



STRATEGI PERENCANAAN PENDIDIKAN BERBASIS DATA UNTUK MENINGKATKAN MUTU SEKOLAH DI ERA SOCIETY 5.0

Muh. Nur Islam Nurdin

Manajemen Pendidikan Islam, UIN Raden Intan Lampung

Email : muhnurislam@radenintan.ac.id

E-Issn: 3063-8313

Received: Juni 2025

Accepted: Juli 2025

Published: Agustus 2025

Abstract :

This study discusses the effectiveness, challenges, and technological developments in data-based education planning in the context of the digital era. The background of this study stems from the educational needs in the Society 5.0 era, which demands 21st-century competencies and the use of data to support evidence-based decision-making. The research uses a literature study approach by reviewing articles from reputable national and international journals in the 2015–2025 period. The analysis was conducted using a thematic approach that grouped the findings into three main dimensions, namely planning effectiveness, implementation challenges, and the development of Educational Data Mining (EDM) and Learning Analytics (LA). The results of the study show that data-based planning effectively improves objectivity, equity of services, and transparency in education governance. However, its implementation faces obstacles in the form of unintegrated data quality, low data literacy among educators, infrastructure limitations, and cultural and ethical issues related to privacy. Meanwhile, the development of EDM and LA opens up opportunities for planning transformation with predictive and prescriptive approaches that support personalised learning and adaptive resource management. This study emphasises the importance of integrating technological innovation, data governance policies, and human resource capacity building to strengthen the implementation of data-based educational planning in Indonesia.

Keywords : Educational Planning, Data-Driven Decision Making, Educational Data Mining, Learning Analytics, Digital Era

Abstrak :

Penelitian ini membahas efektivitas, tantangan, dan perkembangan teknologi dalam perencanaan pendidikan berbasis data pada konteks era digital. Latar belakang penelitian berangkat dari kebutuhan pendidikan di era Society 5.0 yang menuntut kompetensi abad ke-21 dan pemanfaatan data untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti. Penelitian menggunakan pendekatan studi literatur dengan menelaah artikel dari jurnal nasional dan internasional bereputasi dalam rentang 2015–2025. Analisis dilakukan melalui pendekatan tematik yang mengelompokkan temuan ke dalam tiga dimensi utama, yaitu efektivitas perencanaan, tantangan implementasi, serta perkembangan Educational Data Mining (EDM) dan Learning Analytics (LA). Hasil kajian menunjukkan bahwa perencanaan berbasis data efektif meningkatkan objektivitas, pemerataan layanan, serta transparansi tata kelola pendidikan. Namun, penerapannya menghadapi hambatan berupa kualitas data yang belum terintegrasi, rendahnya literasi data tenaga pendidik, keterbatasan infrastruktur, serta isu kultural dan etis terkait privasi. Sementara itu, perkembangan EDM dan LA membuka peluang transformasi perencanaan dengan pendekatan prediktif dan preskriptif yang mendukung personalisasi pembelajaran serta pengelolaan sumber daya secara adaptif. Penelitian ini menegaskan pentingnya integrasi antara inovasi teknologi, kebijakan tata kelola data, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia guna memperkuat implementasi perencanaan pendidikan berbasis data di Indonesia.



Kata Kunci: Perencanaan Pendidikan, Data-Driven Decision Making, Educational Data Mining, Learning Analytics, Era Digital

INTRODUCTION

Mutu sekolah di era Society 5.0 menjadi isu strategis yang menentukan relevansi pendidikan terhadap kebutuhan masyarakat dan dunia kerja. Hal ini karena pendidikan tidak lagi cukup hanya mentransfer pengetahuan, tetapi harus mampu membekali peserta didik dengan kompetensi abad ke-21 seperti literasi digital, berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi. World Economic Forum (2020) melaporkan bahwa lebih dari 65% pekerjaan masa depan akan membutuhkan keterampilan baru yang berbasis teknologi dan literasi data. Di sisi lain, Kemendikbudristek (2022) mengungkapkan bahwa masih terdapat kesenjangan dalam pemanfaatan data untuk perencanaan program pendidikan, sehingga capaian mutu sekolah belum merata di berbagai daerah di Indonesia. Kondisi ini menegaskan bahwa tanpa perencanaan pendidikan yang terarah dan berbasis data, sekolah akan kesulitan menjawab tantangan era Society 5.0 serta berisiko menghasilkan lulusan yang kurang kompetitif di tingkat global.

