

# Utilization of Big Data for Learning Management System: a Systematic Literature Review

Muhammad Fajrul Aslim  
Faculty of Computer Science, Masters in Computer Science, University Esa Unggul  
Tangerang, Indonesia  
fajrul.aslim@student.esaunggul.ac.id

**Abstract**—Pemanfaatan Learning Management System (LMS) semakin menjadi trends di dunia Pendidikan. Trend ini melahirkan ledakan data di Sekolah/Perguruan Tinggi yang menjadi inovasi baru bagi dunia Pendidikan yaitu Big Data. Data-data digital dalam jumlah besar tersebut akan memberikan informasi apa yang siswa dan tenaga pendidik lihat dan baca, perilaku dan keterlibatan siswa, assessment, motivasi dan preferensi mereka, sehingga menyediakan sejumlah besar data yang dapat ditambang untuk pengalaman pembelajaran. Value big data terletak pada hasil analisis dan prediksi atau tindakan yang diambil dari hasil analisis dan prediksi tersebut. Makalah ini berusaha mengumpulkan isu-isu terkini mengenai penggunaan Big Data Analytic di dunia Pendidikan khususnya pada Learning Management System. Apa saja peringkat teratas untuk topik tersebut. Apa saja tantangan yang didapat saat menerapkannya pada penelitian peringkat teratas tersebut.

**Keywords**—information management, LMS, data digital, big data analytic, database management system, SLR.

## I. INTRODUCTION

Learning Management System (LMS) di bidang Pendidikan banyak digunakan dan berkembang saat ini. Hal ini menyebabkan banyak data dari aktivitas siswa saat menggunakan konten online. Hal ini menghasilkan sejumlah data besar yang terbuang dan tidak digunakan dan masalah ini tidak dapat diproses dan didukung oleh analitik pembelajaran tradisional.

Teknologi Big Data yang canggih dan juga menjadi trend belakangan ini sangat berkembang dan berkaitan dengan pengambilan keputusan yang berbasis data. Hal ini dikenal sebagai Big Data Analytics dan signifikansi untuk diterapkan dalam e-Learning di institusi Pendidikan. Big Data Analytics tersebut sebagai pendekatan yang efektif untuk penambahan data Pendidikan dan analisis pembelajaran.

Dalam makalah penelitian ini, kami mengumpulkan isu-isu terkini tentang bagaimana penggunaan Big Data Analytic di dunia pendidikan khusus pada LMS, apa saja peringkat teratas untuk topik tersebut, dan apa saja tantangan yang didapat saat menerapkannya pada peringkat teratas untuk topik tersebut.

## II. METHODOLOGY

Makalah penelitian ini menggunakan metode systematic literature review (SLR). SLR ini memiliki beberapa proses diantaranya planning (penentuan research question), pelaksanaan (pencarian literature, penentuan studi, dan sintesis data), dan laporan (penulisan laporan)[1].

### A. Research Question

Pertanyaan makalah penelitian dari SLR ini didefinisikan dari latarbelakang penelitian dan bermaksud untuk mengarahkan peneliti terkait hasil analisis, dan ekstraksi data yang dikumpulkan dari berbagai sumber yang ada. Berikut pertanyaan penelitian yang dapat dari SLR:

RQ 1: Apa isu terkini terkait topik penelitian pemanfaatan Big Data pada LMS?

RQ 2: Apa peringkat teratas untuk topik penelitian masa depan di bidang pemanfaatan Big Data pada LMS?

RQ 3: Apa saja saran penelitian lanjutan pada penelitian peringkat teratas untuk topik penelitian pemanfaatan Big Data pada LMS?

### B. Search Process

Berikut daftar database online yang digunakan sebagai proses pencarian data:

- Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>)
- Springer Link (<https://link.springer.com/>)
- IEEE (<https://ieeexplore.ieee.org/>)
- ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>)

### C. Inclusion and Exclusion Criteria

Berikut kriteria yang dijadikan acuan untuk pencarian informasi yang relevan:

- Data yang digunakan dalam rentang waktu 2013 – 2021
- Data diperoleh melalui situs Scopus, Springer Link, IEEE, dan ScienceDirect.
- Kata kunci yang digunakan berhubungan dengan Computer Science, Information Management, dan Database Management System, dan Computer and Education
- Topik yang digunakan berhubungan dengan Big Data dan Learning Management System.

