

Analisis Pembelajaran dalam Pendidikan di Indonesia: Tinjauan Sistematis tentang Model Prediktif dan Strategi Intervensi

Made Wira Yanottama^{*1}, Ketut Agustini², I Kadek Suartama³

^{1,2,3}Teknologi Pendidikan, Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia
Email: ¹wira.yanottama@gmail.com, ²ketutagustini@undiksha.ac.id, ³ik-suartama@undiksha.ac.id

Abstrak

Perkembangan *learning analytics* telah mendorong pemanfaatan data pembelajaran untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pendidikan. Meskipun berbagai penelitian mengenai model prediktif telah berkembang pesat, kajian yang secara khusus mensintesis implementasi *learning analytics* pada konteks pendidikan di Indonesia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis perkembangan model prediktif, faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan akademik, serta strategi intervensi pendidikan berbasis *learning analytics* melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pedoman PRISMA. Penelusuran literatur dilakukan pada basis data Scopus dan Google Scholar untuk publikasi tahun 2022–2026 sehingga diperoleh 20 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil sintesis menunjukkan bahwa algoritma berbasis *ensemble learning* seperti Random Forest, XGBoost, dan Stacking Ensemble memberikan performa prediksi yang relatif lebih konsisten, sedangkan faktor akademik, aktivitas pada *Learning Management System* (LMS), motivasi belajar, serta kondisi sosial ekonomi menjadi prediktor utama keberhasilan akademik. Selain itu, sebagian besar penelitian mengembangkan *Early Warning System* untuk mendukung intervensi akademik secara lebih dini dan tepat sasaran. Kontribusi penelitian ini adalah menyajikan sintesis komprehensif mengenai perkembangan implementasi *learning analytics* di Indonesia, mengidentifikasi tantangan implementasi, serta memberikan rekomendasi bagi pengembangan penelitian dan sistem pendukung keputusan pendidikan berbasis data.

Kata kunci: *intervensi pendidikan, learning analytics, prediksi.*

Learning Analytics in Indonesian Education: A Systematic Review of Predictive Models and Educational Intervention Strategies

Abstract

The rapid development of learning analytics has encouraged the use of educational data to support evidence-based decision-making in education. Although numerous studies have developed predictive models, systematic evidence synthesizing the implementation of learning analytics in the Indonesian educational context remains limited. This study aims to analyze predictive models, key determinants of academic success, and educational intervention strategies through a Systematic Literature Review (SLR) following the PRISMA guidelines. Literature was retrieved from the Scopus and Google Scholar databases covering publications from 2022 to 2026, resulting in 20 eligible studies. The findings indicate that ensemble learning algorithms, including Random Forest, XGBoost, and Stacking Ensemble, consistently achieved strong predictive performance, while academic achievement, Learning Management System (LMS) activity, learning motivation, and socioeconomic conditions were identified as the most influential predictors of academic success. Furthermore, most studies incorporated Early Warning Systems to facilitate timely educational interventions. This review contributes by providing a comprehensive synthesis of learning analytics implementation in Indonesia, identifying current implementation challenges, and offering recommendations for future research and data-driven educational decision-support systems.

Keywords: *educational intervention, learning analytics, prediction.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam pendidikan telah menghasilkan volume data yang sangat besar terkait aktivitas belajar siswa, terutama melalui penggunaan Learning Management System (LMS) dan platform pembelajaran online. Kondisi ini mendorong munculnya bidang *learning analytics* yang berfokus pada pemanfaatan data untuk memahami dan meningkatkan proses pembelajaran. Secara umum, *learning analytics*

didefinisikan sebagai proses pengukuran, pengumpulan, analisis, dan pelaporan data tentang siswa untuk mengoptimalkan pembelajaran dan lingkungan belajar [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, teknik *learning analytics* semakin banyak digunakan untuk memprediksi hasil belajar siswa, seperti performa akademik, risiko kegagalan, hingga kemungkinan *dropout*. Berbagai pendekatan seperti *machine learning* dan *data mining* telah diterapkan untuk menganalisis data siswa, termasuk data demografis, nilai, serta aktivitas dalam sistem pembelajaran digital [2]. Model prediktif ini memungkinkan identifikasi dini terhadap siswa yang berisiko mengalami kesulitan belajar.

Kemampuan untuk melakukan prediksi dini ini menjadi sangat penting karena berkaitan langsung dengan intervensi pendidikan yang tepat waktu. Dengan mengetahui siswa yang berisiko, pendidik dapat memberikan dukungan seperti bimbingan, umpan balik personal, atau program remedial. Penelitian menunjukkan bahwa hasil prediksi dari model *machine learning* dapat digunakan untuk merancang intervensi yang lebih terarah dan personal, misalnya melalui pemberian tutoring atau rekomendasi pembelajaran [3].

Lebih lanjut, integrasi antara model prediktif dan strategi intervensi telah terbukti memberikan dampak positif terhadap hasil belajar. Studi menunjukkan bahwa penerapan sistem *early warning* dan intervensi berbasis data mampu meningkatkan performa akademik serta menurunkan tingkat *dropout*. Sebagai contoh, intervensi berbasis *learning analytics* dilaporkan dapat meningkatkan tingkat kelulusan dan menurunkan angka putus studi secara signifikan [4].