Sejauh ini studi literatur terkait perencanaan pendidikan berbasis data setidaknya dapat dibagi dalam tiga dimensi penting. Pertama, dari segi efektivitas, pendekatan data-driven terbukti meningkatkan efisiensi dan ketepatan keputusan. Studi semacam ini menemukan bahwa pengelolaan berbasis data mampu mendorong capaian akademik dan pengambilan kebijakan yang lebih akurat (Hadijaya, Azizi, Monalisa, & Fadla, 2022; Moh. Arifudin, 2021; Rohmah, Rofiq, & Ihwan, 2025). Kedua, dari sisi tantangan implementasi, berbagai studi menunjukkan adanya keterbatasan literasi data, infrastruktur, hingga hambatan struktural yang menegaskan bahwa tanpa dukungan kapasitas SDM dan sarana memadai, strategi data-driven sulit diimplementasikan secara efektif (Robert Hegestedt, Jalal Nouri & Rundquist, 2023; Siregar, 2024; Sun & Mizumoto, 2025). Sementara itu, perkembangan riset dan teknologi menegaskan peran Educational Data Mining (EDM) dan Learning Analytics (LA) sebagai tren baru dengan temuan utama bahwa analitik pendidikan kini tidak hanya mendukung pengambilan keputusan, tetapi juga membuka peluang integrasi dengan teknologi imersif untuk pembelajaran masa depan (Kalita et al., 2025; Lampropoulos & Evangelidis, 2025; Romero & Ventura, 2020). Namun demikian, kajian-kajian tersebut masih terpisah pada efektivitas, tantangan, atau teknologi, sehingga penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengintegrasikan ketiga dimensi tersebut secara komprehensif dalam konteks perencanaan pendidikan era digital di Indonesia.

Penelitian ini hadir sebagai respon atas studi-studi sebelumnya yang masih bersifat parsial, dengan berusaha mengisi kekosongan ruang kajian terkait perencanaan pendidikan berbasis data dalam konteks Indonesia. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif efektivitas, tantangan implementasi, serta perkembangan teknologi pendukungnya dalam mendukung pengambilan keputusan pendidikan. Hal ini dilakukan untuk menjawab tiga pertanyaan utama, yaitu: pertama, bagaimana efektivitas

perencanaan pendidikan berbasis data dalam meningkatkan mutu pengambilan keputusan pendidikan? Kedua, apa saja tantangan utama yang dihadapi dalam implementasi strategi perencanaan berbasis data di sekolah dan lembaga pendidikan? Ketiga, bagaimana perkembangan riset Educational Data Mining (EDM) dan Learning Analytics (LA) dapat mendukung transformasi perencanaan pendidikan di era digital? Dengan demikian, penelitian ini menutup celah akademik bahwa kajian sebelumnya cenderung terfragmentasi pada salah satu aspek, sementara penelitian ini berupaya mengintegrasikan ketiga aspek tersebut secara simultan guna memperkaya teori sekaligus memberikan pijakan praktis bagi pengembangan kebijakan pendidikan berbasis data di era digital.

Penelitian ini berangkat dari argumen bahwa tanpa fondasi perencanaan berbasis data, arah pembangunan pendidikan di era digital akan kehilangan pijakan yang objektif dan berisiko terjebak pada pendekatan trial and error. Argumen ini diperkuat oleh kecenderungan kajian sebelumnya yang masih terfragmentasi, sehingga menghasilkan gambaran parsial mengenai efektivitas, tantangan, maupun teknologi pendukung perencanaan pendidikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang mampu memadukan ketiga dimensi tersebut secara integratif agar wacana perencanaan pendidikan tidak hanya berhenti pada analisis sektoral, melainkan berkembang menjadi kerangka konseptual yang utuh dan kontekstual dengan realitas pendidikan di Indonesia.

RESEARCH METHOD

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur (literature review) dengan tujuan mengkaji secara kritis hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan perencanaan pendidikan berbasis data di era digital. Sumber data berasal dari artikel jurnal nasional maupun internasional yang terindeks Sinta, Scopus, maupun database bereputasi seperti Springer, Science Direct, Taylor & Francis, MDPI, dan arXiv, dengan rentang publikasi antara tahun 2015–2025. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis dengan kata kunci seperti educational planning, data-driven education, educational data mining, dan learning analytics.

