

Pengembangan Prototipe KIDGROW sebagai Sistem Analitik Pembelajaran Longitudinal untuk Pemantauan Perkembangan Belajar Siswa Sekolah Dasar

Nurul Ulfatin¹, Andika Bagus Nur Rahma Putra^{2*}, Muhammad Jauharul Fuady³, Rochmawati⁴, Azizatul Zahro⁵, Kintan Desinta⁶

¹Manajemen Pendidikan, Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Malang, Indonesia

³Teknik Informatika, Universitas Negeri Malang, Indonesia

⁴Administrasi Pendidikan, Universitas Negeri Malang, Indonesia

⁵Sastra Indonesia, Universitas Negeri Malang, Indonesia

⁶Pendidikan Kejuruan, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : andika.bagus.ft@um.ac.id



e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 10 Oktober, 2026

Page: 6163-6178

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i10.4089>

Article History:

Received: Agustus 03, 2026

Revised: September 23, 2026

Accepted: Oktober 19, 2026

Abstract : KIDGROW was developed to address fragmented assessment records that hinder longitudinal monitoring of primary students' learning growth. Using ADDIE, the system integrates diagnostic and formative assessment, growth analytics, teacher and principal dashboards, and rule-based recommendations. Needs analysis involved 18 teachers, six principals, and 18 primary schools in East Java. The design produced a three-layer web-cloud architecture, relational longitudinal database, and transparent recommendation engine. After three development cycles, 42 black-box scenarios and expert, performance, and compatibility tests were conducted. Teachers prioritized longitudinal dashboards (94.4%), automated reports (88.9%), and instructional recommendations (83.3%). Black-box success rose from 90.5% to 100%; expert validation reached 87.5%, with core response times of 1.3–5.4 seconds. KIDGROW is feasible for further longitudinal implementation.

Keywords : ADDIE; Formative Assessment; Learning Analytics; Primary School; Teacher Dashboard

Abstrak : KIDGROW dikembangkan untuk mengatasi pencatatan asesmen yang terfragmentasi sehingga perkembangan belajar siswa sekolah dasar sulit dipantau secara longitudinal. Dengan ADDIE, sistem mengintegrasikan asesmen diagnostik dan formatif, analitik pertumbuhan, dasbor guru dan kepala sekolah, serta rekomendasi berbasis aturan. Analisis kebutuhan melibatkan 18 guru, enam kepala sekolah, dan 18 sekolah dasar di Jawa Timur. Desain menghasilkan arsitektur web-cloud tiga lapis, basis data longitudinal relasional, dan mesin rekomendasi transparan. Setelah tiga siklus pengembangan, dilakukan 42 skenario black-box serta validasi ahli, pengujian kinerja, dan kompatibilitas. Guru memprioritaskan dasbor longitudinal (94,4%), laporan otomatis (88,9%), dan rekomendasi pembelajaran (83,3%). Keberhasilan black-box meningkat dari 90,5% menjadi 100%; validasi ahli mencapai 87,5%, dengan waktu respons 1,3–5,4 detik. KIDGROW layak untuk implementasi longitudinal lebih lanjut.

Kata Kunci : ADDIE; Asesmen Formatif; Dashboard Analitik; Learning Analytics; Sekolah Dasar

PENDAHULUAN

Data menjadi dasar perencanaan, implementasi, dan evaluasi pembelajaran seiring dengan transformasi pendidikan dasar. Amandemen Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021 mencakup Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2022, yang memperkuat bahwa penilaian merupakan bagian dari sistem penjaminan mutu dan harus memberikan informasi tentang proses pembelajaran serta hasil akhir. Dalam desainnya, keberadaan asesmen formatif pada tingkat operasional sebagai sumber umpan balik untuk meningkatkan proses pengajaran dan asesmen diagnostik sebagai alat untuk menentukan kesiapan dan kebutuhan siswa serta masalah belajar awal mereka ditetapkan oleh Pedoman Pembelajaran dan Penilaian (Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan, 2022). Oleh karena itu, artinya sekolah tidak hanya mengambil nilai akhir tetapi juga harus menerapkan sistem yang dapat melacak peningkatan kompetensi dari waktu ke waktu. Hasil belajar Indonesia mendukung keharusan ini. Menurut hasil PISA 2022, persentase siswa Indonesia yang mampu mencapai keterampilan dasar dalam membaca dan matematika tidak lebih tinggi dari rata-rata OECD (OECD, 2023). Meskipun PISA mengukur siswa muda pada usia 15 tahun, masalah yang berkaitan dengan kompetensi dasar tidak terjadi secara tiba-tiba di tingkat sekolah menengah dan sebaliknya, masalah tersebut berkembang selama pendidikan sekolah dasar (Li et al., 2025; Wang et al., 2023). Keterlambatan belajar baru terdeteksi di akhir semester, sehingga intervensi berdasarkan hasil buku nilai, lembar kerja, atau program perangkat lunak akan tertunda, yang semakin meningkat ketika guru memberikan pengajaran dalam kelompok besar dan data penilaian terbagi di antara buku nilai, lembar kerja, atau perangkat lunak yang terfragmentasi.

Penilaian diagnostik dan formatif harus berbasis bukti, sebuah siklus interpretasi-tindakan. Sebagai rencana tindakan, data penilaian perlu diinterpretasikan menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti tentang indikator yang dikuasai, tren perkembangan, kelompok siswa yang membutuhkan dukungan, dan strategi tindak lanjut (Themeli et al., 2026). Studi analitik pembelajaran menunjukkan bahwa data digital dapat dilihat sebagai peningkatan praktik umpan balik, tetapi kualitasnya dikondisikan oleh korelasi antara analitik dan pengambilan keputusan dalam praktik pedagogis (Banihashem et al., 2022; Gašević et al., 2022). Meskipun komputerisasi kertas pada nilai bukanlah masalah utama, tantangan utamanya adalah mengubah informasi menjadi rekomendasi tindakan dan menyerahkan peran pengambil keputusan profesional kepada guru.

Dasbor analitik adalah bentuk antarmuka, kombinasi data, visualisasi, dan tindakan. Penelitian pendidikan K-12 menunjukkan bahwa dasbor dapat membantu guru melacak kemajuan mereka, mendeteksi tantangan, dan menawarkan umpan balik yang lebih terfokus (Karademir et al., 2024; van Leeuwen et al., 2021). Namun demikian, ada juga indikasi bahwa dasbor cenderung membatasi diri pada peningkatan kesadaran dan tidak memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti, tidak melibatkan pengguna dalam proses pengembangan, atau menganggap privasi sebagai kebutuhan desain (Kaliisa et al., 2023). Persyaratan desain lebih rumit di tingkat pendidikan dasar karena pendidik harus menghubungkan visualisasi informasi dengan perkembangan anak, sifat mata pelajaran, dan pilihan tentang pembelajaran diferensiasi.

Studi terbaru menunjukkan bahwa dasbor sekolah dasar hanya dapat berhasil jika antarmuka sederhana, guru memiliki literasi data, dan data selaras dengan kelas. Praktik di kelas sesuai dengan alur kerja, dan rekomendasinya jelas. Guru di sekolah dasar membutuhkan informasi yang mudah diproses dan dikonversi menjadi perilaku di kelas, bukan grafik yang rumit (Dülger et al., 2025; van Kessel et al., 2025). Selain itu, analitik pembelajaran harus didasarkan pada desain instruksional karena data digital tidak akan pernah mencerminkan seluruh proses pembelajaran, terutama pembelajaran kolaboratif dan pembelajaran terbuka (Paavilainen et al., 2025). Prinsip ini menjadikan praktik tersebut bahwa sistem analitik transparan dan dapat dikonfigurasi, tetapi tidak untuk menggantikan penilaian kontekstual guru.