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *learning analytics* di bidang pendidikan berkembang pesat melalui pemanfaatan teknik *machine learning* dan *educational data mining* untuk memprediksi performa akademik, risiko putus studi (*dropout*), maupun ketepatan waktu kelulusan. Sebagian besar penelitian berfokus pada pengembangan dan evaluasi performa algoritma, seperti *Random Forest*, *Decision Tree*, *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, hingga berbagai pendekatan *deep learning*, dengan indikator keberhasilan utama berupa peningkatan akurasi prediksi. Selain itu, beberapa penelitian mulai mengintegrasikan model prediktif ke dalam *Early Warning System (EWS)* sebagai dasar pemberian intervensi akademik yang lebih cepat dan tepat sasaran. Meskipun demikian, fokus penelitian masih didominasi oleh evaluasi teknis algoritma sehingga pemahaman mengenai pola implementasi, faktor prediktor dominan, serta bentuk intervensi pendidikan yang diterapkan pada konteks Indonesia masih tersebar dan belum tersintesis secara komprehensif.

Hingga saat ini, kajian *Systematic Literature Review* mengenai *learning analytics* masih didominasi oleh pembahasan pada konteks global atau hanya berfokus pada perbandingan performa algoritma prediksi. Belum banyak penelitian yang secara khusus memetakan perkembangan implementasi *learning analytics* di Indonesia dengan menghubungkan tiga aspek utama, yaitu model prediktif yang digunakan, faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan akademik, serta strategi intervensi yang dikembangkan berdasarkan hasil prediksi. Akibatnya, belum tersedia gambaran yang komprehensif mengenai kecenderungan penelitian, tantangan implementasi, maupun peluang pengembangan *learning analytics* dalam sistem pendidikan Indonesia.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menyajikan sintesis sistematis terhadap implementasi *learning analytics* pada konteks pendidikan di Indonesia selama periode 2022–2026. Berbeda dengan kajian sebelumnya yang umumnya hanya mengevaluasi performa algoritma, penelitian ini menganalisis keterkaitan antara model prediktif, karakteristik data yang digunakan, faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan akademik, serta bentuk intervensi pendidikan yang dihasilkan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menggambarkan perkembangan teknologi prediksi, tetapi juga menjelaskan bagaimana hasil prediksi dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan pendidikan berbasis data.

Selain itu, sistem prediksi berbasis *learning analytics* juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih proaktif dalam pendidikan. Dengan memanfaatkan data interaksi siswa secara real-time, pendidik dapat memonitor perkembangan belajar dan memberikan intervensi sebelum masalah menjadi lebih serius [5]. Hal ini tidak hanya berdampak pada peningkatan kinerja belajar, tetapi juga pada retensi siswa, yaitu kemampuan siswa untuk tetap bertahan dalam proses pendidikan dan tidak mengalami *dropout*.

Meskipun demikian, masih terdapat tantangan dalam implementasi *learning analytics*, seperti interpretabilitas model, privasi data, serta efektivitas intervensi yang beragam tergantung konteks pembelajaran [6]. Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis untuk memahami bagaimana teknik *learning analytics* digunakan dalam memprediksi hasil belajar, bagaimana intervensi dirancang berdasarkan prediksi tersebut, serta sejauh mana dampaknya terhadap performa dan retensi siswa. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis bagaimana teknik analisis pembelajaran dimanfaatkan untuk memprediksi hasil belajar peserta didik dan mendukung strategi intervensi pendidikan di Indonesia, serta mengkaji dampaknya terhadap kinerja akademik dan retensi peserta didik. Selain menjawab pertanyaan penelitian, hasil kajian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi institusi pendidikan dalam pengembangan *Early Warning System* berbasis *learning analytics*, menjadi referensi bagi pengembang sistem pendukung keputusan pendidikan, serta memberikan arah penelitian lanjutan mengenai implementasi *learning analytics* yang lebih adaptif, transparan, dan berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

