan digital	teknologi absensi secara praktis. IoT diterapkan dalam <i>smart classroom</i> , absensi otomatis, manajemen energi, dan keamanan berbasis sensor.	dan pendampingan. Implementasi IoT perlu disertai kebijakan etika, keamanan data, dan kesiapan infrastruktur agar berkelanjutan.

Dalam konteks Indonesia, tantangan tersebut menjadi semakin penting karena kondisi sekolah menengah tidak seragam. Sekolah di wilayah perkotaan cenderung memiliki akses teknologi yang lebih baik dibandingkan sekolah di daerah.

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2, kajian internasional cenderung memosisikan IoT sebagai bagian dari ekosistem *smart education* yang lebih luas mencakup *smart pedagogy*, *smart assessment*, dan *smart administration* (Kassab et al., 2020; Badshah et al., 2024; Yang et al., 2025). Sebaliknya, kajian nasional (Efendi et al., 2021; Pramudita & Setyawan, 2022; Khoir, 2024; Rochintaniawati et al., 2024; Sari et al., 2025) masih dominan pada level teknis-operasional seperti absensi, kontrol perangkat, dan keamanan kelas. Kesenjangan ini dapat dipahami karena sebagian besar sekolah di Indonesia masih berada pada tahap awal digitalisasi, sehingga IoT lebih mudah dimulai dari kebutuhan praktis sebelum bergerak ke fungsi pedagogis yang lebih kompleks. Namun, secara kritis, sebagaimana ditunjukkan pada kolom analisis kritis di Tabel 2, sebagian besar kajian baik nasional maupun internasional masih berupa studi kasus tunggal, prototipe skala kecil, atau kajian konseptual tanpa pengujian empiris yang kuat, sehingga klaim manfaat IoT terhadap pembelajaran umumnya belum didukung bukti dampak jangka panjang yang terukur.

Transformasi dari sekadar digitalisasi menuju *smart education* menuntut perubahan cara pandang: sekolah tidak cukup memasang sensor, RFID, atau kamera, tetapi harus mampu memanfaatkan data yang dihasilkan untuk mendukung pembelajaran — misalnya data kehadiran untuk membaca pola kedisiplinan dan keterlibatan siswa, atau data kondisi kelas untuk kenyamanan belajar. Pada level teknis, IoT membantu otomasi dan monitoring; pada level pedagogis, IoT mendukung pembelajaran berbasis proyek, eksperimen, dan STEM; dan pada level manajerial, IoT mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam mengelola kehadiran, keamanan, dan fasilitas. Ketiga level ini perlu berjalan seimbang, karena keberhasilan IoT tidak dapat diukur hanya dari banyaknya perangkat yang terpasang, melainkan dari sejauh mana teknologi tersebut memperkuat peran guru, keterlibatan siswa, dan kualitas pembelajaran.

Secara kebijakan, transformasi ini juga relevan dengan agenda pendidikan nasional. Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran berdiferensiasi dan pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) yang sejalan dengan potensi IoT dalam menyediakan data *real-time* mengenai aktivitas dan capaian siswa sebagai dasar diferensiasi pembelajaran. Selain itu, agenda digitalisasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui program Merdeka Belajar dan penguatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di satuan

pendidikan turut membuka ruang bagi integrasi IoT sebagai infrastruktur pendukung. Pada jenjang yang lebih hilir, arah kebijakan transformasi digital PAUD-Dikdasmen juga menegaskan pentingnya penguatan platform digital dan data pendidikan sejak jenjang dasar, yang jika diperluas ke sekolah menengah dapat menjadi payung kebijakan bagi penerapan *smart education* berbasis IoT secara lebih terstruktur dan berkelanjutan, bukan sekadar inisiatif teknis di tingkat sekolah masing-masing.

Dengan demikian, transformasi *smart education* berbasis IoT pada sekolah menengah Indonesia perlu dipahami sebagai proses perubahan sistemik yang melibatkan perangkat teknologi, kesiapan guru, partisipasi siswa, manajemen sekolah, dan tidak kalah penting keselarasan dengan kebijakan pendidikan nasional yang sedang berjalan.