Salah satu sistem yang akan membantu mengisi kesenjangan ini adalah KIDGROW (Kids Growth & Learning Development System): tiga inovasi utama akan diciptakan dalam sistem ini.

Sistem ini inovatif dalam analitik pembelajaran perkembangan konseptualnya yang melacak evolusi pencapaian dari waktu ke waktu, bukan hanya mengambil cuplikan skor (Divanji *et al.*, 2023). Inovasi sistem ini dicapai dengan menggabungkan penilaian diagnostik dan formatif, pelacakan longitudinal, mendeteksi kesenjangan pembelajaran, dasbor adaptif, dan pelaporan otomatis ke dalam satu sistem cloud web. Desain produk mencerminkan bentuk inovasi industri di mana, sejak awal, pandangan desain produk mempertimbangkan aspek-aspek seperti kemudahan perawatan, perizinan sekolah, perlindungan status kekayaan intelektual, dan peta jalan komersialisasi. Pendekatan yang berfokus pada manusia dipastikan dengan menempatkan rekomendasi sebagai sistem pendukung keputusan, bukan pengambilan keputusan otomatis (Alfredo *et al.*, 2024).

Dengan latar belakang ini, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji prototipe KIDGROW dalam konteks sistem pembelajaran terintegrasi dan adaptif yang mengikuti perkembangan pembelajaran siswa sekolah dasar dari waktu ke waktu. Lebih tepatnya, penelitian ini berputar di sekitar pengembangan desain sistem; kombinasi data pengukuran literasi, numerasi, dan karakter serta pembuatan dasbor dan rekomendasi intervensi; kelayakan teknis dan pedagogis awal; dan pengembangan rencana komersialisasi dan model perizinan. Artikel ini membahas pelaporan fase Analisis, Desain, dan Pengembangan, serta validasi awal. Dengan demikian, belum ada klaim tentang efektivitas dalam hal hasil pembelajaran yang dibuat sambil menunggu selesainya uji coba implementasi jangka panjang dan pengukuran kegunaan di lapangan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Metodologi penelitian dan pengembangan yang akan diterapkan dalam studi ini adalah model ADDIE yang meliputi Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi (Branch, 2009). ADDIE dipilih karena menawarkan urutan pengembangan yang signifikan dengan kemampuan untuk mengubah tahapan dalam proses. Prinsip iteratif diterapkan dalam studi ini di mana hasil evaluasi desain dan pengujian diumpungkan kembali ke bagian pengembangan. Artikel ini akan menyajikan laporan mendalam tentang tiga langkah awal dan validasi persiapan implementasi. Tahapan model ADDIE yang digunakan dalam pengembangan KIDGROW dirangkum pada Tabel 1.

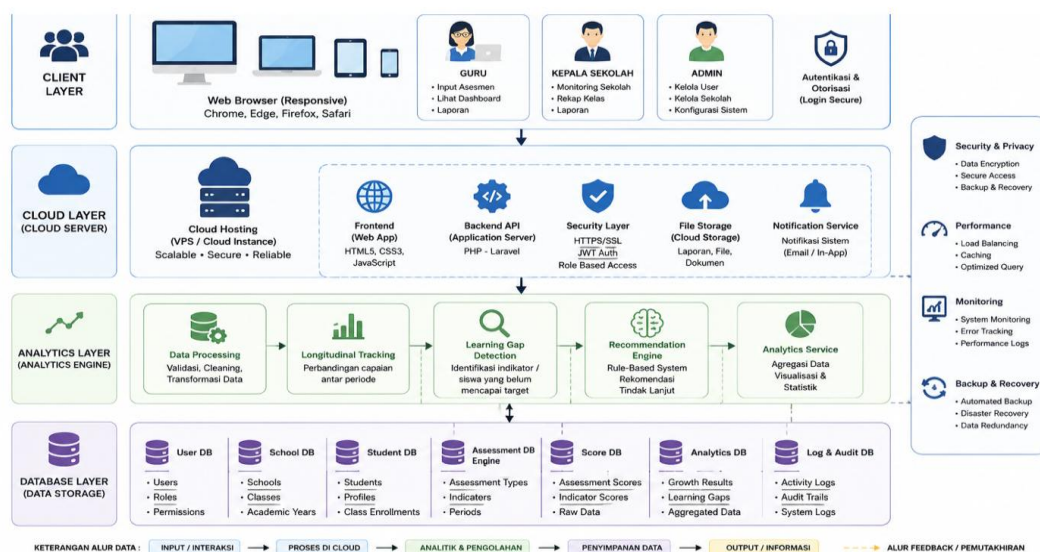
Tabel 1. Tahapan ADDIE dalam pengembangan KIDGROW

Tahap	Kegiatan utama	Data/luaran
Analysis	Kajian kebijakan dan literatur; survei guru; observasi; FGD	Peta kebutuhan, kesenjangan praktik, dan Software Requirement Specification
Design	Model konseptual; arsitektur; basis data; user flow; aturan analitik; wireframe	Dokumen desain, matriks longitudinal tracking, dan prototipe antarmuka
Development	Pemrograman tiga siklus; integrasi modul; alpha testing; validasi pakar; revisi	Prototipe beta, laporan pengujian, dan panduan awal
Implementation	Uji terbimbing di sekolah mitra; pengukuran SUS; observasi penggunaan	Data usability, kepraktisan, penerimaan, dan log penggunaan
Evaluation	Evaluasi kuantitatif-kualitatif; optimasi; uji dampak; hilirisasi	Produk pematangan, model lisensi, dan roadmap komersialisasi

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Penelitian dilaksanakan pada Februari–Maret 2026 di 18 SD negeri dan swasta di Malang, Kediri, dan Jombang melalui *purposive sampling* berdasarkan kesiapan infrastruktur dan kesediaan bermitra. Analisis kebutuhan melibatkan 18 guru dan enam kepala sekolah, sedangkan evaluasi desain melibatkan enam guru, dua kepala sekolah, serta dua ahli, dan validasi prototipe

dilakukan oleh tiga ahli. Instrumen meliputi kuesioner 28 item, observasi, FGD, evaluasi desain, validasi ahli, *black-box testing*, serta pengujian kinerja dan kompatibilitas. Tahap Analisis mengintegrasikan kajian literatur, kebijakan, dan kebutuhan pengguna; tahap Desain menghasilkan arsitektur tiga tingkat, basis data, akses berbasis peran, pelacakan longitudinal, dan sistem rekomendasi; sedangkan tahap Pengembangan mencakup tiga iterasi prototipe dengan evaluasi dan revisi berkala. Implementasi sekolah dan evaluasi longitudinal dilakukan setelah prototipe memenuhi kriteria kelayakan. Pengujian kegunaan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) belum dilaporkan karena data pengguna akhir belum tersedia (Brooke, 1996). Arsitektur *web-cloud* KIDGROW ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem KIDGROW berbasis web-cloud
Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Data kualitatif dianalisis melalui reduksi, pengodean tematik, dan triangulasi sumber, sedangkan data kuantitatif menggunakan statistik deskriptif berupa frekuensi, persentase, rata-rata, dan tingkat keberhasilan pengujian. Kelayakan ahli dikategorikan menjadi sangat layak (81–100%), layak (61–80%), cukup layak (41–60%), dan perlu revisi besar (kurang dari 41%). Reliabilitas dinilai berdasarkan konsistensi pengujian ulang *black-box*, sedangkan kinerja diukur melalui waktu respons dan pemrosesan sistem. Tata kelola data menerapkan minimalisasi data, pembatasan akses berbasis peran, penyamaran identitas, *hashing* kata sandi, pengelolaan sesi, dan pencatatan aktivitas. Data individu hanya dapat diakses pengguna berwenang, sementara kepala sekolah memperoleh data agregat. Sesuai prinsip *human-centred learning analytics*, sistem menjamin kendali pengguna terhadap rekomendasi, transparansi, keamanan, dan privasi serta menghindari pelabelan yang bersifat stigmatis (Alfredo et al., 2024; UNESCO, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis terhadap situasi saat ini menghasilkan temuan berikut: Guru melaksanakan asesmen diagnostik dan formatif, namun hasilnya disimpan secara terpisah dalam buku nilai, lembar kerja (spreadsheet), atau dokumen yang berbeda. Meskipun berguna untuk pelaporan berkala, data ini sulit dipantau sebagai riwayat perkembangan berdasarkan indikator. Ketidadaan struktur data longitudinal mengharuskan guru membandingkan nilai secara manual, sementara kepala sekolah hanya menerima laporan ringkasan di akhir proses pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara kebutuhan akan asesmen berkelanjutan dengan infrastruktur

informasi yang ada. Ringkasan kebutuhan utama guru sekolah dasar terhadap fitur KIDGROW disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kebutuhan guru sekolah dasar

