MIFORTEKH (Jurnal Manajemen Informatika & Teknologi)
p-ISSN : 2808-7550 (print) e-ISSN : 2798-0235 (online)
Vol. 6, No. 2, Oktober 2026
https://journal.stiestekom.ac.id/index.php/mifortekh

Tren Pengembangan Sistem Informasi Pembayaran SPP Berbasis Digital Pada Institusi Pendidikan: Systematic Literature Review Tahun 2020-2026

Salsabila Dwi Hasna[1], Dendy Kurniawan[2]
[1]Program Studi Teknologi Komputer, Universitas Sains dan Teknologi Komputer
[2]Program Studi Teknologi Komputer, Universitas Sains dan Teknologi Komputer

Email author: salsabiladwihasna210@gmail.com[1], dendy@stekom.ac.id[2]

Article Info

Article history:

Received September 23, 2026
Revised October 13, 2026
Accepted October 19, 2026

Keywords:

Digital Payments,
Payment Gateway,
Tuition Fee Information System,
Literature Review,
Waterfall.

ABSTRACT

Digital transformation within educational institutions has accelerated the development of web- and mobile-based information systems for tuition fee (SPP) payments. However, the existing scientific literature remains fragmented, characterized by a wide variety of technical approaches, necessitating a systematic mapping. This study presents a Systematic Literature Review (SLR) to map trends in the development of digital tuition payment information systems in educational institutions from 2020 to 2026. The review follows Kitchenham's guidelines and the PRISMA 2020 protocol. Out of 342 articles identified across databases—including Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, Garuda, and Sinta—38 key articles met the inclusion and quality evaluation criteria. The synthesis reveals that the Waterfall development methodology remains dominant (52.6%), followed by Agile/Scrum and RAD approaches (47.4%). Modern system architectures rely heavily on MVC frameworks (such as Laravel and CodeIgniter) integrated with automated payment gateways (e.g., Midtrans, Xendit) and QRIS via Webhook/Callback mechanisms, which have been shown to increase transaction verification success rates to over 98.5%. Software quality evaluation has shifted from simple black-box functional testing toward comprehensive assessments based on the System Usability Scale (SUS), the Technology Acceptance Model (TAM), and the ISO/IEC 25010 standard. Future trends point toward the adoption of AI-driven predictive analytics for cash receipt estimation, as well as microservices-based architectures. Consequently, this study provides a structured landscape of the research, while identifying existing gaps and future development directions for digital tuition payment systems.

Corresponding Author:
Salsabila Dwi Hasna
Universitas Sains dan Teknologi Komputer
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Email: salsabiladwihasna210@gmail.com

OPEN ACCESS

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mendorong perubahan mendasar pada berbagai sektor kehidupan masyarakat, tidak terkecuali ekosistem pendidikan. Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) kini tidak lagi terbatas pada proses belajar-mengajar, tetapi telah merambah secara mendalam ke dalam tata kelola keuangan institusi, khususnya pengelolaan Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) (Wibowo & Kartika, 2025). Sistem informasi pembayaran SPP digital hadir sebagai solusi strategis untuk mengatasi akumulasi pencatatan manual yang rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*) hingga 15%–20%, risiko kehilangan dokumen fisik, serta potensi kecurangan (*fraud*) yang dapat dieliminasi hingga mendekati 0% (Lestari & Putra, 2024).

Akselerasi adopsi sistem informasi pembayaran digital di Indonesia didorong kuat oleh peningkatan ketersediaan infrastruktur jaringan. Berdasarkan laporan Survei Penetrasi Internet Indonesia oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) tahun 2026, pengguna internet tercatat menembus 235,26 juta jiwa (penetrasi 81,72% dari total populasi) (APJII, 2026). Lonjakan yang tumbuh konsisten dari tahun-tahun sebelumnya ini mengindikasikan kesiapan struktur sosial dan kultural masyarakat dalam memanfaatkan *platform* digital untuk pemenuhan layanan administrasi pendidikan (Putri & Siregar, 2025).

Pemanfaatan sistem digital ini memberikan manfaat ganda (*dual benefits*) yang sangat bergantung pada integrasi teknologi *payment gateway* seperti Midtrans atau Xendit. Teknologi ini memproses pembayaran secara otomatis dan aman menggunakan *Webhook* atau *Callback API* (Hidayat & Kurniawan, 2025). Bagi institusi, sistem ini mempercepat rekonsiliasi kas menjadi *real-time*, mengurangi beban kerja staf hingga 60%, dan menyediakan *dashboard* pemantauan (Hidayat & Kurniawan, 2025). Bagi orang tua siswa, pembayaran dieksekusi 24/7 tanpa perlu mengantre melalui *Virtual Account* (VA) untuk identifikasi tagihan unik, dompet digital, maupun *Quick Response Code Indonesian Standard* (QRIS) untuk interoperabilitas pembayaran (Fauzi et al., 2024; Firmansyah & Setiawan, 2024).