### D. Study Selection

Hasil review mengacu pada tiga sumber database yaitu Springer Link, IEEE, dan ScienceDricet, melalui situs Scopus dan data yang dicari berdasarkan judul dan informasi abstrak. Jurnal yang relevan disimpan dalam alat manajemen referensi untuk kegiatan seleksi selanjutnya.

Seleksi study dibagi menjadi tiga tahap seperti ditunjukkan pada table 1. Pertama, dilakukan pencarian jurnal dan proses seleksi berdasarkan judul menghasilkan total 758 jurnal yang relevan untuk direview, kemudian dikategorikan sebagai ‘studi yang ditemukan’. Pada tahap selanjutnya, abstrak masing-masing jurnal diseleksi kembali

berdasarkan kesesuaiannya dengan research question dan jurnal yang sesuai dikategorikan sebagai ‘studi kandidat’. Pada tahap ketiga, jurnal yang sesuai diunduh dan dibaca secara detail untuk menjawab pertanyaan penelitian yang dikategorikan sebagai ‘studi pilihan’. Akhirnya, 27 jurnal diterima untuk sintesis data bukti setelah melakukan inclusion dan exclusion criteria. Proses ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Source	Studies Found	Candidate Studies	Selected Studies
Springer Link	443	19	11
IEEE	174	10	9
ScienceDirect	141	12	7
GRAND TOTAL	758	41	27

Tabel 1. Langkah untuk Pemilihan Jurnal dan Ekstraksi Data

Telah diperoleh 27 jurnal untuk menjawab pertanyaan penelitian. Berikut adalah rincian dari 27 jurnal yang dipaparkan berdasarkan judul, dan tahun terbit.

No.	Journal Title	Year
1	Learning with Big Data Technology: The Future of Education[2]	2018
2	Big Data and Learning Analytics: A Big Potential to Improve e-Learning[3]	2017
3	Big Educational Data & Analytics: Survey, Architecture and Challenges[4]	2017
4	Developing online learning resources: Big data, social networks, and cloud computing to support pervasive knowledge[5]	2015
5	Analysis of student behavior in Learning Management System through a Big Data framework[6]	2018
6	Sources of Evidence-of-Learning: Learning and assessment in the era of big data[7]	2015
7	Big data for online learning systems[8]	2018
8	Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges[9]	2014
9	Big Data in Higher Education: The Big Picture[10]	2017
10	Big Data Analytics Applicability in Higher Learning Education System[11]	2020
11	Application of Big Data in Education Data Mining and Learning Analytics – A Literature Review[12]	2015
12	Design of a mobile-based learning management system for incorporating employment demands: Case context of an Australian University[13]	2018
13	Revealing Big Data Emerging Technology as Enabler of LMS Technologies Transferability[14]	2018
14	Integration of Data Mining Clustering Approach in the Personalized E-Learning System[15]	2018
15	Recommender System for Big Data in Education[16]	2017
16	IoT and Big Data Analytics in E-Learning[17]	2019
17	Impact and Consequences of BIG DATA in e-Learning[18]	2017

18	Big Data integration for transition from e-learning to smart learning framework[19]	2016
19	Predictive Analytics for E Learning System[20]	2017
20	Big Data and Foreign Language E-learning on Production-oriented Approach[21]	2018
21	Typical Applications of Big Data in Education[22]	2015
22	A Pedagogical Perspective on Big Data and Learning Analytics: A conceptual Model for Digital Learning Support[23]	2019
23	Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution[24]	2015
24	Application of learning analytics using clustering data Mining for Students' disposition analysis[25]	2017
25	The skinny of big data in education: Learning analytics simplified[26]	2015
26	Big data in education: a state of the art, limitations, and future reseach directions[27]	2020
27	Big Opportunities and Big Concerns of Big Data in Education[28]	2016

Tabel 2. Judul dan Tahun 27 Jurnal

Dua puluh tujuh jurnal ini dikumpulkan dalam rentang waktu sekitar 1 dekade. Sebaran tahun dan jumlah jurnal yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 3. Sebagian besar dari 27 jurnal terpilih dalam 5 tahun terakhir, persentasenya menunjukkan bahwa 70% (19 jurnal) didistribusikan baru-baru ini. Tahun yang paling banyak terdapat jurnal terdapat pada tahun 2017 dan 2018 dengan masing-masing 7 jurnal.