Kebutuhan sistem	Persentase setuju	Implikasi desain
Dashboard perkembangan siswa	94,4%	Ringkasan capaian, indikator prioritas, dan status perkembangan
Grafik perkembangan longitudinal	94,4%	Perbandingan skor dan penguasaan indikator antarperiode
Laporan otomatis	88,9%	Ekspor laporan individu dan rekap kelas
Rekomendasi pembelajaran	83,3%	Rekomendasi remedial, penguatan, dan pengayaan berbasis aturan
Sistem berbasis web	77,8%	Akses lintas perangkat tanpa instalasi aplikasi native
Akses perangkat bergerak	72,2%	Antarmuka responsif untuk telepon pintar dan tablet

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Berdasarkan hasil survei, kebutuhan yang paling banyak disuarakan adalah dasbor kemajuan siswa dan grafik longitudinal, yang masing-masing disebutkan oleh 94,4% responden. Kebutuhan akan pelaporan otomatis, rekomendasi pembelajaran, serta sistem berbasis web dan akses seluler masing-masing mencatatkan angka 88,9%, 83,3%, 77,8%, dan 72,2%. Persentase tersebut digunakan untuk menentukan prioritas fitur dalam pengembangan prototipe KIDGROW. Tinjauan terhadap desain awal yang melibatkan enam guru, dua kepala sekolah, seorang spesialis evaluasi pendidikan, dan seorang ahli teknologi informasi menghasilkan sejumlah perbaikan. Perbaikan tersebut meliputi penambahan opsi input nilai pribadi; pengurangan jumlah grafik pada dasbor; penambahan kemampuan untuk menyertakan ringkasan kelas pada laporan individu; penyusunan daftar prioritas untuk rekomendasi; penataan menu berdasarkan fungsi; serta pengaturan ambang batas kesenjangan pembelajaran yang dapat disesuaikan oleh pihak sekolah.

Hasil Perancangan Arsitektur, Modul, dan Teknologi KIDGROW

KIDGROW memiliki tiga tingkatan sistem yang mencakup lapisan presentasi, lapisan aplikasi dan analitik, serta lapisan data. Lapisan presentasi menyediakan antarmuka khusus bagi administrator, guru, dan kepala sekolah. Lapisan aplikasi menangani autentikasi, asesmen, pelacakan longitudinal dan deteksi kesenjangan pembelajaran, mesin rekomendasi, serta pembuatan laporan. Lapisan data memuat informasi terkait identitas pengguna, sekolah, kelas, siswa, periode asesmen, indikator kompetensi, nilai, hasil perkembangan, rekomendasi, dan log aktivitas. Pemisahan lapisan ini memungkinkan skalabilitas layanan serta mempermudah pengujian dan pemeliharaan sistem. Spesifikasi teknologi dan fungsi utama sistem KIDGROW dirangkum pada Tabel 3.

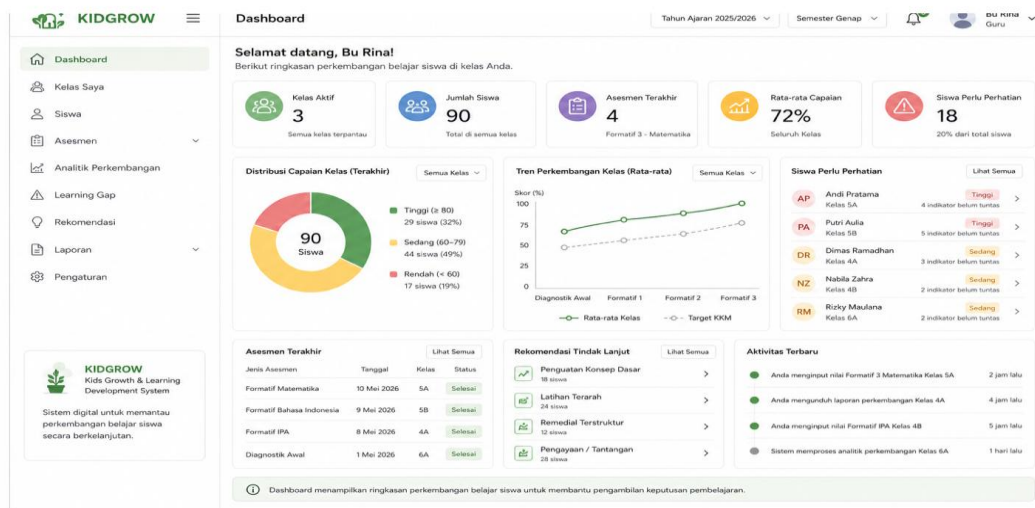
Tabel 3. Spesifikasi teknologi dan fungsi sistem KIDGROW

Komponen	Teknologi/spesifikasi	Fungsi
Antarmuka	HTML5, CSS, JavaScript, Bootstrap	Tampilan responsif pada laptop, tablet, dan telepon pintar
Framework aplikasi	Laravel/PHP	Autentikasi, logika bisnis, validasi, dan pengelolaan modul
Basis data	MySQL relasional	Penyimpanan data siswa, asesmen, indikator, dan riwayat perkembangan
Visualisasi	Chart.js	Grafik individu, kelas, tren, dan distribusi kategori

Komponen	Teknologi/spesifikasi	Fungsi
Infrastruktur	Cloud VPS	Akses daring, pemeliharaan terpusat, dan skalabilitas awal
Keamanan	Password hashing, role-based access, session control, activity log	Pembatasan akses dan audit aktivitas
Pelaporan	PDF dan spreadsheet	Laporan individu, kelas, dan rekap sekolah

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Delapan modul utama berhasil dikembangkan dan diintegrasikan, yaitu: autentikasi dan manajemen SDM, manajemen sekolah dan kelas, data siswa, asesmen, pelacakan longitudinal, identifikasi kesenjangan pembelajaran, mesin rekomendasi, dan pelaporan. Struktur indikator pun telah disusun. Tampilan dashboard utama guru pada prototipe KIDGROW ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dashboard utama guru pada prototipe KIDGROW
Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Sistem ini dapat dikonfigurasi untuk mencakup domain literasi, numerasi, dan karakter. Pada versi beta, modul-modul versi terbaru telah rampung; seluruh modul berfungsi penuh dan akses pengguna telah diatur sesuai ketentuan.

Hasil Pengembangan Longitudinal Tracking, Learning Gap, dan Rekomendasi

Ringkasan data siswa, jumlah asesmen, distribusi kategori pencapaian, kemajuan belajar, kesenjangan kompetensi, serta rekomendasi tindak lanjut akan ditampilkan pada dasbor guru. Dasbor kepala sekolah menyajikan data agregat kelas dan sekolah, sementara administrator mengelola akun, indikator, pengujian asesmen, dan pengaturan sistem. Antarmuka yang terpisah ini diimplementasikan menggunakan mekanisme kontrol akses berbasis peran role-based access control. Aturan analitik dan rekomendasi awal yang diterapkan pada KIDGROW disajikan pada Tabel 4.