Dalam mengukur keberhasilan implementasi teknologi tersebut, pengujian tidak hanya bertumpu pada fungsionalitas murni. Standar internasional ISO/IEC 25010 kerap dijadikan acuan untuk mengevaluasi fungsionalitas, keamanan, dan efisiensi performa perangkat lunak (Nugraha & Santoso, 2024). Sementara dari perspektif pengalaman pengguna akhir, instrumen *System Usability Scale* (SUS) dan *Technology Acceptance Model* (TAM) diandalkan untuk mengukur tingkat kemudahan operasional (*usability*) dan persepsi kebermanfaatan sistem yang diadopsi (Azzahra & Wijaya, 2024; Handayani & Saputra, 2024).

Meskipun publikasi mengenai riset rekayasa aplikasi SPP dan evaluasinya meningkat pesat pada rentang 2020–2026, literatur ilmiah yang tersedia masih terfragmentasi dengan pendekatan yang beragam. Belum terdapat kajian pemetaan sistematis yang secara rinci menyintesis tren evaluasi teknologi, arsitektur perangkat lunak, maupun standar pengujian. Kesenjangan literatur (*research gap*) inilah yang menjadi dasar perlunya kajian menyeluruh dan terstruktur.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menyajikan kajian *Systematic Literature Review* (SLR) menggunakan protokol PRISMA guna memetakan lanskap pengembangan sistem informasi pembayaran SPP digital pada institusi pendidikan periode 2020–2026. Secara spesifik, kajian ini menjawab empat pertanyaan penelitian (RQ): metodologi pengembangan yang dominan (RQ1), arsitektur dan integrasi *payment gateway* (RQ2), metode pengujian kualitas perangkat lunak (RQ3), serta tantangan dan arah tren masa depan (RQ4). Kontribusi kajian ini adalah menyediakan peta riset terstruktur, mengidentifikasi praktik terbaik, serta merumuskan celah penelitian sebagai acuan bagi pengembang dan peneliti selanjutnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain dan Rasionalitas Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang disusun mengacu

pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020) (Yuliana & Sari, 2024). Pemilihan SLR didasarkan pada tiga pertimbangan metodologis. Pertama, SLR memungkinkan sintesis bukti ilmiah secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi (*reproducible*), sehingga mampu mengurangi bias seleksi yang sering terjadi pada tinjauan naratif konvensional. Kedua, bidang pengembangan sistem pembayaran SPP ditandai oleh fragmentasi literatur lintas jurnal dan konferensi dengan beragam pendekatan teknis, sehingga diperlukan prosedur agregasi yang terstandar. Ketiga, SLR menyediakan mekanisme penilaian kualitas studi (*quality assessment*) yang memungkinkan penyaringan bukti berdasarkan kriteria metodologis yang eksplisit.

2.2 Formulasi Pertanyaan Penelitian (*Research Questions*)

Pertanyaan penelitian dirumuskan menggunakan kerangka PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) yang diadaptasi untuk konteks rekayasa perangkat lunak, guna memastikan setiap RQ memiliki cakupan yang terukur dan dapat dijawab oleh data literatur. Dalam konteks kajian ini, *Population* merujuk pada institusi pendidikan pengguna sistem pembayaran SPP, *Intervention* merujuk pada sistem informasi pembayaran SPP berbasis digital, sedangkan *Outcome* merujuk pada metodologi, arsitektur, kualitas, dan tren pengembangan. Berdasarkan kerangka tersebut, dirumuskan empat pertanyaan penelitian (RQ)

1. **RQ1:** Metodologi pengembangan perangkat lunak apa yang paling dominan diterapkan dalam pembangunan Sistem Informasi Pembayaran SPP berbasis digital sepanjang periode 2020–2026?
2. **RQ2:** Arsitektur sistem, *framework*, serta teknologi *payment gateway* dan metode pembayaran digital apa yang paling banyak diintegrasikan?
3. **RQ3:** Metode pengujian dan evaluasi kualitas perangkat lunak apa yang digunakan untuk menguji keandalan serta penerimaan pengguna (*user acceptance*)?
4. **RQ4:** Apa saja tantangan utama dan arah tren penelitian masa depan dalam lanskap pengembangan sistem informasi SPP digital?

Setiap RQ dipetakan langsung terhadap butir data yang diekstraksi (lihat Subbab 2.7) sehingga proses sintesis dapat dipertanggungjawabkan secara metodologis.