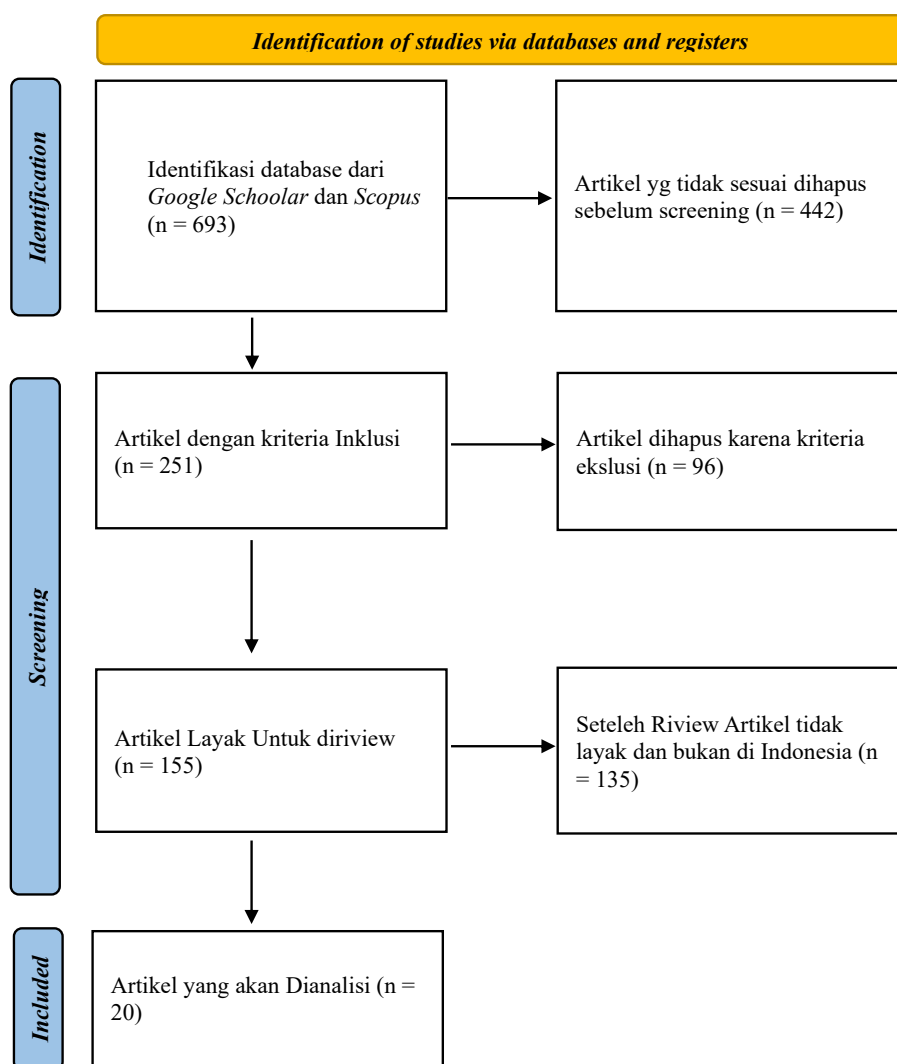
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode Systematic Literature Review (SLR) yang mengacu pada pedoman *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)*. Penelitian difokuskan pada kajian sistematis terhadap literatur ilmiah yang membahas penerapan analisis pembelajaran (*learning analytics*) dalam pendidikan, khususnya terkait model prediktif dan strategi intervensi pada konteks pendidikan di Indonesia. Subjek penelitian berupa artikel-artikel ilmiah yang memenuhi kriteria seleksi dan dijadikan unit analisis utama. Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur pada basis data seperti Scopus dan Google Scholar dengan bantuan aplikasi Publish or Perish. Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan judul, abstrak, dan isi artikel sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel diterbitkan pada rentang tahun 2022–2026, (2) dipublikasikan dalam jurnal *peer-reviewed*, (3) ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, dan (4) membahas analisis pembelajaran, model prediktif, atau strategi intervensi dalam konteks pendidikan Indonesia. Adapun kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak relevan dengan fokus penelitian, bersifat non-empiris, atau tidak memenuhi standar kualitas publikasi ilmiah. Selanjutnya, kualitas artikel dievaluasi melalui proses appraisal yang mempertimbangkan aspek metodologi, kejelasan hasil penelitian, serta kontribusi ilmiahnya. Dengan demikian, artikel yang dianalisis diharapkan memiliki tingkat validitas, kredibilitas, dan relevansi yang tinggi terhadap tujuan penelitian. Kisi-kisi instrumen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-Kisi instrumen

Aspek yang Dinilai	Indikator Validitas	Deskripsi Penilaian	Kategori
Kesesuaian Topik	Relevansi dengan analisis pembelajaran, model prediktif, dan strategi intervensi	Artikel membahas penerapan learning analytics, penggunaan model prediktif, atau strategi intervensi untuk mendukung proses pendidikan, khususnya dalam konteks Indonesia	Inklusi / Eksklusi
Rentang Waktu Publikasi	Tahun terbit 2022–2026	Artikel diterbitkan dalam lima tahun terakhir untuk memastikan informasi yang digunakan sesuai dengan perkembangan penelitian terkini	Inklusi / Eksklusi
Jenis Publikasi	Jurnal ilmiah bereputasi dan peer-reviewed	Artikel berasal dari jurnal yang telah melalui proses penelaahan sejawat sehingga memiliki kualitas akademik yang dapat dipertanggungjawabkan	Inklusi / Eksklusi
Bahasa Artikel	Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris	Artikel ditulis dalam bahasa yang dapat dipahami dan dianalisis secara mendalam oleh peneliti	Inklusi / Eksklusi
Jenis Penelitian	Penelitian empiris	Artikel menyajikan metode penelitian yang jelas serta didukung oleh data, hasil, atau bukti empiris	Inklusi / Eksklusi
Kualitas Metodologi	Kejelasan desain penelitian dan teknik analisis data	Metode penelitian dijelaskan secara sistematis, logis, dan sesuai dengan kaidah penelitian ilmiah	Layak / Tidak Layak
Kedalaman Temuan	Keterkaitan hasil penelitian dengan fokus kajian	Artikel memberikan temuan yang relevan dan dapat mendukung analisis mengenai model prediktif serta strategi intervensi dalam pendidikan	Layak / Tidak Layak
Kontribusi Ilmiah	Nilai tambah terhadap pengembangan ilmu pengetahuan	Artikel menawarkan wawasan, rekomendasi, atau temuan yang berkontribusi pada pengembangan penelitian dan praktik analisis pembelajaran di Indonesia	Layak / Tidak Layak