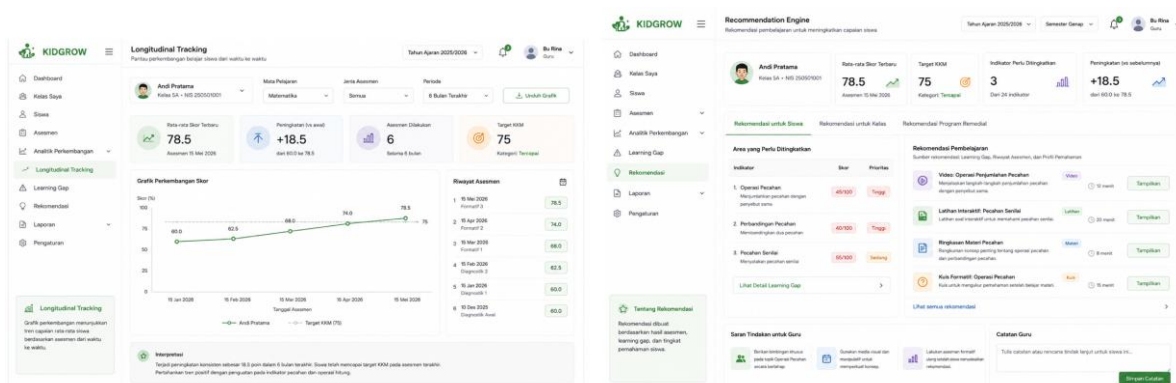
Tabel 4. Aturan analitik dan rekomendasi awal KIDGROW

Dimensi	Aturan prototipe	Keluaran/tindak lanjut
Tren perkembangan	$\geq +5$ meningkat; -4 sampai $+4$ stabil; ≤ -5 menurun	Status tren dan grafik antarperiode

Dimensi	Aturan prototipe	Keluaran/tindak lanjut
Capaian	≥ 80 tercapai baik; 70-79 tercapai; 60-69 perlu penguatan; < 60 memerlukan intervensi	Kategori capaian yang dapat dikonfigurasi
Prioritas gap	1 indikator rendah; 2 indikator sedang; ≥ 3 indikator tinggi	Daftar siswa dan indikator prioritas
Rekomendasi	Kombinasi capaian, tren, dan jumlah indikator belum dikuasai	Pengayaan, latihan terarah, penguatan, remedial, atau diagnosis lanjutan
Kontrol guru	Rekomendasi dapat diterima, diedit, atau ditolak	Catatan tindak lanjut dan jejak keputusan

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Mesin rekomendasi dikembangkan berdasarkan 12 prinsip dasar yang mengintegrasikan pencapaian terkini, tren perkembangan, dan jumlah indikator yang belum dikuasai. Rekomendasi mengenai pengayaan, latihan terbimbing, penguatan reinforcement, kegiatan remedial, atau asesmen diagnostik tambahan merupakan keluaran dari sistem ini. Guru dapat menerima, mengubah, atau menolak rekomendasi tersebut serta menambahkan langkah tindak lanjut secara mandiri. Visualisasi longitudinal tracking dan rekomendasi intervensi pada KIDGROW ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi longitudinal tracking dan rekomendasi intervensi
Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Hasil Pengujian Fungsi, Kinerja, dan Kompatibilitas

Alpha testing menggunakan 42 skenario black-box yang mencakup autentikasi, pengelolaan pengguna dan siswa, asesmen, analitik, rekomendasi, dan laporan. Pada pengujian pertama, 38 skenario berhasil dan empat skenario memerlukan perbaikan, yaitu duplikasi data siswa, validasi format spreadsheet, keterlambatan pemuatan laporan, dan pesan kesalahan pada input tidak lengkap. Setelah revisi, seluruh 42 skenario berhasil pada pengujian ulang. Ringkasan hasil pengujian fungsi dan kinerja KIDGROW disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan pengujian fungsi dan kinerja KIDGROW

Aspek pengujian	Hasil awal	Hasil setelah revisi/keterangan
Black-box testing	38/42 skenario berhasil (90,5%)	42/42 skenario berhasil pada pengujian ulang
Login	1,8 detik	Kategori baik pada koneksi normal
Dashboard	2,6 detik	Kategori baik
Simpan satu data asesmen	1,3 detik	Kategori baik

Aspek pengujian	Hasil awal	Hasil setelah revisi/keterangan
Impor 30 siswa	4,7 detik	Dapat diterima
Analitik satu kelas	3,2 detik	Dapat diterima
Laporan kelas	5,4 detik	Aktivitas terlama; memerlukan optimasi lanjutan
Kompatibilitas	Chrome, Edge, Firefox, tablet, telepon pintar	Fungsi utama berjalan; Safari memerlukan penyesuaian grafik minor

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Pengujian kinerja menunjukkan waktu rata-rata 1,8 detik untuk membuka halaman login, 2,6 detik untuk dashboard, 1,3 detik untuk menyimpan satu data asesmen, 4,7 detik untuk mengimpor 30 data siswa, 3,2 detik untuk memproses analitik satu kelas, dan 5,4 detik untuk menghasilkan laporan kelas. Seluruh fungsi inti dapat dijalankan dalam waktu kurang dari enam detik pada koneksi internet normal. Uji kompatibilitas membuktikan bahwa fungsi-fungsi penting dapat berjalan pada Google Chrome, Microsoft Edge, dan Mozilla Firefox, serta pada perangkat tablet dan ponsel pintar. Pada Safari, fungsi inti mengalami sedikit penyesuaian untuk mengubah tampilan grafik. Antarmukanya juga responsif dan telah dioptimalkan baik dari segi ukuran tabel maupun visualisasi agar dapat berjalan dengan baik di berbagai perangkat seluler.

Hasil Validasi Pedagogis dan Teknis

Sistem ini dinilai sangat layak dengan skor rata-rata keseluruhan sebesar 87,5% berdasarkan penilaian tiga ahli yang melakukan validasi. Aspek relevansi pedagogis (89,3%) serta keamanan dan akses (85,3%) masing-masing mencatatkan skor tertinggi dan terendah. Meskipun semua poin berada dalam kategori sangat layak, terdapat variasi skor yang menunjukkan area mana saja yang memerlukan perbaikan. Aspek keamanan dinilai relatif lebih rendah karena prototipe awal perlu dilengkapi dengan kebijakan yang lebih kuat terkait akses, retensi data, dan sistem otorisasi, serta pemeriksaan keamanan yang lebih formal. Hasil validasi pakar terhadap prototipe KIDGROW dirangkum pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil validasi pakar terhadap prototipe KIDGROW

Aspek	Rerata (%)	Kategori
Relevansi pedagogis	89,3	Sangat layak
Kesesuaian asesmen	88,7	Sangat layak
Ketepatan analitik	88,0	Sangat layak
Antarmuka pengguna	86,0	Sangat layak
Fungsionalitas sistem	87,3	Sangat layak
Keamanan dan akses	85,3	Sangat layak
Kelayakan implementasi	88,0	Sangat layak
Rerata keseluruhan	87,5	Sangat layak

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Para ahli memberikan masukan yang digunakan untuk melakukan perubahan pada terminologi kategori, meningkatkan spesifisitas rekomendasi, menyesuaikan pengaturan ambang batas pencapaian, menyederhanakan dasbor, mengatur batasan akses, menekankan pentingnya format impor, menambahkan fitur catatan guru, serta meningkatkan responsivitas grafik. Istilah "siswa bermasalah" diubah menjadi "siswa yang memerlukan dukungan", dan rekomendasi dilengkapi dengan indikator keterampilan yang belum dikuasai.