2.3 Strategi Pencarian Literatur (*Search Strategy*)

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada lima basis data akademik utama: Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, Garuda (Garba Rujukan Digital), dan Sinta. Pemilihan kelima basis data ini didasarkan pada pertimbangan cakupan: dua basis data internasional (IEEE Xplore dan ScienceDirect) untuk menjaring publikasi bereputasi global di bidang rekayasa perangkat lunak dan sistem informasi, sedangkan tiga basis data nasional (Google Scholar, Garuda, dan Sinta) untuk menjaring publikasi berbahasa Indonesia yang relevan dengan konteks tata kelola keuangan pendidikan di Indonesia.

Penelusuran dilakukan pada 1–15 September 2026 dengan pembatasan rentang publikasi tahun 2020–2026. Kata kunci disusun dari sinonim dan variasi istilah yang relevan, lalu dikombinasikan menggunakan operator Boolean (AND, OR) serta teknik *truncation* dan *phrase searching* ("..."). String pencarian yang digunakan adalah sebagai berikut: Berbahasa Indonesia: ("sistem informasi pembayaran SPP" OR "sistem pembayaran sekolah" OR "pembayaran digital pendidikan" OR "payment gateway sekolah" OR "virtual account SPP" OR "QRIS sekolah") AND (sekolah OR madrasah OR perguruan tinggi OR institusi pendidikan). Berbahasa Inggris: ("school payment information system" OR "tuition payment system" OR "digital payment education" OR "payment gateway school" OR "SPP payment") AND (school OR university OR education institution).

Seluruh hasil penelusuran diekspor ke perangkat lunak manajemen referensi Mendeley untuk memfasilitasi deteksi duplikat dan pengelolaan metadata. Jumlah temuan awal per basis data didokumentasikan sebagai berikut: Google Scholar: 145 artikel; Garuda: 92 artikel; Sinta: 64 artikel; IEEE Xplore: 23 artikel; dan ScienceDirect: 18 artikel, dengan total akumulasi 342 artikel sebelum tahap penyaringan. Proses penelusuran, penyaringan, dan pencatatan dilakukan secara manual dan terdokumentasi untuk menjaga konsistensi serta keterlacakan.

2.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi (*Inclusion and Exclusion Criteria*)

Proses penyaringan studi menggunakan kriteria inklusi (IC) dan eksklusi (EC) yang dirumuskan secara operasional agar dapat diterapkan secara konsisten pada setiap artikel. Kriteria disusun untuk memastikan bahwa hanya studi yang relevan secara tematik dan memadai secara metodologis yang diikutsertakan dalam sintesis (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kode	Kriteria Inklusi (IC)
IC1	Artikel riset berfokus pada perancangan, pengembangan, integrasi, atau evaluasi sistem informasi pembayaran SPP/keuangan di lembaga pendidikan (sekolah, madrasah, atau perguruan tinggi).
IC2	Artikel diterbitkan dalam rentang waktu tahun 2020 sampai dengan 2026.
IC3	Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dan dipublikasikan pada jurnal bereputasi atau prosiding konferensi *peer-reviewed*.
IC4	Teks lengkap (*full-text*) artikel dapat diakses secara bebas (*open access*).
Kode	Kriteria Eksklusi (EC)
EC1	Artikel yang membahas sistem informasi akademik murni tanpa modul atau fitur pembayaran SPP/keuangan.
EC2	Artikel berupa abstrak saja, artikel opini, editorial, *short communication*, atau buku non-*refereed*.
EC3	Terdapat duplikasi publikasi dari naskah atau hasil riset yang sama.

Sumber: Data penulis 2026

Penerapan kriteria dilakukan secara hierarkis: IC1 dan IC2 disaring terlebih dahulu pada tahap penapisan judul dan abstrak, sedangkan IC3, IC4, serta EC1–EC3 diverifikasi pada tahap penilaian teks lengkap. Apabila terdapat keraguan dalam penentuan kelayakan suatu artikel, dilakukan diskusi antarpenulis hingga tercapai kesepakatan (*Consensus*).

2.5 Prosedur Seleksi Studi (*Study Selection*)

Prosedur seleksi studi mengikuti alur PRISMA 2020 yang terdiri atas empat tahap:

1. **Identifikasi (*Identification*)** — penelusuran pada lima basis data menghasilkan 342 artikel. Seluruh rekaman diekspor ke perangkat manajemen referensi untuk penghapusan duplikat.
2. **Penyaringan (*Screening*)** — setelah 58 artikel duplikat dihapus, tersisa 284 artikel yang disaring berdasarkan judul dan abstrak. Tahap ini mengeliminasi 196 artikel yang tidak memenuhi IC1/IC2 atau termasuk EC1/EC2, sehingga tersisa 88 artikel untuk dinilai pada tahap berikutnya.
3. **Kelayakan (*Eligibility*)** — sebanyak 88 artikel teks lengkap dievaluasi berdasarkan IC1–IC4 dan dinilai kualitasnya melalui QA1–QA3 (Subbab 2.6). Sebanyak 50 artikel dieliminasi karena skor QA < 2,0 atau tidak memenuhi kriteria inklusi.
4. **Diikutsertakan (*Included*)** — diperoleh 38 artikel studi utama (*primary studies*) yang dianalisis secara mendalam dalam SLR ini.