Year	#Journal
2014	1
2015	6
2016	2
2017	7
2018	7
2019	2
2020	2

Tabel 3. Tahun Publikasi

### III. SLR RESULTS

Bagian ini menyajikan laporan tentang hasil review laporan SLR. Berdasarkan 27 jurnal yang terkumpul dilakukan investigasi untuk menjawab RQ1: Apa isu terkini terkait topik penelitian pemanfaatan Big Data pada LMS? Peneliti mengenali 9 isu terkait dengan topik penelitian. Sembilan masalah ini ditunjukkan pada Tabel 4 yang diurutkan berdasarkan Issue Id yang ditemukan secara berurutan oleh peneliti.

No.	Issue Id	Issue Description
1	I01	Penggunaan Big Data pada LMS untuk membantu memecahkan masalah Pendidikan.
2	I02	Implementasi hasil Big Data Analitik pada LMS.
3	I03	Dampak penggunaan Big Data pada LMS.
4	I04	Tantangan Big Data dalam Pendidikan.

5	I05	Privasi dan Etika penggunaan Big Data dalam Pendidikan.
6	I06	Manfaat dan keuntungan terkait penerapan Big Data pada LMS.
7	I07	Big Data Analitik sebagai pendekatan yang efektif untuk penambahan data Pendidikan dan analisis pembelajaran.
8	I08	Pengembangan LMS dengan memanfaatkan Big Data.
9	I09	Teknik Data Mining untuk menganalisis Big Data pada LMS.

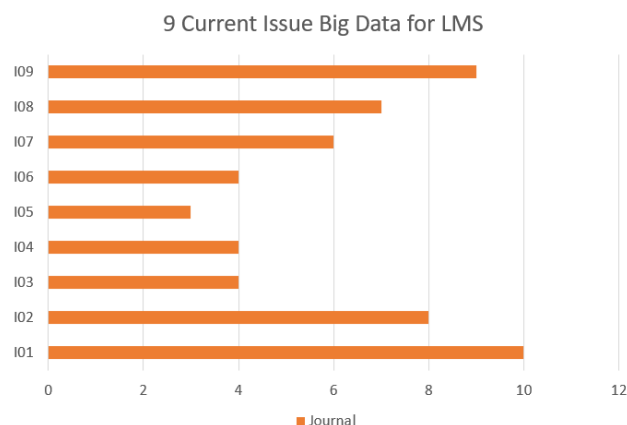
Tabel 4. Daftar Masalah

Ke-9 isu tersebut diperoleh dari 27 makalah yang dibaca dan ditemukan permasalahan yang dibahas pada makalah tersebut. Sebuah makalah mungkin hanya memiliki satu masalah. Hubungan makalah dengan masalah dapat dilihat pada table 5.

Paper No.	Issue								
	I01	I02	I03	I04	I05	I06	I07	I08	I09
1	v	v					v		v
2	v		v				v		
3	v			v	v				v
4								v	
5	v						v		
6		v	v	v					
7	v	v				v			
8		v		v				v	
9	v				v		v		
10							v		
11									v
12								v	
13	v	v							
14								v	v
15		v						v	
16								v	
17		v	v						
18						v			
19							v		v
20								v	
21	v					v			v
22	v					v			
23									v
24				v					v
25									v
26	v	v							
27			v		v				

Tabel 5. Matriks antara Malah dan Masalah

Untuk menjawab RQ2: Apa peringkat teratas untuk topik penelitian masa depan di bidang pemanfaatan Big Data pada LMS? Data yang terkumpul dari Tabel 4 dianalisa dan dikelompokkan sesuai dengan permasalahan dan diurutkan berdasarkan jumlah makalah. Kemudian peneliti mengambil tiga isu yang paling banyak dibahas dari makalah tersebut. Urutan masalah dan jumlah makalah yang dibahas dapat dilihat pada grafik Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Isu Terkini Big Data dan LMS

Terakhir, untuk menjawab RQ3: Apa saja saran penelitian lanjutan pada penelitian peringkat teratas untuk topik penelitian pemanfaatan Big Data pada LMS? Data yang didapat pada Gambar 1, ditelaah kembali dan kemudian dipaparkan apa saja saran penelitian lanjutan yang di dapat pada penelitian tersebut. Adapun hasil RQ3 dipaparkan pada Tabel 6 berikut ini.