Hasil Rancangan Model Bisnis dan Roadmap Hilirisasi

Model bisnis KIDGROW adalah model business-to-school yang mengandalkan lisensi tahunan. Beberapa segmen targetnya meliputi distrik sekolah, sekolah dasar, serta yayasan dan lembaga pendidikan. Paket layanan yang ditawarkan mencakup akses ke platform, layanan

hosting, pembaruan sistem, dukungan teknis, pelatihan pengguna, dan perlindungan. Rancangan awal model bisnis dan roadmap hilirisasi KIDGROW disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rancangan awal model bisnis dan roadmap hilirisasi KIDGROW

Komponen/fase	Rancangan	Indikator validasi berikutnya
Proposisi nilai	Monitoring longitudinal, deteksi learning gap, rekomendasi, dan laporan otomatis	Penghematan waktu guru dan kualitas keputusan pembelajaran
Segmen pelanggan	SD negeri/swasta, yayasan, dan dinas pendidikan	Customer discovery dan willingness to pay
Skema lisensi	Lisensi sekolah tahunan dalam rentang Rp5-10 juta	Uji harga, biaya dukungan, dan tingkat retensi
Saluran	Kemitraan sekolah, dinas, jejaring alumni, dan mitra industri	Jumlah pilot, konversi, dan biaya akuisisi
2026	Pematangan prototipe, validasi, HKI, dan feasibility study	TKT 7 dan dokumentasi produk
2027-2028	Perluasan pilot, integrasi, penguatan keamanan, dan kemitraan dinas	Reliability lapangan, SLA, dan bukti efektivitas
2029-2030	Komersialisasi nasional dan model subscription bertingkat	Pendapatan berulang, retensi sekolah, dan dukungan pengguna

Sumber: Dokumen penelitian (2026)

Berdasarkan skenario awal, pasar sasaran mencakup lebih dari 148.000 sekolah dasar. Penetrasi konservatif sebesar 1% setara dengan sekitar 1.400 sekolah potensial. Dengan rentang lisensi Rp5-10 juta per sekolah per tahun, proyeksi pendapatan bruto berada pada kisaran Rp7-14 miliar per tahun. Proyeksi tersebut masih berupa asumsi awal yang akan divalidasi melalui feasibility study, customer discovery, uji harga, dan pilot berbayar.

Pembahasan

Kesesuaian KIDGROW dengan Kebutuhan Asesmen Berkelanjutan

Tingginya permintaan akan dasbor dan grafik longitudinal memvalidasi kebutuhan di sekolah bukan hanya karena kurangnya alat pencatatan, tetapi lebih karena terputusnya hubungan antara informasi penilaian dan pengambilan keputusan dalam pengajaran. Fakta bahwa 94,4% lebih menyukai fitur-fitur ini menekankan bahwa guru membutuhkan representasi kemajuan siswa yang mudah dipahami, sedangkan fakta bahwa laporan dan rekomendasi otomatis paling dibutuhkan telah membuktikan bahwa visualisasi perlu didukung oleh informasi yang dapat ditindaklanjuti. Hasil ini konsisten dengan hasil penelitian Kaliisa et al. (2023), yang menyoroti bahwa dasbor tidak hanya digunakan untuk menciptakan kesadaran, tetapi juga harus menghasilkan wawasan yang dapat ditindaklanjuti.

Pengembangan KIDGROW berpusat pada pengguna, sebagaimana dibuktikan oleh perubahan desain sesuai dengan umpan balik pengguna. Impor spreadsheet, pembuatan grafik yang disederhanakan, dan fitur lainnya menunjukkan bahwa kualitas suatu sistem tidak dapat ditentukan oleh jumlah fitur yang digunakannya, tetapi oleh kompatibilitasnya dengan alur kerja guru. Temuan yang diperoleh selaras dengan temuan (Dülger et al. (2025), yang menunjukkan bahwa dasbor yang digunakan di sekolah dasar perlu dikembangkan secara iteratif agar informasi yang disajikan akurat, relevan, dan mudah dikonversi menjadi intervensi pembelajaran.

Prosedur pembuatan KIDGROW setelah umpan balik guru juga berkorelasi dengan literatur tentang desain partisipatif dasbor pembelajaran. Dalam proses desain teknologi analitik pembelajaran, keterlibatan guru dapat meningkatkan persetujuan sistem dan konsistensi dengan praktik di kelas, tetapi juga menimbulkan konflik antara kebutuhan untuk memenuhi kepentingan guru dan prinsip-prinsip teori pendidikan tentang indikator perkembangan yang memandu pengembangan teknologi analitik pembelajaran (van Leeuwen et al., 2023). Konflik ini dapat

dilihat pada KIDGROW di mana penyederhanaan tampilan grafis dan penyediaan kemampuan impor data perlu diimbangi dengan menjaga validitas indikator perkembangan yang diimplementasikan sesuai dengan kerangka penilaian. Pada gilirannya, revisi desain KIDGROW bukan hanya reaksi pragmatis terhadap kritik pengguna, tetapi juga elemen proses yang menyeimbangkan posisi agen guru dan integritas teoretis sistem yang diusulkan oleh pendekatan desain berpusat pada manusia untuk pengembangan dasbor pendidikan (van Leeuwen *et al.*, 2023).

Kebaruan Developmental Learning Analytics dan Integrasi Sistem

Kebaruan konseptual KIDGROW adalah orientasinya pada analitik pembelajaran perkembangan. Beberapa situs sekolah menampilkan skor akhir atau distribusi prestasi, tetapi KIDGROW adalah repositori indikator masa lalu dan perbandingan perubahan dari waktu ke waktu. Orientasi ini mengubah penekanan dari skor siswa menjadi arah pertumbuhan dan indikator apa yang perlu didukung. Prinsip ini sangat berlaku untuk sekolah dasar, di mana pembelajaran tidak hanya bertahap dan heterogen, tetapi juga tidak selalu linier. Pendekatan inovatif sistem ini terletak pada kemampuan untuk menggabungkan data penilaian dengan rekomendasi dalam alur kerja yang disederhanakan. Para guru memilih periode dan kelas, lalu memasukkan atau mengimpor skor, menerapkan analitik, dan mendapatkan kembali grafik, status kesenjangan, dan saran tindakan tindak lanjut.

Integrasi semacam ini dapat membantu mengurangi apa yang disebut biaya fragmentasi karena harus mentransfer data antar berbagai file yang harus dilakukan guru. Studi menunjukkan bahwa kekayaan umpan balik dapat ditingkatkan dengan dasbor yang diimplementasikan sebagai bagian dari praktik kelas Knoop-van Campen & Molenaar (2020) dan bahwa dasbor yang dilengkapi dengan mekanisme umpan balik dapat membantu menyempurnakan pengetahuan siswa (Karademir *et al.*, (2024) Namun, keuntungan ini hanya dapat dicapai ketika guru memahami data dan ketika sistem berkorelasi dengan tindakan pedagogis. Elemen lain yang digunakan oleh KIDGROW untuk bergabung dalam diskusi tentang kompleksitas algoritma adalah implementasi yang disengaja dari aturan yang mudah dipahami dan disesuaikan. Pilihan ini mungkin terdengar kurang canggih daripada pembelajaran mesin, tetapi akan lebih berorientasi pada kematangan data dan akuntabilitas. Possaghi *et al.* (2025) menunjukkan bahwa masih ada masalah dengan dasbor multimodal yang kaya data dalam hal interpretasi, privasi, dan beban kerja guru yang berlebihan. Dengan demikian, kompleksitas teknis tidak dapat menjadi satu-satunya ukuran inovasi, kesesuaian situasional, keterbukaan, dan kemampuan untuk memicu tindakan adalah ukuran yang lebih relevan..