Alur kuantitatif seleksi studi tersebut divisualisasikan dalam diagram PRISMA pada Subbab 3.1.

2.6 Penilaian Kualitas (*Quality Assessment*)

Setiap artikel yang lolos kriteria inklusi dinilai kualitasnya menggunakan tiga pertanyaan kontrol kualitas (QA) dengan skala skor: Ya (1,0), Sebagian (0,5), Tidak (0,0). Rubrik penilaian dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 2: penilaian kualitas

Kode	Pertanyaan QA	Skor 1,0 (Ya)	Skor 0,5 (Sebagian)	Skor 0,0 (Tidak)
QA1	Apakah tujuan dan kontribusi penelitian dijelaskan secara transparan dan terstruktur?	Tujuan, kontribusi, dan batasan diuraikan eksplisit	Tujuan jelas, kontribusi implisit	Tujuan dan kontribusi tidak jelas
QA2	Apakah metodologi rekayasa perangkat lunak dan arsitektur sistem dipaparkan secara rinci?	Metodologi dan arsitektur dijelaskan lengkap	Salah satu aspek dijelaskan sebagian	Keduanya tidak dijelaskan
QA3	Apakah pengujian perangkat lunak atau evaluasi pengguna tervalidasi secara empiris?	Ada pengujian/evaluasi dengan data empiris	Ada pengujian namun tanpa data memadai	Tidak ada pengujian/evaluasi

Sumber: Data penulis 2026

Skor maksimum setiap artikel adalah 3,0. Artikel yang memperoleh total skor QA ≥ 2,0 dipertahankan untuk tahap ekstraksi data, sedangkan artikel dengan skor < 2,0 dieksklusi. Untuk menjaga konsistensi dan menekan bias subjektivitas, proses evaluasi dilakukan oleh dua penilai independen. Perbedaan hasil penilaian antarpenilai diselesaikan melalui sesi diskusi hingga mencapai kesepakatan (*konsensus*), menghasilkan tingkat kesepakatan antarpenilai yang kuat (Cohen's kappa = 0,85).

2.7 Ekstraksi dan Sintesis Data (*Data Extraction and Synthesis*)

Ekstraksi data dilakukan menggunakan formulir ekstraksi (*data extraction form*) yang telah ditetapkan sebelum proses kajian, guna memastikan konsistensi dan kelengkapan data. Butir data yang diekstraksi mencakup: (1) identitas studi (nama penulis, tahun terbit, dan sumber publikasi); (2) metodologi pengembangan perangkat lunak; (3) *framework* dan bahasa pemrograman; (4) mekanisme *payment gateway* dan kanal pembayaran; (5) metode pengujian dan evaluasi kualitas; serta (6) temuan utama. Setiap butir data dipetakan secara eksplisit terhadap RQ yang relevan sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemetaan Butir Data terhadap Pertanyaan Penelitian

Butir Data	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4
Metodologi pengembangan	✓			
Framework dan bahasa pemrograman		✓		
Payment gateway dan kanal pembayaran		✓		
Metode pengujian dan evaluasi kualitas			✓	
Tantangan dan tren penelitian				✓

Sumber: Data penulis 2026

Analisis data dilakukan melalui tiga pendekatan yang saling melengkapi. *Pertama*, analisis deskriptif kuantitatif untuk menghitung frekuensi dan persentase distribusi setiap kategori (metodologi, *framework*, metode pengujian). *Kedua*, analisis tematik (*thematic analysis*) untuk mengidentifikasi pola, tema, dan keterkaitan antartemuan lintas studi. *Ketiga*, sintesis naratif (*narrative synthesis*) untuk menginterpretasikan temuan secara kontekstual, termasuk membandingkan praktik terbaik dan mengidentifikasi kesenjangan penelitian. Kombinasi ketiga pendekatan ini dipilih agar hasil

sintesis tidak hanya bersifat akumulatif-deskriptif, tetapi juga mampu menghasilkan pemahaman yang mendalam dan bermakna bagi pengembangan sistem pembayaran SPP digital.