Ketimpangan ini dapat membuat penerapan IoT berisiko hanya berkembang pada sekolah yang sudah siap secara fasilitas, sementara sekolah dengan keterbatasan infrastruktur akan semakin tertinggal. Oleh karena itu, strategi pengembangan IoT di sekolah menengah perlu dilakukan secara bertahap dan kontekstual. IoT tidak boleh hanya menjadi simbol modernisasi sekolah, tetapi harus benar-benar memberikan dampak terhadap kualitas pembelajaran dan manajemen pendidikan.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa kesiapan implementasi IoT dalam *smart education* tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga mencakup aspek manusia, kebijakan, keamanan, dan keberlanjutan. Literatur internasional cenderung menekankan bahwa tantangan utama IoT dalam pendidikan berada pada keamanan data, privasi, konektivitas jaringan, biaya perangkat, kompatibilitas sistem, dan etika penggunaan teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa IoT tidak boleh dipahami hanya sebagai perangkat canggih, karena setiap perangkat yang terhubung dengan internet memiliki risiko terhadap data dan sistem sekolah. Sementara itu, literatur nasional menunjukkan bahwa penerapan IoT di Indonesia masih banyak bergerak pada level operasional, seperti *smart classroom*, absensi otomatis, sistem bel sekolah otomatis, pengelolaan fasilitas, dan keamanan ruang kelas. Temuan ini menunjukkan bahwa sekolah di Indonesia mulai mengarah pada digitalisasi berbasis IoT, tetapi belum sepenuhnya sampai pada tahap *smart education* yang berbasis analisis data dan pembelajaran adaptif. Dengan kata lain, sekolah sudah mulai menggunakan teknologi, tetapi pemanfaatannya masih perlu diarahkan agar berdampak langsung pada kualitas pembelajaran.

Secara kritis, kondisi tersebut menunjukkan adanya jarak antara potensi IoT dan kesiapan sekolah. Pada satu sisi, IoT mampu membantu sekolah menciptakan sistem yang lebih efisien, cepat, dan terhubung. Namun, pada sisi lain, teknologi ini dapat gagal memberikan dampak apabila sekolah hanya berfokus pada pengadaan perangkat tanpa menyiapkan guru, infrastruktur, kebijakan data, dan sistem perawatan. Misalnya, absensi berbasis RFID atau sensor kelas memang dapat mempercepat administrasi, tetapi manfaatnya akan terbatas jika data tersebut tidak digunakan untuk membaca pola kehadiran, kedisiplinan, atau keterlibatan siswa. Kesiapan guru menjadi salah satu faktor paling penting. Dalam konteks *smart education*, guru tidak cukup hanya mampu menggunakan perangkat IoT. Guru juga perlu memahami bagaimana data yang dihasilkan perangkat dapat digunakan untuk memperbaiki pembelajaran. Misalnya, data kehadiran dapat digunakan untuk melihat konsistensi belajar siswa, data kondisi kelas dapat digunakan untuk menciptakan ruang belajar yang nyaman, dan data penggunaan perangkat dapat membantu guru memahami aktivitas siswa. Jika guru tidak memiliki kemampuan literasi digital dan analisis data, IoT hanya akan menjadi alat administratif, bukan alat pedagogis.

Selain itu, aspek keamanan dan privasi data perlu menjadi perhatian serius. IoT bekerja dengan mengumpulkan data dari perangkat yang terhubung. Dalam lingkungan sekolah, data

tersebut dapat berkaitan dengan kehadiran siswa, aktivitas belajar, lokasi, identitas, dan pola penggunaan perangkat. Oleh karena itu, sekolah harus memiliki kebijakan yang jelas mengenai penyimpanan, akses, penggunaan, dan perlindungan data. Tanpa kebijakan tersebut, IoT dapat menimbulkan risiko baru, seperti kebocoran data, penyalahgunaan informasi, atau pengawasan yang berlebihan terhadap siswa. Strategi pengembangan IoT di sekolah menengah Indonesia perlu dilakukan secara bertahap. Tahap awal dapat dimulai dari kebutuhan dasar, seperti absensi, keamanan, pengelolaan fasilitas, dan monitoring lingkungan kelas. Setelah itu, sekolah dapat mengembangkan pemanfaatan IoT ke tahap pedagogis, misalnya untuk pembelajaran berbasis proyek, eksperimen sains, pembelajaran STEM, dan analisis aktivitas belajar. Tahap berikutnya adalah integrasi IoT dengan sistem manajemen sekolah dan analitik pembelajaran agar data yang terkumpul dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Dengan demikian, keberhasilan IoT dalam *smart education* tidak dapat diukur hanya dari banyaknya perangkat yang dipasang di sekolah. Keberhasilan tersebut harus dilihat dari sejauh mana teknologi mampu mendukung pembelajaran, memperkuat peran guru, meningkatkan keterlibatan siswa, menjaga keamanan data, dan membantu sekolah membuat keputusan yang lebih tepat. Oleh karena itu, pengembangan IoT pada sekolah menengah di Indonesia perlu diarahkan pada model yang adaptif, inklusif, aman, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian *Systematic Literature Review* terhadap 20 artikel, pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam pengembangan *smart education* pada sekolah menengah di Indonesia menunjukkan potensi besar untuk mendorong transformasi pendidikan dari sekadar digitalisasi menuju ekosistem pembelajaran cerdas. Literatur internasional cenderung memandang IoT sebagai bagian dari sistem *smart education* yang lebih luas mencakup *smart pedagogy*, *smart assessment*, dan *smart administration* sementara literatur nasional menunjukkan bahwa penerapan IoT di sekolah Indonesia masih berfokus pada aspek teknis-operasional seperti absensi berbasis RFID, kontrol perangkat kelas, dan sistem keamanan. Kondisi ini menegaskan bahwa implementasi IoT di Indonesia masih berada pada tahap awal dan perlu diarahkan lebih jauh ke ranah pedagogis agar sekolah tidak hanya otomatis secara teknologi, tetapi juga cerdas secara pedagogis.