Pergeseran orientasi dari status ke pertumbuhan yang diusung KIDGROW memiliki akar konseptual yang kuat dalam literatur pengukuran pendidikan. Model status semata, yang hanya melaporkan capaian pada satu titik waktu, tidak cukup untuk menilai kemajuan belajar siswa, terutama bagi siswa yang berangkat dari titik awal rendah namun menunjukkan pertumbuhan signifikan (Betebenner, 2009). Model pertumbuhan berbasis norma memungkinkan interpretasi yang lebih adil karena membandingkan perkembangan siswa dengan lintasan siswa lain yang memiliki riwayat capaian serupa, bukan sekadar posisi mereka pada standar tunggal (Betebenner, 2009). Pendekatan *developmental learning analytics* pada KIDGROW, yang menyimpan riwayat indikator antarperiode alih-alih hanya menampilkan skor akhir, sejalan dengan prinsip ini. KIDGROW memang tidak menerapkan model kuantil pertumbuhan yang kompleks secara statistik seperti pada konteks akuntabilitas skala besar, tetapi prinsip dasarnya - menilai arah dan laju perubahan alih-alih posisi absolut - memberikan fondasi konseptual yang sejalan dengan tuntutan asesmen perkembangan anak yang bersifat individual dan tidak linear.

Transparansi Rekomendasi dan Tata Kelola Data

Pemilihan *rule-based recommendation engine* merupakan keputusan metodologis dan etis. Algoritma prediktif yang kompleks berpotensi menghasilkan akurasi lebih tinggi setelah tersedia data besar, tetapi pada tahap prototipe data belum cukup untuk melatih model yang stabil dan dapat digeneralisasi. Aturan eksplisit lebih mudah diverifikasi oleh pakar, dijelaskan kepada guru, dan diaudit ketika terjadi rekomendasi yang tidak sesuai. Transparansi ini penting pada konteks anak karena keputusan intervensi tidak boleh ditentukan oleh sistem yang tidak dapat dijelaskan.

Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip *human-centred learning analytics* yang menempatkan kontrol manusia dan *trustworthiness* sebagai persyaratan desain (Alfredo et al., 2024).

Namun, sistem berbasis aturan memiliki keterbatasan. Ambang batas skor mungkin tidak dapat mendeteksi kesalahan pengukuran, perbedaan variabel instrumen, maupun variabel perkembangan individu. Oleh karena itu, KIDGROW menghindari praktik penegakan diagnosis atau pelabelan siswa sebagai individu yang bermasalah. Sebaliknya, label yang digunakan menunjukkan kebutuhan akan dukungan, dan saran yang diberikan senantiasa dikaitkan dengan indikator spesifik yang belum dikuasai. Dengan pendekatan ini, stigmatisasi dapat dihindari, dan pada saat yang sama, data berfungsi sebagai katalis bagi proses inkuiri guru, bukan sebagai pengganti penilaian profesional mereka. Di tingkat organisasi, dasbor bagi kepala sekolah mengubah data penilaian menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti untuk keperluan supervisi akademik dan perencanaan dukungan. Pemanfaatan data agregat memungkinkan sekolah menentukan kelas atau indikator prioritas tanpa harus mengungkapkan informasi data di tingkat individu. Kendati demikian, informasi tersebut tidak boleh digunakan untuk mengategorikan atau memberikan sanksi kepada guru tanpa disertai analisis situasional. Penerapannya memerlukan sistem tata kelola yang secara eksplisit mencantumkan tujuan penggunaan, jangka waktu penyimpanan data, koreksi kesalahan, dan autentikasi. Kebutuhan-kebutuhan tersebut menjadi sangat krusial mengingat informasi mengenai anak bersifat sensitif dan berisiko menimbulkan stigmatisasi jika terjadi penyalahgunaan.

Kebutuhan akan tata kelola data dalam KIDGROW berkaitan erat dengan diskusi yang lebih luas mengenai siapa sebenarnya pemilik data anak terkait pendidikan mereka. Rezim tata kelola data sekolah sering kali terbagi antara data yang dikumpulkan untuk kebutuhan kebijakan pemerintah dan data yang dikelola oleh vendor teknologi pendidikan komersial; hal ini menyebabkan orang tua (dan bahkan pihak sekolah sendiri) tidak mengetahui informasi mengenai kepemilikan dan penyimpanan data mereka, serta bagaimana data tersebut nantinya digunakan (Day et al., 2022). Temuan ini mendukung prioritas KIDGROW untuk mengembangkan kebijakan yang jelas mengenai pengelolaan data sejak tahap pembuatan prototipe. Kebijakan tersebut harus mengatur batasan penggunaan data agregat oleh kepala sekolah, tata cara koreksi data oleh guru dan orang tua, serta perbedaan antara data yang digunakan untuk tujuan pembelajaran dan data yang berisiko digunakan oleh pihak ketiga (Day et al., 2022). Bahaya dari sistem tata kelola yang tidak jelas tidak terbatas pada pelanggaran teknis privasi data; hal ini juga mencakup risiko hilangnya kepercayaan sekolah terhadap sistem yang seharusnya mendukung bukan mengintervensi kebebasan pedagogis guru.

Kelayakan Teknis, Pedagogis, dan Kesiapan Implementasi

Keberhasilan seluruh skenario pada pengujian ulang menunjukkan bahwa fungsi inti prototipe telah konsisten setelah revisi. Namun, hasil tersebut belum dapat disamakan dengan *reliability* pada lingkungan produksi. Pengujian berikutnya perlu mencakup *concurrency*, *load testing*, *penetration testing*, pemulihan bencana, *uptime*, dan pengukuran persentil waktu respon. Demikian pula, waktu respons di bawah enam detik memadai untuk uji terbatas, tetapi performa dapat berubah ketika jumlah sekolah, pengguna serentak, dan volume data meningkat. Kompatibilitas lintas perangkat menjawab kebutuhan 72,2% guru terhadap akses bergerak dan mengurangi biaya pengembangan aplikasi *native*.

Meskipun demikian, pilihan *web responsif* menimbulkan ketergantungan pada jaringan dan peramban. Pengembangan selanjutnya perlu mempertimbangkan *progressive web application*, penyimpanan sementara pada koneksi tidak stabil, serta sinkronisasi data yang aman agar aksesibilitas sekolah dengan infrastruktur terbatas tetap terjaga. Hasil validasi mendukung kesiapan prototipe untuk uji lapangan, tetapi belum membuktikan *usability* pengguna akhir. Penilaian pakar cenderung merepresentasikan kesesuaian prinsip dan kualitas rancangan, sedangkan *usability* bergantung pada pengalaman guru menyelesaikan tugas nyata, waktu belajar sistem, kesalahan penggunaan, dan kondisi sekolah. Oleh sebab itu, SUS dan observasi task completion harus dilakukan setelah guru menggunakan sistem dalam beberapa siklus asesmen. Sikap metodologis ini penting agar artikel tidak menyamakan *expert judgment* dengan penerimaan pengguna.

Masalah kesenjangan infrastruktur yang disebutkan dalam wacana kompatibilitas lintas perangkat juga ditunjukkan dalam kasus penelitian tentang pengenalan teknologi pendidikan di daerah dengan konektivitas rendah. Uji coba percontohan menggunakan aplikasi seluler yang mampu beroperasi secara offline untuk menilai literasi AI di sekolah-sekolah pedesaan Chili memberikan skor System Usability Scale (SUS) sebesar 76,1 (atau baik) dan menentukan bahwa kendala perangkat keras dan infrastruktur, bukan desain aplikasi itu sendiri, adalah faktor terbesar yang mencegah penggunaan teknologi di sekolah-sekolah dengan keterbatasan sumber daya (Aguilera et al., 2026). Arsitektur web responsif saja tidak cukup untuk memastikan aksesibilitas lengkap tanpa penambahan fitur yang disebut offline-first dan sinkronisasi data yang dapat bertahan dalam koneksi jaringan yang tidak andal, seperti yang ditunjukkan oleh temuan ini (Aguilera et al., 2026). Pada langkah pengujian lapangan selanjutnya, KIDGROW akan menerapkan pengujian kegunaan formal, dengan bantuan alat standar seperti SUS; hal ini akan membuat klaim tentang kelayakan teknis tidak terbatas pada pendapat para spesialis, tetapi pada pengalaman nyata orang-orang di lapangan, dalam berbagai kondisi infrastruktur.