Proses pencarian literatur dilakukan secara sistematis menggunakan dua basis data, yaitu Scopus dan Google Scholar, dengan bantuan aplikasi Publish or Perish untuk mempermudah proses identifikasi artikel. Strategi pencarian disusun berdasarkan komponen utama penelitian yang meliputi *learning analytics*, model prediktif, dan strategi intervensi pendidikan pada konteks Indonesia. Search string yang digunakan adalah sebagai berikut:

("learning analytics" OR "educational data mining" OR "academic analytics") AND (predict* OR "student performance prediction" OR "dropout prediction" OR "early warning system") AND (intervention* OR "student support") AND Indonesia. Operator Boolean AND digunakan untuk mempersempit hasil pencarian berdasarkan keterkaitan antar konsep, sedangkan operator OR digunakan untuk mengakomodasi variasi istilah yang memiliki makna serupa. Proses pencarian menghasilkan 693 artikel, yang terdiri atas 165 artikel dari *Scopus* dan 528 artikel dari *Google Scholar*. Seluruh artikel kemudian diekspor ke dalam perangkat lunak manajemen referensi untuk menghilangkan artikel duplikat sebelum dilakukan proses penyaringan berdasarkan judul, abstrak, dan isi artikel.



Gambar 1. Alur Diagram PRISMA

Proses seleksi artikel mengikuti empat tahapan utama dalam pedoman PRISMA, yaitu identification, screening, eligibility, dan included. Pada tahap *identification*, diperoleh 693 artikel dari dua basis data. Selanjutnya dilakukan proses *screening* berdasarkan judul dan abstrak sehingga artikel yang tidak relevan dieliminasi. Tahap *eligibility* dilakukan melalui pembacaan teks lengkap untuk memastikan kesesuaian artikel dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Tahap terakhir menghasilkan 20 artikel yang memenuhi seluruh kriteria dan dianalisis secara mendalam.

Untuk meningkatkan validitas hasil kajian, seluruh artikel yang lolos tahap *eligibility* dievaluasi menggunakan instrumen *Quality Assessment* (QA) yang disusun berdasarkan tujuan penelitian SLR. Penilaian dilakukan terhadap lima aspek utama, yaitu: kesesuaian topik dengan fokus penelitian, kejelasan tujuan penelitian, ketepatan metode penelitian, kualitas hasil dan pembahasan, kontribusi penelitian terhadap pengembangan learning analytics di Indonesia. Masing-masing aspek diberi skor 1 apabila memenuhi kriteria dan 0 apabila tidak memenuhi. Dengan demikian setiap artikel memperoleh skor maksimum 5. Artikel dengan skor 4–5 dikategorikan layak untuk dianalisis, sedangkan artikel dengan skor di bawah 4 dieliminasi dari proses sintesis.

Tabel 2. Pertanyaan *Quality Assessment*

Kode	Pertanyaan <i>Quality Assessment</i>	Skor
QA1	Apakah artikel membahas <i>learning analytics</i> pada konteks pendidikan?	0–1
QA2	Apakah tujuan penelitian dijelaskan dengan jelas?	0–1
QA3	Apakah metode penelitian dijelaskan secara lengkap?	0–1
QA4	Apakah hasil penelitian menjawab tujuan penelitian?	0–1
QA5	Apakah artikel memberikan kontribusi terhadap implementasi <i>learning analytics</i> di Indonesia?	0–1

Total skor 4–5 = Layak dianalisis

Total skor <4 = Tidak digunakan

Data dari artikel yang telah memenuhi kriteria selanjutnya dianalisis menggunakan teknik *narrative synthesis*. Proses sintesis dilakukan dengan mengelompokkan artikel berdasarkan algoritma prediksi yang digunakan, tujuan prediksi, faktor-faktor prediktor yang dianalisis, bentuk intervensi pendidikan yang dikembangkan, serta dampaknya terhadap kinerja akademik dan retensi peserta didik. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola penelitian, persamaan dan perbedaan hasil penelitian, serta kesenjangan implementasi *learning analytics* pada konteks pendidikan di Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Berdasarkan hasil tahapan seleksi literatur, penelitian ini berhasil mengidentifikasi 20 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan relevan untuk dianalisis dalam kajian Systematic Literature Review (SLR) mengenai pemanfaatan *learning analytics*, educational data mining, dan machine learning dalam prediksi hasil belajar serta pengembangan strategi intervensi pendidikan di Indonesia. Artikel-artikel tersebut diperoleh melalui proses seleksi yang sistematis, dimulai dari identifikasi artikel berdasarkan judul dan abstrak, penyaringan berdasarkan kesesuaian dengan fokus penelitian, penilaian kelayakan isi, serta evaluasi kualitas publikasi ilmiah. Sumber literatur berasal dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang terindeks, dengan rentang tahun publikasi 2022–2026. Artikel yang terpilih mencakup berbagai jenjang pendidikan, mulai dari sekolah menengah hingga perguruan tinggi, dengan fokus penelitian yang beragam, seperti prediksi kinerja akademik, prediksi kelulusan, deteksi risiko putus sekolah (*dropout*), pengembangan *early warning system*, serta penerapan berbagai algoritma machine learning dan deep learning untuk mendukung pengambilan keputusan pendidikan berbasis data. Hasil identifikasi ini menjadi dasar untuk menganalisis secara lebih mendalam bagaimana teknik analisis pembelajaran dimanfaatkan dalam memprediksi hasil belajar siswa dan mahasiswa, bagaimana hasil prediksi digunakan untuk mendukung intervensi pendidikan, serta dampaknya terhadap peningkatan kinerja akademik dan retensi peserta didik dalam konteks.