Tantangan utama penerapan IoT meliputi keterbatasan infrastruktur internet, kesiapan guru, literasi digital, biaya pengadaan dan perawatan perangkat, keamanan data peserta didik, serta kesenjangan fasilitas antarwilayah. Oleh karena itu, keberhasilan IoT dalam *smart education* tidak dapat diukur dari banyaknya perangkat yang digunakan, melainkan dari sejauh mana teknologi tersebut meningkatkan kualitas pembelajaran, memperkuat peran guru, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Strategi pengembangan yang disarankan bersifat bertahap: dimulai dari kebutuhan dasar (absensi, keamanan, monitoring fasilitas), kemudian diperluas ke pembelajaran berbasis proyek dan STEM, dan akhirnya diintegrasikan dengan sistem manajemen sekolah serta kebijakan pendidikan nasional seperti Kurikulum Merdeka dan agenda digitalisasi Kemendikbudristek.

Penelitian ini memiliki keterbatasan sebagai kajian literatur yang bersifat deskriptif-kualitatif tanpa pengujian empiris langsung di lapangan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) melakukan studi empiris atau studi kasus multi-sekolah untuk menguji dampak IoT terhadap hasil belajar secara terukur; (2) mengembangkan kerangka evaluasi kesiapan (*readiness framework*) IoT yang spesifik untuk konteks sekolah menengah Indonesia, termasuk sekolah di wilayah 3T (tertinggal, terdepan, terluar); dan (3) mengkaji lebih dalam keterkaitan antara implementasi IoT dengan kebijakan Kurikulum Merdeka dan agenda

transformasi digital Kemendikbudristek, termasuk aspek tata kelola dan perlindungan data peserta didik. Dengan arah penelitian tersebut, pemanfaatan IoT dalam *smart education* diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih konkret dan berkelanjutan bagi peningkatan kualitas pendidikan menengah di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah, A., Nora, V. A., & Saufi, A. (2024). Smart mobility concept for determining an integrated transportation network in Jakarta. *2024 International Conference on ICT for Smart Society*. <https://doi.org/10.1109/ICISS62896.2024.10751138>
- Arpan, & Yusup, M. (2025). Pelatihan dan implementasi sistem absensi sekolah berbasis IoT dengan teknologi RFID di SMK Putra Anda Binjai. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS)*, 4(1), 249–255. <https://doi.org/10.62712/juribmas.v4i1.541>
- Badshah, A., Ghani, A., Daud, A., Jalal, A., Bilal, M., & Crowcroft, J. (2024). Towards smart education through Internet of Things: A survey. *ACM Computing Surveys*, 56(2), 1–33. <https://doi.org/10.1145/3610401>
- Bashir, B., et al. (2025). *Internet of Things (IoT) in educational sector*. CSEDU 2025: Computer Supported Education.
- Canbaz, M. A., et al. (2021). *IoT privacy and security in teaching institutions: Inside the classroom and beyond*. ASEE Annual Conference & Exposition.
- Dake, D. K., Bada, J. K., & Dadzie, K. Q. (2023). Internet of Things (IoT) applications in education: Benefits and implementation challenges in Ghanaian tertiary institutions. *Journal of Information Technology Education: Research*, 22, 311–338. <https://doi.org/10.28945/5183>
- Efendi, Y., Imardi, S., Muzawi, R., & Syaifullah, M. (2021). Application of RFID Internet of Things for school empowerment towards smart school. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat Indonesia*, 1(2), 67–77. <https://doi.org/10.59247/jppmi.v1i2.7>
- Hasan, D. (2025). IoT-based smart education: A systematic review of the literature. *Journal of Information Systems and Informatics Technology*. 2(1). 1-16 <https://doi.org/10.61971/jisit.v2i1.10>
- Hidayanti, L., & Safuan. (2025). Smart school sebagai solusi transformasi digital pendidikan: Studi kasus implementasi di sekolah swasta Indonesia. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(8), 4080–4089. <https://doi.org/10.59141/japendi.v6i8.8561>
- Ibrahim, I. S., & Kenwright, B. (2022). *Smart education: Higher education instruction and the Internet of Things (IoT)*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2207.02585>
- Kassab, M., DeFranco, J., & Laplante, P. (2020). A systematic literature review on Internet of Things in education: Benefits and challenges. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(2), 115–127. <https://doi.org/10.1111/jcal.12383>
- Khoir, Q. (2024). *Smart classrooms: Mengintegrasikan IoT dan AI untuk pembelajaran yang lebih interaktif dan terukur*. *Andragogi: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.31538/adrg.v4i1.1301>
- Muallim, M. (2026). Literasi digital berbasis media interaktif untuk meningkatkan hasil belajar siswa generasi alpha di SDN 46 Songing. *Journal of Smart Education and Learning*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.53088/jsel.v3i1.2764>