Proses seleksi literatur dilakukan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi hanya artikel yang membahas secara langsung efektivitas, tantangan implementasi, atau perkembangan teknologi dalam perencanaan pendidikan yang dimasukkan, sedangkan artikel yang hanya membahas isu umum pendidikan digital tanpa keterkaitan dengan perencanaan dikeluarkan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis isi tematik (thematic content analysis), yaitu dengan mengelompokkan temuan penelitian ke dalam tiga tema besar: (1) efektivitas perencanaan berbasis data, (2) tantangan implementasi, dan (3) perkembangan riset serta teknologi pendukung. Dari hasil analisis ini kemudian disusun sintesis yang menunjukkan keterkaitan antar-tema untuk menemukan celah (gap) serta arah pengembangan kajian ke depan

FINDINGS AND DISCUSSION

Efektivitas Perencanaan Pendidikan Berbasis Data

Perencanaan pendidikan berbasis data membawa perubahan mendasar dalam paradigma pengambilan keputusan di lembaga pendidikan. Jika sebelumnya keputusan banyak ditentukan oleh intuisi atau pengalaman praktis, kini kebijakan dirumuskan berdasarkan data yang valid dan terverifikasi. Pendekatan ini membuat keputusan lebih objektif, akurat, dan terukur, sehingga kualitas program pendidikan yang dihasilkan menjadi lebih optimal (Ramaditya, Syamsari, Hadirawati, & Hanifah, 2023). Perubahan ini menegaskan bahwa perencanaan berbasis data mampu memperkuat legitimasi keputusan karena ditopang oleh bukti empiris yang relevan dengan kebutuhan nyata peserta didik (Singh & Kaur, 2024).

Efektivitas perencanaan berbasis data juga tercermin dari kontribusinya dalam mewujudkan pemerataan layanan pendidikan. Melalui data yang akurat, kondisi riil kebutuhan pendidikan dapat dipetakan dengan lebih jelas sehingga distribusi guru, sarana prasarana, dan sumber belajar dilakukan secara lebih proporsional. Dengan cara ini, kesenjangan layanan antara wilayah perkotaan dan pedesaan dapat diminimalisasi. Data dalam konteks ini tidak hanya berperan sebagai catatan administratif, tetapi telah menjadi instrumen strategis dalam memastikan setiap peserta didik memperoleh akses pendidikan yang setara dan berkualitas (Mustafa, Syamsuddin, Ayusaputri, Warman, & Hidayanto, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa data tidak hanya berfungsi sebagai catatan administratif, tetapi juga instrumen strategis untuk mewujudkan pemerataan layanan pendidikan yang berkualitas.

Di samping itu, perencanaan berbasis data memperkuat mekanisme monitoring dan evaluasi program pendidikan. Ketersediaan indikator yang terukur memungkinkan penilaian keberhasilan kebijakan dilakukan secara lebih sistematis. Lembaga pendidikan dapat dengan cepat melakukan koreksi dan penyesuaian program apabila ditemukan ketidaksesuaian antara target dan hasil. Kondisi ini menjadikan lembaga pendidikan lebih adaptif terhadap dinamika kebutuhan siswa maupun perubahan lingkungan eksternal. Dengan demikian, data berfungsi sebagai kompas yang memastikan arah kebijakan tetap relevan, akuntabel, dan berorientasi pada peningkatan mutu pendidikan.

Dimensi lain yang memperkuat efektivitas perencanaan berbasis data adalah meningkatnya transparansi dan akuntabilitas. Data yang terbuka, terukur, dan dapat diverifikasi menjadikan proses perencanaan lebih mudah dipertanggungjawabkan kepada seluruh pemangku kepentingan, baik guru, orang tua, maupun pemerintah (Sajja, Sermet, Cwiertny, & Demir, 2023). Transparansi ini membangun kepercayaan publik sekaligus memperkuat legitimasi keputusan yang diambil. Dengan demikian, perencanaan berbasis data tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajerial, tetapi juga menciptakan tata kelola pendidikan yang adil, akuntabel, dan berorientasi pada mutu.

Tantangan Implementasi Strategi Perencanaan Berbasis Data

Meskipun membawa banyak manfaat, penerapan data-driven decision

making (DDDM) dalam pendidikan masih menghadapi berbagai tantangan yang kompleks. Salah satu permasalahan utama terletak pada kualitas data yang belum sepenuhnya akurat, lengkap, dan mutakhir. Data yang tersebar di berbagai sistem tanpa integrasi sering kali menghambat proses pengambilan keputusan, sehingga kebijakan yang dihasilkan tidak sepenuhnya berbasis bukti (Hanžel, Bertalanič, & Fortuna, 2025). Kondisi ini menyebabkan banyak sekolah kesulitan menyusun perencanaan yang tepat sasaran dan berkelanjutan.