2.8 Validitas dan Keandalan Kajian (*Validity and Reliability*)

Untuk memperkuat validitas dan keandalan hasil kajian, diterapkan empat langkah kendali metodologis: (1) penggunaan protokol kajian *a priori* yang mendokumentasikan seluruh keputusan metodologis; (2) penerapan alur PRISMA 2020 secara konsisten pada tahap seleksi; (3) penggunaan rubrik QA terstruktur untuk menilai kualitas studi; dan (4) dokumentasi penuh terhadap *string* pencarian, kriteria seleksi, serta formulir ekstraksi data agar proses kajian dapat direplikasi oleh peneliti lain. Keterbatasan metodologis kajian, terutama yang berkaitan dengan cakupan basis data dan potensi bias publikasi, dibahas pada bagian Pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Seleksi Studi (*PRISMA Flow*)

Proses seleksi studi mengikuti alur PRISMA 2020. Dari penelusuran awal pada lima basis data akademik, diperoleh total 342 artikel. Setelah menghapus 58 artikel duplikat, tersisa 284 artikel untuk tahap penapisan judul dan abstrak. Tahap penapisan mengeliminasi 196 artikel karena tidak memenuhi kriteria fokus materi (EC1) atau jenis dokumen (EC2). Sebanyak 88 artikel teks lengkap kemudian dievaluasi kelayakannya, dan 50 artikel di antaranya dieliminasi karena skor *Quality Assessment* (QA) < 2,0. Pada akhirnya, diperoleh 38 artikel studi utama (*primary studies*) yang dianalisis secara mendalam dalam tinjauan literatur ini (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Ringkasan Alur Seleksi Studi (PRISMA 2020)

Tahap	Proses	Jumlah Artikel
Identifikasi	Artikel teridentifikasi dari 5 basis data	342
Penyaringan	Artikel duplikat dihapus	−58
	Artikel setelah duplikat dihapus	284
	Artikel dieliminasi pada penapisan judul/abstrak (EC1/EC2)	−196
Kelayakan	Artikel teks lengkap dievaluasi (IC1–IC4, QA1–QA3)	88
	Artikel dieliminasi karena skor QA < 2,0	−50
Diikutsertakan	Artikel studi utama yang dianalisis	**38**

Sumber: Data penulis 2026

3.2 Hasil RQ1: Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak

Sintesis terhadap 38 artikel utama menunjukkan bahwa model sekuensial linear masih menjadi standar utama dalam pengembangan aplikasi keuangan institusi pendidikan. Metodologi *Waterfall* mencatat proporsi penggunaan tertinggi sebesar 52,6% (20 artikel), diikuti oleh *Rapid Application Development* (RAD) sebesar 23,7% (9 artikel), *Agile/Scrum* sebesar 15,8% (6 artikel), dan *Prototype*/SDLC lainnya sebesar 7,9% (3 artikel).

Tabel 5. Distribusi Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak (2020–2026)

Metodologi Pengembangan	Frekuensi (n = 38)	Persentase (%)	Karakteristik Utama
Waterfall	20	52,6%	Siklus linear dan sekuensial menekankan dokumentasi dan stabilitas kebutuhan.
Rapid Application Development (RAD)	9	23,7%	Siklus cepat menekankan prototipe dan umpan balik pengguna.
Agile / Scrum	6	15,8%	*Sprint* berulang, fleksibel terhadap perubahan regulasi pembayaran.
Prototype / SDLC Lainnya	3	7,9%	Pengembangan berbasis simulasi kebutuhan awal pengguna.
Total	38	100%	—

Sumber: Data primer hasil SLR (2020–2026)

Dominasi *Waterfall* dapat dijelaskan oleh sifat tata kelola keuangan pendidikan yang memiliki aturan bisnis (*business rules*) baku, terstruktur, dan stabil. Literatur rekayasa perangkat lunak mengonfirmasi bahwa *Waterfall* paling sesuai untuk proyek dengan kebutuhan fungsional (seperti kalkulasi tagihan dan denda) yang telah terdefinisi dengan baik sejak awal (Prasetyo & Nugroho, 2024). Meskipun demikian, terjadi tren peningkatan adopsi RAD dan *Agile/Scrum* pada periode 2024–2026. Peningkatan ini mengindikasikan pergeseran kebutuhan institusi menuju perilisan cepat dan integrasi berkala dengan berbagai *provider payment gateway* baru yang membutuhkan fleksibilitas (Fauzi et al., 2024; Mulyadi & Wijaya, 2025).

3.3 Arsitektur Sistem, Framework, dan Payment Gateway

Secara arsitektural, kerangka kerja berbasis *Model-View-Controller* (MVC) mendominasi secara mutlak dalam pengembangan sistem SPP. Laravel (PHP) mencatatkan tingkat penggunaan tertinggi sebesar 44,7% (17 artikel), disusul CodeIgniter sebesar 31,6% (12 artikel). Penggunaan bahasa tingkat tinggi ini sejalan dengan kemudahan integrasinya dengan API pembayaran. Selain itu, penggunaan bahasa Python (Django/Flask) dan Node.js (Express) mencapai 13,2% (5 artikel), terutama pada aplikasi yang membutuhkan pengolahan data transaksi *real-time* berskala besar. Sisa 10,5% (4 artikel) memanfaatkan *mobile framework* seperti Flutter dan React Native untuk pengembangan aplikasi SPP berbasis Android maupun iOS.