Analisis terhadap 20 artikel menunjukkan bahwa penelitian *learning analytics* di Indonesia memiliki kecenderungan yang relatif seragam. Sebagian besar penelitian berfokus pada pengembangan model prediktif untuk mengidentifikasi performa akademik, risiko keterlambatan kelulusan, maupun potensi *dropout*. Selain itu, mayoritas penelitian menerapkan pendekatan *machine learning* sebagai metode utama analisis, sedangkan sebagian kecil menggunakan *deep learning*, *fuzzy logic*, maupun pendekatan berbasis *graph mining*. Temuan ini menunjukkan bahwa perkembangan penelitian tidak lagi berorientasi pada eksplorasi data semata, tetapi mulai mengarah pada pengembangan sistem pendukung keputusan pendidikan melalui implementasi *Early Warning System* dan strategi intervensi akademik berbasis data. Berikut hasil sintesis artikel.

Tabel 3. Hasil Sintesis Artikel

	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]
Kategori	Jumlah Artikel				Contoh Algoritma				Rentang Akurasi				Tujuan							
Random Forest	4				RF				87–93%				Prediksi performa							
Decision Tree	4				ID3, C4.5				84–93%				Prediksi akademik							
Naïve Bayes	3				NB				61–97%				Klasifikasi akademik							
Ensemble	2				Stacking				98–99%				Kelulusan							
Deep Learning	1				CNN				R ² =0.84				Prediksi nilai							
XGBoost	2				XGB				98%				Kinerja siswa							

Berdasarkan hasil sintesis, algoritma berbasis *ensemble learning* seperti *Random Forest*, *Stacking Ensemble*, dan *XGBoost* menunjukkan performa prediksi yang lebih konsisten dibandingkan algoritma klasifikasi konvensional. Hal ini disebabkan kemampuan algoritma *ensemble* dalam mengurangi *overfitting* serta memanfaatkan kombinasi beberapa pohon keputusan untuk menghasilkan prediksi yang lebih stabil. Sebaliknya, algoritma seperti *Naïve Bayes* dan *Decision Tree* tetap banyak digunakan karena memiliki tingkat interpretabilitas yang tinggi sehingga lebih mudah dipahami oleh pendidik meskipun pada beberapa penelitian menghasilkan akurasi yang lebih rendah. Berikut kelebihan dan kelemahan Algoritma.

Tabel 4. Kelebihan dan Kelemahan Algoritma

Algoritma	Kelebihan	Kelemahan
Random Forest	Akurat dan stabil	Kurang mudah dijelaskan
Decision Tree	Interpretatif	Overfitting
Naïve Bayes	Cepat	Asumsi independensi
SVM	Baik untuk data kecil	Sulit tuning
CNN	Mampu menangkap pola kompleks	Perlu data besar
XGBoost	Performa sangat tinggi	Komputasi tinggi

Perbedaan tingkat akurasi antarpelitian tidak hanya dipengaruhi oleh algoritma yang digunakan, tetapi juga karakteristik dataset, jumlah sampel, kualitas *preprocessing*, teknik *feature selection*, serta distribusi kelas pada data pelatihan. Penelitian yang menggunakan data akademik dalam jumlah besar dan menerapkan optimasi fitur cenderung menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan penelitian dengan jumlah sampel yang terbatas. Dengan demikian, tingginya akurasi suatu algoritma tidak dapat digeneralisasikan sebagai algoritma terbaik untuk seluruh konteks pendidikan.

Tabel 5. Sintesis Faktor Prediktor

Kategori Faktor	Temuan
Akademik	Nilai, IPK, SKS, Kehadiran
Perilaku	Aktivitas LMS, Forum, Login
Psikologis	Motivasi
Keluarga	Pendidikan orang tua, dukungan
Sosial	Ekonomi, pekerjaan orang tua

Temuan menunjukkan bahwa variabel akademik masih menjadi prediktor yang paling dominan dalam hampir seluruh penelitian. Namun demikian, penelitian terbaru mulai menunjukkan peningkatan penggunaan variabel perilaku belajar digital, terutama aktivitas pada LMS, frekuensi login, penyelesaian tugas, serta interaksi dalam forum diskusi. Pergeseran ini mengindikasikan bahwa implementasi *learning analytics* di Indonesia mulai memanfaatkan data digital untuk menghasilkan model prediksi yang lebih adaptif dibandingkan penggunaan data akademik konvensional.