No.	Issue Id	Issue Suggestion
1	I01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlunya identifikasi sumber Big Data dari LMS. Implementas, hasil, dan evaluasi dapat mengarahkan pada issue penelitian di masa depan.</li> <li>• Objek penelitian ini adalah mempelajari pola perilaku siswa, sehingga untuk penelitian lanjutan objek dapat juga digunakan untuk mempelajari pola perilaku dosen/guru/pendidik.</li> <li>• Menentukan kemungkinan korelasi antara pola perilaku siswa dan nilai mereka, untuk mengidentifikasi perilaku yang akan membantu meningkatkan kualifikasi siswa.</li> <li>• Kurangnya penerimaan system dan proses analitik dapat menyebabkan penolakan langsung terhadap hasil yang relevan. Maka diperlukannya penelitian yang focus pada metode evaluasi empiris alat analisis pembelajaran, dan model kompetensi untuk pembelajaran digital.</li> </ul>
2	I02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diperlukannya protocol untuk meyakinkan pengguna bahwa data yang dikumpulkan secara meluas terkait aktivitas belajar sehari-hari akan digunakan untuk keuntungan mereka, dan bukan merugikan.</li> <li>• Perlu dikembangkannya implementasi dari Big Data, misalnya mengembangkan system rekomendasi otomatis yang dapat membimbing siswa dalam belajar.</li> <li>• Identifikasi dan penetapan kebijakan yang menentukan siapa yang bertanggung jawab atas berbagai bagian atau aspek data dan inforasi institusional, termasuk akurasi,</li> </ul>

		<p>aksesibilitas, konsistensi, kelengkapan, dan pemeliharannya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diperlukannya lebih banyak penelitian untuk memahami dan mengukur nilai tambah dari teknologi ini, dan mengatasi tantangan implementasi serta hal-hal yang berkaitan dengan keamanan privasi dan tata Kelola data.</li> <li>• Perlunya penelitian untuk menguji peningkatan akurasi rekomendasi dengan model lain atau meningkatkan dari yang sudah digunakan.</li> </ul>
3	I09	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu memprediksi perilaku peserta didik untuk memungkinkan pemantauan real-time kegiatan siswa.</li> <li>• Diperlukan kemampuan untuk menganalisis kumpulan informasi yang beragam, mengelola, mengatur, dan mengamankannya untuk implementasi Big Data</li> </ul>

Tabel 6. Daftar Saran Penelitian Lanjutan

#### IV. CONCLUSION

Dalam penelitian ini, kami menyajikan tinjauan umum tentang publikasi masalah pemanfaatan Big Data pada LMS dengan melakukan SLR pada makalah yang ditulis selama 1 dekade terakhir. Semua makalah relevan yang dipilih adalah 758 makalah yang dikategorikan sebagai “*studies found*”. Kemudian disaring secara abstrak menjadi 41 makalah yang dikategorikan sebagai “*candidate studies*”, dan terakhir disaring dengan membaca teks lengkap menjadi 27 makalah yang dikategorikan sebagai “*selected studies*”.

Dari 27 makalah terkumpul, dilakukan investigasi dan kemudian dianalisis ke dalam 9 isu sebagai topik yang paling banyak dibicarakan terkait pemanfaatan Big Data pada LMS. Ke-9 isu tersebut adalah: 1) Penggunaan Big Data Analitik pada LMS. 2) Implementasi hasil Big Data Analitik pada LMS. 3) Dampak penggunaan Big Data pada LMS. 4) Tantangan Big Data dalam Pendidikan. 5) Privasi dan Etika penggunaan Big Data dalam Pendidikan. 6) Manfaat dan keuntungan terkait penerapan Big Data pada LMS. 7) Big Data Analitik sebagai pendekatan yang efektif untuk penambangan data Pendidikan dan analisis pembelajaran. 8) Pengembangan LMS dengan memanfaatkan Big Data. 9) Teknik Data Mining untuk menganalisis Big Data pada LMS. 10) Big Data Analitik sebagai pendekatan yang efektif untuk penambangan data Pendidikan dan analisis pembelajaran. Hasil ini menjawab RQ1 yaitu Apa isu terkini terkait topik penelitian pemanfaatan Big Data pada LMS?

Untuk menjawab RQ2, peringkat tiga teratas untuk topik penelitian masa depan dalam pemanfaatan Big Data pada LMS adalah: 1) Penggunaan Big Data pada LMS untuk membantu memecahkan masalah Pendidikan. 2) Teknik Data Mining untuk menganalisis Big Data pada LMS. 3) Implementasi hasil Big Data Analitik pada LMS. Ketiga isu tersebut merupakan isu penelitian paling kontemporer dalam proyek-proyek terkait Big Data dan LMS.