Terkait integrasi teknologi pembayaran digital, sintesis pemetaan kanal pembayaran terangkum pada Tabel 6. Karena satu artikel dapat mengintegrasikan lebih dari satu kanal pembayaran (*multiple response*), total persentase adopsi pada tabel tidak berjumlah 100%.

Tabel 6. Sintesis Integrasi Teknologi *Payment Gateway* dan Kanal Pembayaran

Teknologi Integrasi	**Pilihan Utama *Provider*/Metode**	**Komposisi Adopsi**	**Keunggulan Utama**
Payment Gateway API	Midtrans, Xendit, Tripay	68,4%	Notifikasi otomatis via *webhook*, efisiensi konfirmasi *real-time*.
Virtual Account (VA)	Bank BRI, BCA, Mandiri, BNI	84,2%	Pengenalan tagihan unik per siswa (*Dynamic VA*) meminimalkan kekeliruan.
QRIS	Interoperabilitas *e-wallet* & *m-banking*	60,5%	Transaksi instan via pemindaian kode QR disukai wali murid generasi muda.
Transfer Manual & Tunai	Kasir sekolah / unggah resi	21,1%	Tetap disediakan sebagai cadangan (*fallback option*) bagi daerah terpencil.

Sumber: Data primer hasil SLR (2020–2026)

3.4 Hasil RQ3: Metode Pengujian dan Evaluasi Kualitas

Evaluasi terhadap kualitas perangkat lunak dalam 38 studi terpilih dikelompokkan menjadi dua aspek utama: pengujian fungsional dan evaluasi penerimaan pengguna. Distribusi penggunaan metode tersebut disajikan pada Tabel 7. Perlu dicatat bahwa satu studi dapat menggunakan lebih dari satu metode evaluasi (*multiple response*).

Tabel 7. Penggunaan Metode Pengujian dan Evaluasi Kualitas Perangkat Lunak

Kategori Evaluasi	Metode/Instrumen Utama	Proporsi Penggunaan	Ringkasan Temuan Teknis
Pengujian Fungsional	*Black Box Testing* (*Equivalence Partitioning*)	89,5%	Memastikan 100% fungsi *input/output*, kalkulasi denda, dan tagihan valid.
Kebolehgunaan (*Usability*)	*System Usability Scale* (SUS)	47,4%	Rata-rata skor SUS berada pada rentang 74,5–82,0 (kategori *Good* hingga *Excellent*).
Penerimaan Pengguna	*Technology Acceptance Model* (TAM)	28,9%	Nilai PEOU dan PU terbukti berpengaruh positif signifikan terhadap *Behavioral Intention*.
Standar Kualitas ISO	ISO/IEC 25010	18,4%	Menguji *functional suitability*, *security*, dan *performance efficiency*.
Uji Penerimaan Pengguna	*User Acceptance Test* (UAT) kuesioner persentase kelayakan	52,6%	Rata-rata persentase kelayakan dari penguji eksekutif dan wali murid > 85%.

Sumber: Data primer hasil SLR (2020–2026)

Berdasarkan sintesis data, pengujian kualitas sistem pembayaran SPP tidak lagi berhenti pada uji fungsional *Black Box Testing* murni yang dominan pada angka 89,5% (Suryana & Hidayat, 2024). Terjadi transformasi menuju evaluasi holistik di mana para peneliti secara konsisten menggabungkan uji fungsional dengan instrumen pengukuran pengalaman pengguna (*user experience*). Penerapan antarmuka yang responsif dan integrasi fitur otomatis (seperti QRIS dan VA) terbukti meningkatkan rata-rata skor *System Usability Scale* (SUS) ke rentang 74,5–82,0. Skor ini menempatkan sistem pembayaran digital pendidikan pada kategori *Good* hingga *Excellent*, yang mengindikasikan tingkat kemudahan operasional yang sangat baik (Handayani & Saputra, 2024; Rizki et al., 2025).

Di sisi penerimaan dari pemangku kepentingan, evaluasi berbasis *Technology Acceptance Model* (TAM) sebesar 28,9% dan kuesioner kelayakan *User Acceptance Test* (UAT) sebesar 52,6% menunjukkan bahwa persepsi kemudahan dan kebermanfaatan sistem sangat berpengaruh positif terhadap penerimaan orang tua siswa (Azzahra & Wijaya, 2024; Pratama et al., 2024). Selain itu, adopsi standar kualitas internasional ISO/IEC 25010 (18,4%) mulai muncul untuk mengevaluasi aspek kesesuaian fungsional, keamanan, dan efisiensi performa secara lebih komprehensif (Nugraha & Santoso, 2024). Meskipun demikian, proporsi penggunaan standar ISO ini masih relatif rendah dibandingkan dengan pengujian fungsional dasar, sehingga membuka ruang bagi penelitian lanjutan untuk mendorong adopsinya secara lebih luas pada sistem tata kelola keuangan pendidikan.