Meskipun menunjukkan potensi yang besar, implementasi *learning analytics* di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Pertama, sebagian besar penelitian masih menggunakan dataset yang berasal dari satu institusi sehingga kemampuan generalisasi model masih terbatas. Kedua, kualitas dan integrasi data akademik dengan data aktivitas LMS belum merata pada seluruh institusi pendidikan. Ketiga, isu privasi data dan keamanan informasi peserta didik belum banyak dibahas dalam penelitian yang dianalisis. Keempat, sebagian besar penelitian berhenti pada tahap pengembangan model prediktif sehingga efektivitas intervensi yang dilakukan setelah proses prediksi masih jarang dievaluasi secara empiris.

Berdasarkan hasil sintesis, penelitian selanjutnya perlu mengembangkan model *learning analytics* yang lebih interpretable, memanfaatkan data multimodal seperti LMS, media sosial pendidikan, dan *learning behavior*, serta melakukan evaluasi longitudinal terhadap efektivitas intervensi akademik setelah sistem prediksi diterapkan. Selain itu, penelitian lintas institusi diperlukan untuk menghasilkan model yang memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi sehingga dapat diimplementasikan secara lebih luas pada sistem pendidikan Indonesia.

3.2. Pembahasan

Hasil kajian terhadap 20 artikel menunjukkan bahwa pemanfaatan *learning analytics* dalam pendidikan di Indonesia mengalami perkembangan yang signifikan, terutama dalam penerapan model prediktif untuk mendukung pengambilan keputusan pendidikan. Berbagai penelitian memanfaatkan pendekatan *machine learning* dan *educational data mining* untuk memprediksi performa akademik siswa maupun mahasiswa berdasarkan data akademik, perilaku belajar, aktivitas LMS, serta faktor sosial ekonomi [17], [20]. Temuan ini sejalan dengan

pendapat de Oliveira et al. (2021) yang menyatakan bahwa learning analytics memungkinkan pemanfaatan data pembelajaran untuk memahami dan mengoptimalkan proses belajar peserta didik.

Berdasarkan hasil sintesis, algoritma yang paling banyak digunakan adalah *Random Forest*, *Decision Tree*, *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, *Neural Network*, dan *XGBoost*. Beberapa penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, seperti model *Stacking Ensemble* yang mencapai akurasi 99,6% [8], model *XGBoost* dengan akurasi 98,32% [21], serta model *Random Forest* yang mencapai akurasi 93,2% [11]. Temuan ini menunjukkan bahwa metode *machine learning* memiliki kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi pola-pola yang memengaruhi keberhasilan akademik peserta didik.

Kajian ini juga menemukan bahwa faktor akademik masih menjadi prediktor utama dalam berbagai model prediksi. Variabel seperti IPK, nilai mata pelajaran inti, hasil ujian, dan tingkat kehadiran secara konsisten muncul sebagai faktor yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan belajar [14], [15], [24]. Namun demikian, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa faktor non-akademik juga memiliki kontribusi yang signifikan, seperti motivasi belajar, dukungan keluarga, kondisi kesehatan, dan status sosial ekonomi [11], [21], [23]. Hasil ini menunjukkan bahwa keberhasilan akademik dipengaruhi oleh kombinasi faktor akademik dan faktor personal maupun lingkungan.

Selain memprediksi hasil belajar, sebagian besar penelitian menekankan pentingnya pemanfaatan hasil prediksi sebagai dasar pelaksanaan strategi intervensi pendidikan. Beberapa penelitian mengembangkan *Early Warning System (EWS)* yang memungkinkan identifikasi dini terhadap siswa atau mahasiswa yang berisiko mengalami kegagalan akademik [20], [22]. Sistem tersebut memungkinkan pendidik memberikan bimbingan akademik, program remedial, *mentoring*, maupun konseling secara lebih cepat dan tepat sasaran. Temuan ini mendukung penelitian Alalawi yang menyatakan bahwa integrasi model prediktif dan strategi intervensi berbasis learning analytics mampu meningkatkan efektivitas dukungan akademik bagi peserta didik [4].

Kajian ini juga menunjukkan bahwa *learning analytics* memiliki peran penting dalam mendukung retensi peserta didik. Beberapa penelitian secara khusus membahas prediksi risiko *dropout* dan keterlambatan kelulusan sebagai dasar penyusunan intervensi preventif [10], [22], [23]. Hasil ini sejalan dengan penelitian de Oliveira yang menunjukkan bahwa learning analytics dapat membantu institusi pendidikan mengurangi angka putus studi melalui identifikasi dini peserta didik yang berisiko [6].

Meskipun demikian, beberapa tantangan masih ditemukan dalam implementasi learning analytics di Indonesia. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan data, kualitas data yang belum seragam, isu privasi data, serta minimnya penelitian yang mengukur efektivitas intervensi setelah prediksi dilakukan [5], [6]. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu mengembangkan model yang lebih interpretatif, memanfaatkan data LMS secara lebih komprehensif, dan mengevaluasi dampak intervensi terhadap peningkatan hasil belajar serta retensi peserta didik.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyajikan sintesis sistematis terhadap implementasi *learning analytics* dalam pendidikan di Indonesia berdasarkan 20 artikel yang dipublikasikan pada periode 2022–2026. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan *learning analytics*, *educational data mining*, dan *machine learning* telah berkembang secara signifikan untuk mendukung prediksi performa akademik, deteksi risiko *dropout*, serta pengembangan *Early Warning System* sebagai dasar pelaksanaan intervensi pendidikan berbasis data. Algoritma berbasis *ensemble learning*, seperti Random Forest, XGBoost, dan Stacking Ensemble, menunjukkan performa prediksi yang relatif lebih konsisten, sedangkan faktor akademik, aktivitas pada *Learning Management System (LMS)*, motivasi belajar, serta kondisi sosial ekonomi merupakan prediktor yang paling dominan dalam menentukan keberhasilan akademik.

Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan pemetaan komprehensif mengenai perkembangan implementasi *learning analytics* di Indonesia, tidak hanya dari sisi algoritma yang digunakan, tetapi juga keterkaitan antara model prediktif, karakteristik data, faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan akademik, serta strategi intervensi yang dikembangkan. Sintesis ini memberikan gambaran mengenai kecenderungan penelitian, tantangan implementasi, dan peluang pengembangan *learning analytics* sebagai pendukung pengambilan keputusan pendidikan berbasis data.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi institusi pendidikan dalam mengembangkan *Early Warning System*, mendukung perancangan kebijakan pembelajaran berbasis data, serta membantu pengembang sistem pendidikan dalam membangun model prediktif yang lebih adaptif dan mudah diimplementasikan. Bagi peneliti, hasil kajian ini memberikan dasar untuk mengembangkan penelitian yang mengintegrasikan model prediktif dengan evaluasi efektivitas intervensi pendidikan sehingga manfaat *learning analytics* tidak berhenti pada tahap prediksi, tetapi juga berdampak nyata terhadap peningkatan kualitas pembelajaran dan retensi peserta didik.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan dua basis data, yaitu Scopus dan Google Scholar, dengan rentang publikasi tahun 2022–2026 sehingga masih dimungkinkan terdapat penelitian relevan yang belum teridentifikasi. Selain itu, sebagian besar penelitian yang dianalisis masih berfokus pada

pengembangan model prediktif dan belum mengevaluasi efektivitas intervensi pendidikan secara longitudinal. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan memperluas sumber literatur, melibatkan lebih banyak basis data internasional, serta mengembangkan penelitian yang mengintegrasikan *learning analytics*, *explainable artificial intelligence* (XAI), dan evaluasi dampak intervensi terhadap peningkatan hasil belajar dan retensi peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Salsabila and R. Rukli, "Analisis Deskriptif Learning Analytics Dalam Menilai Tingkat Literasi Digital Siswa Sekolah Dasar," *J-CEKI J. Cendekia Ilm.*, vol. 4, no. 6, pp. 563–577, 2025, [Online]. Available: <https://al-haramjournal.id/index.php/J-CEKI/article/view/10191>
- [2] M. Rebelo Marcolino *et al.*, "Student dropout prediction through machine learning optimization: insights from moodle log data," *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–16, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-93918-1.
- [3] M. Nagy and R. Molontay, "Interpretable Dropout Prediction: Towards XAI-Based Personalized Intervention," *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 34, no. 2, pp. 274–300, 2024, doi: 10.1007/s40593-023-00331-8.
- [4] K. Alalawi, R. Athauda, and R. Chiong, *An Extended Learning Analytics Framework Integrating Machine Learning and Pedagogical Approaches for Student Performance Prediction and Intervention*, vol. 35, no. 3. Springer New York, 2025. doi: 10.1007/s40593-024-00429-7.
- [5] K. Alalawi, R. Athauda, R. Chiong, and I. Renner, "Evaluating the student performance prediction and action framework through a learning analytics intervention study," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 30, no. 3, pp. 2887–2916, 2025, doi: 10.1007/s10639-024-12923-5.
- [6] C. F. de Oliveira, S. R. Sobral, M. J. Ferreira, and F. Moreira, "How does learning analytics contribute to prevent students' dropout in higher education: A systematic literature review," *Big Data Cogn. Comput.*, vol. 5, no. 4, 2021, doi: 10.3390/bdcc5040064.
- [7] S. R. Ariyanto, B. Suprianto, Warju, R. Suhartini, M. Samani, and K. R. Haratama, "Hyperparameter Optimization of ANN for Students' Performance Prediction Using Response Surface Methodology and Genetic Algorithm," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 10, no. 1, pp. 358–368, 2026, doi: 10.62527/joiv.10.1.3973.
- [8] Fitriyani, A. A. Alkodri, and F. Aswin, "A Stacking Ensemble Model for Predicting Student High School Graduation Outcomes," *J. Appl. Data Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 249–260, 2026, doi: 10.47738/jads.v7i1.1067.
- [9] A. Iskandar *et al.*, "Naïve Bayes Classifier-Based Intelligent System for Student Academic Performance Assessment," *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 30, no. 6, pp. 1609–1620, 2025, doi: <https://doi.org/10.18280/isi.300619>.
- [10] S. A. Priyambada, T. Usagawa, and M. ER, "Two-layer ensemble prediction of students' performance using learning behavior and domain knowledge," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 5, no. May, p. 100149, 2023, doi: 10.1016/j.caeai.2023.100149.
- [11] M. Gusnina, Wiharto, and U. Salamah, "Student Performance Prediction in Sebelas Maret University Based on the Random Forest Algorithm," *Ing. des Syst. d'Information*, vol. 27, no. 3, pp. 495–501, 2022, doi: 10.18280/isi.270317.
- [12] R. Alfanz, R. K. Hendrianto, and A. H. A. M. Siagian, "Predicting Student Performance Through Data Mining: A Case Study in Sultan Ageng Tirtayasa University," *J. Adv. Comput. Intell. Intell. Informatics*, vol. 27, no. 6, pp. 1159–1167, 2023, doi: 10.20965/jaciii.2023.p1159.
- [13] A. I. Sumiati, T. Hariguna, and A. S. Barkah, "Academic Performance Prediction from Student – VLE Bipartite Interaction Graphs Using Centrality Features A Comparative Study with Classical Classifiers," *Sink. J. dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 676–686, 2026, doi: <https://doi.org/10.33395/sinkron.v10i1.15798> e-ISSN.
- [14] F. I. K. Budiyanto, I. Hermadi, and M. K. D. Hardhienata, "Prediksi Performa Akademik Mahasiswa untuk Kelulusan Predikat Cum Laude dengan Pendekatan Machine Learning Predicting Academic Performance of Students for Graduating with Cum Laude Honors using Machine Learning Approach," *J. Ilmu Komput. dan Agri-informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 39–49, 2024, [Online]. Available: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jika>
- [15] S. Widaningsih, W. Muhamad, R. Hendriyanto, and H. Nugroho, "An ID3 Decision Tree Algorithm-Based Model for Predicting Student Performance Using Comprehensive Student Selection Data at Telkom