- Mushofa, M. (2025). Pemanfaatan teknologi IoT untuk mendukung pendidikan digital. *SIBATIK Journal*, 4(6), 899-918. <https://publish.ojs-indonesia.com/index.php/SIBATIK/article/view/2832>
- Neelakantan, A., Satpute, P., Shinde, P., & Devang, T. M. (2025). *AIoT based smart education system: A dual layer authentication and context-aware tutoring framework for learning environments*. arXiv:2510.26999. <https://arxiv.org/abs/2510.26999>
- Pahlevi, M. R., Kusriani, K., & Hidayat, T. (2023). Comparison of LSTM and GRU models for forex prediction. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, 8(4), 2254–2263. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i4.12709>
- Parisman, R., Hilmy, A. U., & Amanda, R. N. (2025). Peran komputer dan Internet of Things (IoT) dalam pengembangan smart classroom di era pendidikan digital. *NETWORK: Jurnal Teknologi Informasi, Komunikasi dan Komputer Sains*, 1(2), 66–72. <https://jurnalp4i.com/index.php/network/article/view/8444>
- Pramudita, R., & Setyawan, K. (2022). Sistem smart class berbasis Internet of Things dengan menggunakan metode prototype. *SMARTICS Journal*, 8(1), 28–34. <https://doi.org/10.21067/smartics.v8i1.7209>
- Prasetya, L. A. (2025). Implementation of Internet of Things (IoT) in education. *Journal of Education and Computer Applications*, 2(1), 1–45. <https://doi.org/10.69693/jeca.v2i1.19>
- Rahman, D. F., & Fatoni. (2026). Penerapan IoT dalam mendukung konsep smart school melalui sistem bel sekolah otomatis. *Betrik*, 17(1), 51-61. <https://ejournal.pppmitpa.or.id/index.php/betrik/article/view/362>
- Ramadhan, M. R., Purnomo, E. P., & Kasiwi, A. N. (2020). Analisis penerapan smart education dalam pembangunan smart city di Indonesia. *Jurnal Pemerintahan dan Politik*, 5(1), 38-40. <https://doi.org/10.36982/jpg.v5i1.1028>
- Rochintaniawati, D., Susilawati, A., Kustiawan, I., Hasanah, L., Irawan, D., Juhandia, A., & Putri, S. D. (2024). Tren penelitian dan dampak adanya Internet of Things terhadap peningkatan kualitas pendidikan IPA dalam upaya melaksanakan Sustainable Development Goals (SDGs): Analisis bibliometrik. *Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 16(2), 109–115. <https://doi.org/10.55215/pedagogia.v16i2.20>
- Sadjati, I. M. (2017). *Smart education dan smart city*. Universitas Terbuka. <https://repository.ut.ac.id/7070/1/UTFMIPA2017-01-ida.pdf>
- Sari, I. P., Apdilah, D., & Guntur, S. (2025). Sistem smart class berbasis Internet of Things (IoT). *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 4(1), 33–39. <https://doi.org/10.56211/sudo.v4i1.778>
- Terzieva, V., Ilchev, S., & Todorova, K. (2022). The role of Internet of Things in smart education. *IFAC-PapersOnLine*, 55(11), 108–113. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.08.057>
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* UNESCO.
- Yang, J., Shi, G., Zhu, W., & Sun, Y. (2025). Intelligent technologies in smart education: A comprehensive review of transformative pillars and their impact on teaching and learning methods. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 1239. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05444-0>
- Zeeshan, K., Hämäläinen, T., & Neittaanmäki, P. (2022). Internet of Things for sustainable smart education: An overview. *Sustainability*, 14(7), 4293. <https://doi.org/10.3390/su14074293>