Kelayakan Industrial dan Strategi Hilirisasi

Model lisensi tahunan memberikan jalan menuju keberlanjutan, karena biaya hosting, pembaruan, dukungan pengguna, dan keamanan dapat dimasukkan ke dalam layanan. Meskipun potensi pasar dan proyeksi pendapatan tampak signifikan, angka Rp 7–14 miliar adalah angka bruto, karena belum mencakup diskon, pajak, pengeluaran server, pelatihan, pengembangan konten, dukungan teknis, akuisisi pelanggan, dan churn. Dengan demikian, kelayakan industri harus diuji berdasarkan kesediaan membayar, ekonomi unit, tingkat retensi, dan distribusi manfaat kepada universitas, penemu, dan mitra industri.

Peta jalan komersialisasi harus berjalan seiring dengan pembangunan bukti ilmiah. Ada risiko memengaruhi kepercayaan di antara sekolah-sekolah dengan melakukan komersialisasi sebelum keandalan dan tata kelola data dilakukan. Di sisi lain, menunggu untuk mendapatkan produk yang sempurna mungkin tidak kondusif untuk pembelajaran pasar. Pendekatan yang lebih logis adalah komersialisasi bertahap: hanya sejumlah kecil uji coba berbayar, pengujian layanan, peningkatan, berdasarkan catatan penggunaan, dan kemudian pertumbuhan bertahap. Kontrak lisensi harus menentukan cakupan penggunaan, kepemilikan data, tanggung jawab keamanan, dukungan teknis, pembaruan, dan prosedur penghentian layanan. Strategi ini sesuai dengan agenda Universitas Negeri Malang untuk memperkuat industrinya dalam aspek pengajaran, lisensi produk penelitian, dan diversifikasi sumber pendapatan.

Rencana komersialisasi bertahap KIDGROW yang disarankan dapat dilengkapi dengan model komersialisasi hasil penelitian akademis. Kerangka kerja Augmented Stage-gate adalah kerangka kerja yang menggabungkan gelombang terbaru proses stage-gate dengan pendekatan lean startup dan design thinking untuk meningkatkan komersialisasi penelitian teknologi canggih dalam konteks akademis. Kerangka kerja ini terdiri dari enam langkah dan lima gerbang keputusan, dan dapat dimulai dengan validasi kesesuaian masalah-solusi dan diakhiri dengan pilihan jalur eksploitasi yang tepat, yaitu lisensi, spin-off, atau kemitraan non-komersial (Kruachottikul et al., 2023). KIDGROW dapat mengatur ulang struktur ini untuk memungkinkan pembuatan peta jalan komersialisasi yang lebih sistematis seperti, pengenalan gerbang keputusan eksplisit di satu sisi, antara fase uji coba berbayar yang terbatas, di sisi lain, evaluasi retensi dan kesediaan untuk membayar, dan keputusan akhir tentang perluasan lisensi ke sekolah atau lembaga pendidikan lain (Kruachottikul et al., 2023). Proses bertahap seperti itu dapat membantu tim pengembang untuk tidak melakukan komersialisasi sistem secara prematur sampai keandalan dan tata kelola data telah sepenuhnya diuji.

Implikasi Praktis bagi Guru, Sekolah, dan Pengembangan

Secara praktis, dengan memanfaatkan KIDGROW, tugas penilaian seorang guru menjadi lebih mudah berubah menjadi sekadar tugas kompilasi data, alih-alih menjadi proses untuk memahami kemajuan perkembangan. Nilai terbaik dari sistem ini tidak terletak pada banyaknya grafik yang dihasilkan, melainkan pada kemampuannya meringkas data menjadi daftar indikator prioritas dan kemungkinan tindakan tindak lanjut. Dalam penerapannya di sekolah, dasbor ini harus digunakan dalam sesi refleksi singkat setelah penilaian formatif, seperti dalam rapat tingkat

kelas atau komunitas belajar guru. Pola penggunaannya juga menuntut guru untuk meninjau contoh hasil karya siswa, catatan observasi, dan situasi kelas sebelum memberikan rekomendasi; jika tidak, proses pengambilan keputusan hanya akan menjadi mekanisme mekanis layaknya mesin otomatis.

Kepala sekolah dapat memanfaatkan data agregat KIDGROW untuk membantu pengawasan akademik, pemetaan kebutuhan pengembangan profesional, dan distribusi sumber daya. Jika ditemukan kesenjangan pada beberapa kelas terkait indikator yang sama, hal ini tidak berarti setiap kasus harus ditangani secara individual melalui remedial; sekolah dapat meninjau materi pembelajaran, metode pengajaran, instrumen penilaian, atau bahkan aksesibilitas sarana belajar. Sebagai penutup, guna mencegah bias, sekolah perlu menyusun pedoman penggunaan data yang melarang pembuatan peringkat guru yang terlalu menyederhanakan keadaan, serta memastikan bahwa seluruh visualisasi data diarahkan untuk perbaikan, bukan tindakan yang bersifat menghukum. Paket implementasi juga harus mencakup pelatihan literasi data, mengingat dasbor yang dirancang dengan baik sekalipun dapat disalahartikan jika pengguna kurang memahami kualitas, keterbatasan, dan konteks data tersebut.

Bagi pihak pengembang, sebuah studi menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara kelengkapan fitur dan beban kognitif. Sebelum menerapkan AI generatif, pengembangan di masa mendatang harus berfokus pada stabilitas impor data, kecepatan pembuatan laporan, dasar pertimbangan di balik rekomendasi, pencatatan keputusan guru, serta dukungan untuk kondisi konektivitas rendah. Pengujian terhadap pengembangan fitur apa pun sebaiknya menggunakan tugas autentik, bukan sekadar survei kepuasan. Faktor keberhasilan selama masa implementasi mencakup waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas, tingkat kesalahan, frekuensi penerapan rekomendasi, peningkatan kualitas pada rencana tindak lanjut, serta manfaat yang dirasakan setelah beberapa siklus penilaian. Dengan memanfaatkan indikator-indikator tersebut, evaluasi KIDGROW dapat diarahkan ulang untuk menilai kelayakan prototipe dalam menyajikan bukti berharga mengenai penggunaan praktis dan dampaknya.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, data mengenai hasil belajar siswa belum dievaluasi untuk menentukan dampak KIDGROW dalam aspek literasi, numerasi, atau pengembangan karakter. Kedua, uji kegunaan lapangan yang mencakup penerapan System Usability Scale (SUS) dan observasi tugas belum rampung; oleh karena itu, kesesuaian bagi pengguna akhir belum dapat dipastikan saat ini. Ketiga, validasi ahli hanya melibatkan tiga orang dan cakupannya perlu diperluas dengan melibatkan pakar di bidang psikometri, keamanan siber, perlindungan data, serta pendidikan inklusif. Keempat, reliabilitas yang dilaporkan terbatas pada konsistensi fungsional saat pengujian ulang, bukan pada uptime atau stabilitas jangka panjang. Kelima, model bisnis didasarkan pada asumsi pasar dan belum diuji melalui eksperimen penetapan harga atau kontrak percontohan. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi bahan pertimbangan untuk studi lanjutan, namun tidak mengurangi nilai prototipe tersebut sebagai dasar bagi pengujian implementasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