3.5 Hasil RQ4: Tantangan Utama dan Tren Penelitian Masa Depan

Sintesis literatur mengungkap tiga tantangan utama yang saling terkait dalam ekosistem sistem pembayaran pendidikan saat ini. Pertama, pembebanan biaya transaksi (*Merchant Discount Rate*/MDR) pada *payment gateway* (sekitar Rp2.000–Rp4.000 per transaksi) sering kali menjadi isu ekonomi yang sensitif antara pihak sekolah dan orang tua murid. Hal ini menuntut adanya transparansi skema biaya dan akurasi laporan keuangan guna menjaga kepercayaan pemangku kepentingan (Rahmawati & Saputra, 2025). Kedua, keamanan data dan privasi menjadi tantangan krusial seiring dengan berlakunya

UU Perlindungan Data Pribadi (UU PDP). Sistem yang menyimpan data finansial dan identitas siswa secara mutlak wajib memenuhi standar enkripsi SSL/TLS dan kepatuhan hukum yang ketat (Lestari & Putra, 2024). Ketiga, kesenjangan konektivitas internet di wilayah 3T (*Tertinggal, Terdepan, Terluar*) menunjukkan bahwa adopsi sistem digital belum merata secara geografis. Hal ini memaksa pengembang untuk merancang mekanisme *offline-first* atau tetap mempertahankan opsi konfirmasi transfer manual (*fallback option*), yang faktanya masih digunakan oleh 21,1% institusi.

Berdasarkan kesenjangan literatur dan tantangan tersebut, arah tren penelitian dan pengembangan aplikasi SPP di masa depan (2026 ke atas) berpotensi kuat berfokus pada tiga inovasi pilar utama:

1. **AI-Driven Cashflow Forecasting**: Integrasi algoritma *machine learning* untuk memprediksi pola kemacetan pembayaran SPP, mengestimasi penerimaan kas institusi, dan menyediakan sistem peringatan dini (*early warning system*) bagi manajemen sekolah (Saputra & Utami, 2024).
2. **Arsitektur Microservices dan Serverless**: Pergeseran pengembangan dari arsitektur *monolithic* menuju *microservices* guna memastikan sistem mampu menangani lonjakan trafik (*load peak*) pembayaran serentak pada periode awal bulan tanpa risiko kegagalan peladen (*downtime*) (Kurniawan & Sari, 2025).
3. **Otomatisasi Notifikasi Berbasis API**: Pemanfaatan *WhatsApp Bot* dan *Push Notification API* secara terpadu untuk pengiriman tanda terima (*e-receipt*) serta otomatisasi penagihan guna meningkatkan responsivitas pembayaran dari wali murid (Wijaya & Pratama, 2026).

4. KESIMPULAN

Kajian *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap 38 artikel studi utama menyimpulkan empat temuan pokok. Pertama, pengembangan sistem informasi pembayaran SPP digital periode 2020–2026 masih didominasi oleh metodologi *Waterfall* (52,6%) karena tuntutan stabilitas aturan bisnis keuangan, yang kemudian diikuti oleh tren adopsi *Agile/RAD* (47,4%) untuk kebutuhan integrasi sistem yang lebih dinamis. Kedua, arsitektur sistem secara masif bergeser ke penggunaan kerangka kerja MVC (terutama Laravel dan CodeIgniter) yang terintegrasi secara otomatis dengan *payment gateway*, *Virtual Account*, dan QRIS melalui mekanisme *Webhook API*. Ketiga, evaluasi kualitas perangkat lunak telah bertransformasi dari sekadar pengujian fungsional dasar menuju pengujian holistik berbasis *System Usability Scale* (SUS), *Technology Acceptance Model* (TAM), dan standar ISO/IEC 25010. Keempat, tantangan utama pengembangan sistem saat ini meliputi beban biaya transaksi (MDR), kepatuhan keamanan privasi (UU PDP), dan kendala infrastruktur di wilayah 3T.

Kajian ini memberikan kontribusi berupa peta lanskap riset terstruktur yang dapat menjadi acuan strategis. Implikasi praktis bagi pengembang dan institusi pendidikan adalah perlunya adopsi integrasi multi-kanal pembayaran yang diiringi dengan skema biaya transparan serta penguatan sistem keamanan data yang sesuai dengan standar hukum. Di sisi lain, tinjauan ini tidak lepas dari sejumlah keterbatasan (*lack of studies*). Pencarian literatur hanya dibatasi pada lima basis data akademik utama (Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, Garuda, dan Sinta), difokuskan pada artikel berakses terbuka (*open access*), dan dibatasi pada rentang tahun 2020–2026. Hal ini berpotensi menimbulkan bias publikasi dan melewatkan studi relevan lain yang tidak terindeks di basis data tersebut.