Selain itu, rendahnya literasi data di kalangan guru dan tenaga pendidik menjadi hambatan serius dalam optimalisasi penggunaan DDDM. Sebagian besar pendidik masih menghadapi kesulitan dalam memahami teknik analisis data, sehingga informasi yang tersedia tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal (Gençeç Benli et al., 2024). Minimnya program pelatihan yang sistematis serta lemahnya budaya literasi data di lingkungan sekolah turut memperkuat persoalan ini. Akibatnya, potensi besar DDDM dalam mendukung perencanaan pendidikan berbasis bukti belum dapat terwujud sepenuhnya.

Faktor lain yang tidak kalah penting adalah keterbatasan infrastruktur teknologi, terutama di sekolah-sekolah yang berada di daerah terpencil. Keterbatasan akses internet, kurangnya perangkat keras, serta absennya sistem aplikasi pengelolaan data yang memadai menjadi kendala utama dalam mengimplementasikan strategi berbasis data (Mulyadi, 2024). Tanpa dukungan teknologi yang memadai, proses pengumpulan, pengelolaan, hingga analisis data tidak dapat dilakukan secara optimal, sehingga penerapan DDDM sulit berjalan sesuai harapan.

Di samping persoalan teknis, terdapat pula tantangan yang bersifat kultural dan etis. Sebagian pihak masih menunjukkan resistensi terhadap perubahan dengan lebih mengandalkan pendekatan tradisional berbasis pengalaman dibandingkan inovasi berbasis data (Ogata et al., 2024). Di sisi lain, isu privasi dan perlindungan data peserta didik menimbulkan kekhawatiran baik di kalangan pendidik maupun orang tua. Situasi ini menegaskan bahwa penerapan DDDM tidak hanya memerlukan perbaikan infrastruktur dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia, tetapi juga perubahan mindset serta regulasi yang lebih jelas untuk menjamin keberlangsungan praktik pengambilan keputusan berbasis data dalam pendidikan.

Educational Data Mining (EDM) dan Learning Analytics (LA) dalam mendukung transformasi perencanaan pendidikan di era digital

Perkembangan riset Educational Data Mining (EDM) dan Learning Analytics (LA) menunjukkan kontribusi signifikan dalam mendukung transformasi perencanaan pendidikan di era digital. EDM, melalui penerapan teknik machine learning, clustering, dan predictive modeling, memungkinkan identifikasi pola-pola tersembunyi dalam data pembelajaran yang sebelumnya sulit diamati secara manual. Berbagai studi memperlihatkan bagaimana EDM dapat digunakan untuk memprediksi performa akademik, mendeteksi risiko putus studi, serta memberikan rekomendasi personalisasi jalur belajar peserta didik (Romero & Ventura, 2020). Sementara itu, LA berkembang dengan fokus pada analisis perilaku belajar, keterlibatan siswa, dan efektivitas instruksional,

yang secara langsung memperkuat perumusan strategi pendidikan berbasis bukti (*evidence-based*) (Uddin, Ong, & Lu, 2022).

Integrasi EDM dan LA ke dalam sistem manajemen pendidikan mempertegas arah transformasi perencanaan pendidikan. Riset terkini menunjukkan bahwa process mining dalam LA, misalnya, dapat memetakan alur interaksi peserta didik di platform digital sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis data (Dwijaksana & Muhammad, 2025). Inovasi semacam ini memberi peluang bagi perencana pendidikan untuk tidak hanya mengandalkan laporan administratif, tetapi juga memanfaatkan dukungan data real-time dalam pengambilan keputusan strategis. Dengan demikian, kebijakan pendidikan dapat dirancang secara lebih adaptif, selaras dengan dinamika kebutuhan peserta didik maupun perkembangan teknologi pembelajaran.