KIDGROW telah berhasil dikembangkan menjadi sistem pengembangan pembelajaran berbasis cloud (komputasi awan) yang dirancang untuk memantau tahapan perkembangan belajar anak usia sekolah dasar. Model ADDIE menciptakan hubungan yang jelas antara kebutuhan pengguna, arsitektur, dan pengembangan, serta validasi modul. Analisis kebutuhan menunjukkan adanya permintaan tinggi terhadap dasbor dan grafik perkembangan jangka panjang (94,4%), laporan otomatis (88,9%), serta rekomendasi pembelajaran (83,3%). Delapan modul inti telah berhasil diintegrasikan melalui arsitektur tiga tingkat yang mencakup basis data relasional, pelacakan perkembangan jangka panjang, deteksi kesenjangan pembelajaran, mesin rekomendasi berbasis aturan, dasbor untuk guru dan kepala sekolah, serta generator laporan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, data mengenai hasil belajar siswa belum dievaluasi untuk menentukan dampak KIDGROW dalam aspek literasi, numerasi, atau pengembangan karakter. Kedua, uji kegunaan lapangan yang mencakup penerapan System Usability Scale (SUS) dan observasi tugas belum rampung; oleh karena itu, kesesuaian bagi

pengguna akhir belum dapat dipastikan saat ini. Ketiga, validasi ahli hanya melibatkan tiga orang dan cakupannya perlu diperluas dengan melibatkan pakar di bidang psikometri, keamanan siber, perlindungan data, serta pendidikan inklusif. Keempat, reliabilitas yang dilaporkan terbatas pada konsistensi fungsional saat pengujian ulang, bukan pada uptime atau stabilitas jangka panjang. Kelima, model bisnis didasarkan pada asumsi pasar dan belum diuji melalui eksperimen penetapan harga atau kontrak percontohan. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi bahan pertimbangan untuk studi lanjutan, namun tidak mengurangi nilai prototipe tersebut sebagai dasar bagi pengujian implementasi. KIDGROW telah berhasil dikembangkan menjadi sistem pengembangan pembelajaran berbasis cloud (komputasi awan) yang dirancang untuk memantau tahapan perkembangan belajar anak usia sekolah dasar. Model ADDIE menciptakan hubungan yang jelas antara kebutuhan pengguna, arsitektur, dan pengembangan, serta validasi modul. Analisis kebutuhan menunjukkan adanya permintaan tinggi terhadap dasbor dan grafik perkembangan jangka panjang (94,4%), laporan otomatis (88,9%), serta rekomendasi pembelajaran (83,3%). Delapan modul inti telah berhasil diintegrasikan melalui arsitektur tiga tingkat yang mencakup basis data relasional, pelacakan perkembangan jangka panjang, deteksi kesenjangan pembelajaran, mesin rekomendasi berbasis aturan, dasbor untuk guru dan kepala sekolah, serta generator laporan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti juga menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Malang (UM) khususnya melalui skema pendanaan Non-APBN UM tahun 2026 serta kepada sekolah dasar mitra, guru dan kepala sekolah yang berpartisipasi, pengembang perangkat lunak, mahasiswa, dan validator yang telah membantu dalam tahap analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, dan validasi KIDGROW.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, C. A., Castro, A., Scheihing, E., & Medina Paredes, J. (2026). Offline technology for rural AI literacy: Steps towards a holistic educational solution. *Sustainability*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/su18105105>
- Alfredo, R., Echeverria, V., Jin, Y., Yan, L., Swiecki, Z., Gašević, D., & Martinez-Maldonado, R. (2024). Human-centred learning analytics and AI in education: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100215. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100215>
- Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. (2022). *Panduan pembelajaran dan asesmen pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan menengah*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Banihashem, S. K., Noroozi, O., van Ginkel, S., Macfadyen, L. P., & Biemans, H. J. A. (2022). A systematic review of the role of learning analytics in enhancing feedback practices in higher education. *Educational Research Review*, 37, 100489. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100489>
- Betebenner, D. (2009). Norm- and criterion-referenced student growth. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(4), 42–51. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2009.00161.x>
- Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. In *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.
- Day, E., Pothong, K., Atabey, A., & Livingstone, S. (2022). Who controls children’s education data? A socio-legal analysis of the UK governance regimes for schools and EdTech. *Learning, Media and Technology*, 49(3), 356–370. <https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2152838>
- Divanji, R. A., Bindman, S., Tung, A., Chen, K., Castaneda, L., & Scanlon, M. (2023). A one stop shop? Perspectives on the value of adaptive learning technologies in K-12 education. *Computers and Education Open*, 5, 100157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100157>

- Dülger, M., van Leeuwen, A., Janssen, J., & Kester, L. (2025). Designing a classroom-level teacher dashboard to foster primary school teachers' direct instruction of self-regulated learning strategies. *Education and Information Technologies*, 30, 14785–14819. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13389-9>
- Gašević, D., Greiff, S., & Shaffer, D. W. (2022). Towards strengthening links between learning analytics and assessment: Challenges and potentials of a promising new bond. *Computers in Human Behavior*, 134, 107304. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107304>
- Kaliisa, R., Jivet, I., & Prinsloo, P. (2023). A checklist to guide the planning, designing, implementation, and evaluation of learning analytics dashboards. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 28. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00394-6>
- Karademir, O., Borgards, L., Di Mitri, D., Strauß, S., Kubsch, M., Brobeil, M., Grimm, A., Gombert, S., Rummel, N., Neumann, K., & Drachsler, H. (2024). Following the impact chain of the LA Cockpit: An intervention study investigating a teacher dashboard's effect on student learning. *Journal of Learning Analytics*, 11(2), 215–228. <https://doi.org/10.18608/jla.2024.8399>
- Knoop-van Campen, C. A. N., & Molenaar, I. (2020). How teachers integrate dashboards into their feedback practices. *Frontline Learning Research*, 8(4), 37–51. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i4.641>
- Kruachottikul, P., Dumrongvute, P., Tea-makorn, P., Kittikowit, S., & Amrapala, A. (2023). New product development process and case studies for deep-tech academic research to commercialization. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00311-1>
- Li, J., Xue, E., & Guo, S. (2025). The effects of PISA on global basic education reform: a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 106. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04403-z>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Paavilainen, T., López-Pernas, S., Väisänen, S., Kontkanen, S., & Hirsto, L. (2025). Using learning analytics to support self-regulated learning in primary education: A learning design perspective. *Technology, Knowledge and Learning*, 30, 1299–1319. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09808-4>
- Possaghi, I., Vesin, B., Zhang, F., Sharma, K., Knudsen, C., Bjørkum, H., & Papavlasopoulou, S. (2025). Integrating multi-modal learning analytics dashboard in K-12 education: Insights for enhancing orchestration and teacher decision-making. *Smart Learning Environments*, 12, 53. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00410-4>
- Themeli, A., Kotsifakos, D., & Psaromiligkos, Y. (2026). Vygotsky's Systemic Perspectives on Managing the Risk of Student Failure in Technology-Enhanced Learning Design. In *Applied Sciences* (Vol. 16, Issue 7, p. 3398). <https://doi.org/10.3390/app16073398>
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?* UNESCO.
- van Kessel, M., Molenaar, I., Knoop-van Campen, C. A. N., de Jonge, M., & Saab, N. (2025). Primary school teacher perspectives on effective dashboard use in the classroom: Skills, knowledge, and contextual conditions. *Journal of Learning Analytics*, 12(2), 279–292. <https://doi.org/10.18608/jla.2025.8493>
- van Leeuwen, A., Knoop-van Campen, C. A. N., Molenaar, I., & Rummel, N. (2021). How teacher characteristics relate to how teachers use dashboards: Results from two case studies in K-12. *Journal of Learning Analytics*, 8(2), 6–21. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7325>
- van Leeuwen, A., Strauß, S., & Rummel, N. (2023). Participatory design of teacher dashboards: Navigating the tension between teacher input and theories on teacher professional vision. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1039739. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1039739>

- Wang, X. S., Perry, L. B., Malpique, A., & Ide, T. (2023). Factors predicting mathematics achievement in PISA: a systematic review. *Large-Scale Assessments in Education*, 11(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00174-8>