- University,” *Ing. des Syst. d’Information*, vol. 28, no. 5, pp. 1205–1212, 2023, doi: 10.18280/isi.280508.
- [16] A. Aman, N. P. Rahrahima, and A. Fitri, “Implementation of Machine Learning Algorithms for Predicting Student Academic Performance,” *IJATIS Indones. J. Appl. Technol. Innov. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2026, doi: <https://doi.org/10.57152/IJATIS.v3i1.1871>.
- [17] K. Afandi, M. H. Arief, and M. K. F. Fadil, “Educational Data Mining for Student Academic Performance Analysis,” *J. Teknol. Inf. Dan Terap.*, vol. 11, no. 2, p. 83, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.25047/jtit.v11i2.434>
- [18] I. Sapuguh, N. Ahlina, A. Wahyudi, B. Setyawan, and A. S. Rosalinda, “Development of fuzzy logic based student performance prediction system,” *J. Tek. Inform. C.I.T Medicom*, vol. 15, no. 6, pp. 284–290, 2024, [Online]. Available: <https://www.medikom.iocspublisher.org/index.php/JTI/article/view/714>
- [19] G. Airlangga, “Predicting Student Performance Using Deep Learning Models: A Comparative Study of MLP, CNN, BiLSTM, and LSTM with Attention,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 1561–1567, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i4.1668.
- [20] A. Triayudi, R. T. Aldisa, and S. Sumiati, “New Framework of Educational Data Mining to Predict Student Learning Performance,” *J. Wirel. Mob. Networks, Ubiquitous Comput. Dependable Appl.*, vol. 15, no. 1, pp. 115–132, 2024, doi: 10.58346/JOWUA.2024.I1.009.
- [21] Mustakim, W. J. Sari, and F. Ulfa, “Enhancing Student Performance Classification Through Dimensionality Reduction and Feature Selection in Machine Learning,” *Indones. J. Artif. Intell. Data Min.*, vol. 8, no. 3, pp. 717–727, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.24014/ijaidm.v8i3.37783>.
- [22] L. Handayani and Priyadi, “A Machine Learning-Based Early Warning System for Student Performance Prediction : System Development and Empirical Evaluation in Higher Education,” *J. Artif. Intell. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 171–190, 2026, doi: <https://doi.org/10.51903/92j5wj58>.
- [23] S. Fitriana, Rinianty, R. Laila, S. A. Pratama, and C. A. Lamasitudju, “Prediksi Siswa Putus Sekolah dan Keberhasilan Akademik Menggunakan Machine Learning,” *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 10207–10220, 2024, doi: <https://doi.org/10.33022/ijcs.v13i6.4453>.
- [24] H. Andrianof, A. P. Gusman, and O. A. Putra, “Implementasi Algoritma Random Forest untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Berdasarkan Data Akademik: Studi Kasus di Perguruan Tinggi Indonesia,” *J. Sains Inform. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 24–28, 2025.
- [25] A. F. Amor, M. R. Ihsanudina, S. O. Yulistiantoa, and Hidayata, “Prediksi Kinerja Siswa SMP Berdasarkan Data Akademik dan Perilaku Menggunakan Machine Learning,” *Teknomatika J. Inform. dan Komput.*, vol. 18, no. 2, pp. 67–76, 2025.
- [26] Riska Rismaya, Dwi Yuniarto, and David Setiadi, “Penerapan Algoritma Machine Learning dalam Prediksi Prestasi Akademik Mahasiswa,” *Router J. Tek. Inform. dan Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–23, 2025, doi: 10.62951/router.v3i1.389.