Dari sudut pandang kelembagaan, penerapan EDM dan LA mendorong pergeseran paradigma perencanaan pendidikan dari model prediktif sederhana menuju model preskriptif yang bersifat rekomendatif. Implementasi learning dashboards dan sistem rekomendasi berbasis kecerdasan buatan, misalnya, membantu lembaga pendidikan mempersonalisasi pengalaman belajar sekaligus mengoptimalkan alokasi sumber daya (Tian et al., 2021). Dengan pendekatan tersebut, perencanaan pendidikan tidak lagi terbatas pada pencapaian indikator kuantitatif, melainkan juga menekankan peningkatan kualitas pembelajaran dan pengalaman belajar peserta didik. Transformasi ini menunjukkan bahwa keberhasilan pendidikan di era digital sangat erat terkait dengan kemampuan institusi memanfaatkan big data untuk mengantisipasi kebutuhan dan merumuskan strategi jangka panjang.

Kendati demikian, pemanfaatan EDM dan LA dalam perencanaan pendidikan tidak terlepas dari tantangan. Kualitas dan integrasi data masih menjadi kendala utama, terutama di negara berkembang yang belum memiliki infrastruktur data pendidikan yang memadai (Anastassia Amellia Kharis & Haqqi Anna Zili, 2022). Di samping itu, isu etika dan privasi menuntut perhatian serius agar pemanfaatan data tidak melanggar hak peserta didik. Faktor lain yang turut menghambat adalah kesiapan budaya organisasi pendidikan yang belum sepenuhnya terbiasa dengan pengambilan keputusan berbasis data. Oleh sebab itu, transformasi perencanaan pendidikan melalui EDM dan LA memerlukan sinergi antara inovasi teknologi, kebijakan tata kelola data, dan penguatan kapasitas sumber daya manusia, sehingga benar-benar mampu mendorong peningkatan mutu pendidikan di era digital.

CONCLUSION

Perencanaan pendidikan berbasis data terbukti mampu menggeser paradigma pengambilan keputusan dari pola berbasis intuisi menuju pendekatan yang objektif, akurat, dan terukur. Dengan dukungan data yang valid, kebijakan pendidikan dapat dirumuskan secara lebih tepat sasaran, sehingga berdampak pada peningkatan kualitas program, pemerataan layanan, serta penguatan transparansi dan akuntabilitas. Namun demikian, efektivitas implementasi masih menghadapi tantangan serius berupa keterbatasan kualitas

dan integrasi data, rendahnya literasi data di kalangan pendidik, keterbatasan infrastruktur teknologi, serta resistensi kultural dan persoalan etis terkait privasi. Kondisi ini menegaskan bahwa perencanaan berbasis data memerlukan fondasi yang kuat tidak hanya pada aspek teknis, tetapi juga pada kapasitas sumber daya manusia dan tata kelola kelembagaan.

Sejalan dengan itu, perkembangan Educational Data Mining (EDM) dan Learning Analytics (LA) memberikan peluang signifikan dalam memperkuat transformasi perencanaan pendidikan di era digital. Melalui kemampuan analisis prediktif dan preskriptif, keduanya memungkinkan pemetaan pola belajar, prediksi risiko akademik, serta personalisasi pembelajaran yang lebih adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Kendati demikian, penerapannya masih menghadapi kendala terkait kesiapan infrastruktur, regulasi privasi, dan budaya organisasi pendidikan yang belum sepenuhnya berorientasi pada pengambilan keputusan berbasis data. Oleh karena itu, penelitian ini menegaskan pentingnya sinergi antara inovasi teknologi, kebijakan tata kelola data, dan peningkatan literasi digital pendidik. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk mengeksplorasi model integrasi EDM dan LA dalam konteks pendidikan Indonesia, sekaligus merumuskan strategi kolaboratif lintas pemangku kepentingan guna memastikan keberlanjutan transformasi perencanaan berbasis data.

REFERENCES

- Anastassia Amellia Kharis, S., & Haqqi Anna Zili, A. (2022). Learning Analytics dan Educational Data Mining pada Data Pendidikan. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 6, 12-20.
- Dwijaksana, N. A., & Muhammad, A. H. (2025). Pemanfaatan Teknologi Learning Analytics Dalam Mendeteksi Pola Belajar Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di Smk Negeri 1 Kabupaten Sorong. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 122-128.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52434/jpu.v19i1.42480>
- Gengeç Benli, Ş., İçer, S., Demirci, E., Karaman, Z. F., Ak, Z., Acer, İ., ... Sertkaya, B. (2024). Data-driven exploratory method investigation on the effect of dyslexia education at brain connectivity in Turkish children: a preliminary study. *Brain Structure and Function*, 229(7), 1697-1712.
<https://doi.org/10.1007/s00429-024-02820-5>
- Hadijaya, Y., Azizi, A. R., Monalisa, F. N., & Fadla, S. L. (2022). Perencanaan Pendidikan dalam Meningkatkan Efektivitas dan Mutu Pendidikan di MTs Negeri Binjai. *IKAMAS: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 02(02), 130-140. Retrieved from <https://ikamas.org/jurnal/index.php/ikamas/article/view/46>
- Hanžel, V., Bertalanič, B., & Fortuna, C. (2025). Towards data-driven electricity management: multi-region uniform data and knowledge graph. *Scientific Data*, 12(1), 1-21. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-04310-z>
- Kalita, E., Oyelere, S. S., Gaftandzhieva, S., Rajesh, K. N. V. P. S., Jagatheesaperumal, S. K., Mohamed, A., ... Ali, T. (2025). Educational data