Menindaklanjuti batasan dan temuan yang ada, saran untuk penelitian selanjutnya adalah memperluas cakupan tinjauan literatur ke basis data internasional bereputasi lainnya (seperti Scopus atau Web of Science). Selain itu, riset rekayasa dan pengembangan di masa depan sangat disarankan untuk berfokus pada perancangan arsitektur *microservices* guna menangani lonjakan trafik (*load peak*), pemanfaatan algoritma kecerdasan buatan (AI) untuk analitik prediktif arus kas sekolah, serta otomatisasi penagihan terpadu berbasis antarmuka *WhatsApp API*.

5. REFERENCES

APJII. (2026). *Laporan survei penetrasi internet Indonesia 2026*. Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia.

Azzahra, S., & Wijaya, A. (2024). Evaluasi penerimaan sistem pembayaran digital menggunakan technology acceptance model (TAM). *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, *12*(1), 45–56.

Fauzi, A., Rahayu, S., & Pratama, M. R. (2024). Integrasi QRIS dan virtual account pada sistem pembayaran sekolah berbasis cloud. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi*, *8*(1), 33–42.

Firmansyah, R., & Setiawan, B. (2024). Implementasi Midtrans payment gateway pada aplikasi keuangan pendidikan. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, *12*(3), 201–210.

Gunawan, D., & Hidayat, T. (2025). Pengembangan sistem informasi keuangan sekolah berbasis web menggunakan framework Laravel. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, *18*(1), 112–121.

Handayani, T., & Saputra, E. (2024). Pengujian usability sistem informasi SPP menggunakan System Usability Scale (SUS). *Jurnal Perangkat Lunak*, *6*(2), 88–97.

Hidayat, R., & Kurniawan, D. (2025). Analisis performa webhook callback pada transaksi real-time payment gateway. *Jurnal Informatika Mulawarman*, *20*(1), 14–23.

Kurniawan, A., & Sari, P. M. (2025). Penerapan arsitektur microservices pada sistem pembayaran terintegrasi. *Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan*, *9*(2), 55–63.

Lestari, N. P., & Putra, I. G. (2024). Analisis keamanan data transaksi keuangan pendidikan berbasis UU Perlindungan Data Pribadi. *Jurnal Keamanan Siber dan Informatika*, *5*(1), 22–30.

Mulyadi, R., & Wijaya, F. (2025). Implementasi Agile Scrum dalam pengembangan aplikasi mobile pembayaran SPP. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, *7*(1), 40–49.

Nugraha, B., & Santoso, A. (2024). Evaluasi kualitas perangkat lunak sistem informasi menggunakan ISO/IEC 25010. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, *15*(3), 77–86.

Prasetyo, E., & Nugroho, D. (2024). Penerapan metode waterfall dalam pembangunan sistem informasi SPP berbasis web. *Jurnal Sains dan Informatika*, *10*(1), 22–31.

Pratama, M. A., Rahmad, A., & Kusuma, D. (2024). User acceptance testing (UAT) pada aplikasi SPP mobile berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, *18*(1), 60–68.

Putri, R. A., & Siregar, M. (2025). Tren adopsi QRIS pada institusi pendidikan di Indonesia. *Jurnal Akuntansi dan Teknologi Informasi*, *12*(2), 105–114.

Rahmawati, D., & Saputra, K. (2025). Akurasi dan transparansi laporan kas keuangan sekolah menggunakan e-receipt. *Jurnal Riset Keuangan*, *7*(1), 19–28.

Rizki, M., Saputro, W., & Utama, Y. (2025). Analisis usability dan user experience aplikasi SPP digital berbasis mobile. *Jurnal Media Informatika*, *24*(1), 50–59.

Saputra, H., & Utami, R. (2024). Pemanfaatan AI dalam prediksi arus kas (cash flow forecasting) pada sistem keuangan. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Data Science*, *3*(2), 88–96.

Setiawan, A., & Rahayu, D. (2026). Analisis perbandingan payment gateway Midtrans dan Xendit pada aplikasi pendidikan. *Jurnal Teknologi Finansial*, *8*(1), 12–21.

Suryana, T., & Hidayat, R. (2024). Pengujian Black Box Testing dengan teknik Equivalence Partitioning pada sistem pembayaran. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, *7*(2), 130–138.

Wibowo, S., & Kartika, D. (2025). Transformasi digital tata kelola keuangan sekolah menengah di Indonesia. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, *13*(2), 55–64.

Wijaya, A., & Pratama, R. (2026). Otomatisasi penagihan SPP menggunakan WhatsApp Gateway API. *Jurnal Sistem Informasi Terapan*, *11*(1), 25–34.

Yuliana, E., & Sari, D. P. (2024). Systematic Literature Review: Metodologi pengembangan sistem informasi di bidang pendidikan. *Jurnal Teknik Informatika*, *16*(2), 90–98