- mining: a 10-year review. *Discover Computing*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s10791-025-09589-z>
- Lampropoulos, G., & Evangelidis, G. (2025). Learning Analytics and Educational Data Mining in Augmented Reality, Virtual Reality, and the Metaverse: A Systematic Literature Review, Content Analysis, and Bibliometric Analysis. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/app15020971>
- Moh. Arifudin, F. Z. (2021). Planning (Perencanaan) dalam Manajemen Pendidikan Islam. *MA'ALIM: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(1), 28–45.
- Mulyadi, M. (2024). DATA-DRIVEN EDUCATION MANAGEMENT: MORE INFORMED DECISION-MAKING. *International Journal of Society Reviews (INJOSER)*, 4(02), 7823–7830.
- Mustafa, I. A., Syamsuddin, Ayusaputri, K. G., Warman, & Hidayanto, D. N. (2025). APPLICATION OF DATA-DRIVEN DECISION MAKING IN EDUCATION MANAGEMENT IN EAST KUTAI REGENCY. *As - S A B I Q U N Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 7(Dddm), 308–321.
- Ogata, H., Liang, C., Toyokawa, Y., Hsu, C. Y., Nakamura, K., Yamauchi, T., ... Majumdar, R. (2024). Co-designing Data-Driven Educational Technology and Practice: Reflections from the Japanese Context. *Technology, Knowledge and Learning*, 29(4), 1711–1732. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09759-w>
- Ramaditya, M., Syamsari, S., Hadirawati, H., & Hanifah, A. (2023). The Effect of Digital Learning, Innovative Behavior and Knowledge Management on Private Higher Education Performance. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(4), 6342–6360. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i4.3773>
- Robert Hegestedt, Jalal Nouri, R., & Rundquist, U. F. (2023). Data-Driven School Improvement and Data-Literacy in K-12: Findings from a Swedish National Program. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(24), 133–148. <https://doi.org/doi.org/10.3991/ijet.v18i15.37241>
- Rohmah, I. I., Rofiq, A., & Ihwan, M. B. (2025). Data Driven Educational Planning Strategy: Examining Challenges and Opportunities in the Digital Era. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 6(1), 327–336. <https://doi.org/10.33122/ejeset.v6i1.438>
- Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3). <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
- Sajja, R., Sermet, Y., Cwiertny, D., & Demir, I. (2023). Integrating AI and Learning Analytics for Data-Driven Pedagogical Decisions and Personalized Interventions in Education. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-025-09897-9>
- Singh, D., & Kaur, J. (2024). Data-Driven Decision Making in Education: Role of Big Data technologies. Singh, Kaur. *Wisdom Leaf Press*, 65–71. <https://doi.org/10.55938/wlp.v1i5.183>
- Siregar, K. E. (2024). Increasing Digital Literacy In Education : Analysis Of Challenges And Opportunities Through Literature Study. *International Journal of Multilingual Education and Applied Linguistics*, 1(2), 10–25. Retrieved

- from
<https://international.aspirasi.or.id/index.php/IJMEAL/article/view/18>
- Sun, A. X., & Mizumoto, A. (2025). Exploring the barriers to data-driven learning in the classroom: a systematic qualitative synthesis. *Applied Corpus Linguistics*, 5(2), 100126. <https://doi.org/10.1016/j.acorp.2025.100126>
- Tian, D., Jia, X., Ma, R., Liu, S., Liu, W., & Hu, C. (2021). BinDeep: A deep learning approach to binary code similarity detection. *Expert Systems with Applications*, 168, 114348. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114348>
- Uddin, S., Ong, S., & Lu, H. (2022). Machine learning in project analytics: a data-driven framework and case study. *Scientific Reports*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19728-x>