Berdasarkan RQ2, dilakukan analisis lanjutan untuk menjawab RQ3. Saran penelitian lanjutan yang mungkin dilakukan untuk topik penelitian masa dalam pada tiga perangkat teratas telah dijabarkan melalui Tabel 6. Hasil ini menjawab RQ3 yaitu Apa saja saran penelitian lanjutan pada

penelitian peringkat teratas untuk topik penelitian pemanfaatan Big Data pada LMS? Walaupun tidak semua makalah menyajikan saran diakhir tulisan. Namun, berdasarkan beberapa saran tersebut diharapkan dapat dijadikan masukan dan bahan pertimbangan untuk penelitian lanjutan khususnya bagi peneliti pribadi.

Penelitian ini mengalami beberapa keterbatasan dalam menemukan literatur terkait yang sesuai dengan kata kunci pencarian. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan untuk melakukan banyak metode pencarian dengan berbagai kombinasi kata kunci yang relevan untuk mendapatkan sumber realitas yang lebih dalam dari isu-isu Big Data dan LMS. Pekerjaan ini dilakukan selama kurun waktu 2 bulan dari Maret 2021 dan dapat digunakan sebagai referensi penelitian untuk 5 tahun ke depan. Studi literatur lebih lanjut diperlukan untuk memperbarui penelitian ini pada akhirnya.

#### REFERENCES

- [1] H. P. Karto Iskandar, Muhammad Ikhwan Jambak, Raymondulus Kosala, “Current Issue on Knowledge Management System for future research: a Systematic Literature Review,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 116, no. C, pp. 68–80, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.10.011.
- [2] M. Birjali, A. Beni-Hssane, and M. Erritali, “Learning with big data technology: The future of education,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 565, pp. 209–217, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-60834-1\_22.
- [3] K. Adam, N. A. A. Bakar, M. A. I. Fakhreldin, and M. A. Majid, “Big Data and Learning Analytics: A Big Potential to Improve e-Learning,” *Adv. Sci. Lett.*, vol. 24, no. 10, pp. 7838–7843, 2018, doi: 10.1166/asl.2018.13028.
- [4] K. L. M. Ang, F. L. Ge, and K. P. Seng, “Big Educational Data Analytics: Survey, Architecture and Challenges,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 116392–116414, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2994561.
- [5] M. Anshari, Y. Alas, and L. S. Guan, “Developing online learning resources: Big data, social networks, and cloud computing to support pervasive knowledge,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 21, no. 6, pp. 1663–1677, 2016, doi: 10.1007/s10639-015-9407-3.
- [6] M. Cantabella, R. Martínez-España, B. Ayuso, J. A. Yáñez, and A. Muñoz, “Analysis of student behavior in learning management systems through a Big Data framework,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 90, pp. 262–272, 2019, doi: 10.1016/j.future.2018.08.003.
- [7] B. Cope and M. Kalantzis, “Sources of Evidence-of-Learning: Learning and assessment in the era of big data,” *Open Rev. Educ. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 194–217, 2015, doi: 10.1080/23265507.2015.1074869.
- [8] K. Dahdouh, A. Dakkak, L. Oughdir, and F. Messaoudi, “Big data for online learning systems,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 23, no. 6, pp. 2783–2800, 2018, doi: 10.1007/s10639-018-9741-3.
- [9] B. Daniel, “Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 46, no. 5, pp. 904–920, 2015, doi: 10.1111/bjet.12230.
- [10] B. K. Daniel, “Big data and learning analytics in higher education: Current theory and practice,” *Big Data Learn. Anal. High. Educ. Curr. Theory Pract.*, pp. 1–272, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-06520-5.
- [11] R. Tasmin, R. N. Muhammad, and A. H. Nor Aziati, “Big Data Analytics Applicability in Higher Learning Educational System,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 917, no. 1, 2020, doi:

10.1088/1757-899X/917/1/012064.

- [12] S. Bajpai and S. Mani, "Big Data in Education and Learning Analytics," *TechnoLearn An Int. J. Educ. Technol.*, vol. 7, no. 1and2, p. 45, 2017, doi: 10.5958/2249-5223.2017.00005.5.
- [13] H. Singh and S. J. Miah, "Design of a mobile-based learning management system for incorporating employment demands: Case context of an Australian University," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 24, no. 2, pp. 995–1014, 2019, doi: 10.1007/s10639-018-9816-1.
- [14] H. Susanto, C. K. Chen, and M. N. Almunawar, "Revealing Big Data Emerging Technology as Enabler of LMS Technologies Transferability," pp. 123–145, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-60435-0\_5.
- [15] S. Kausar, X. Huahu, I. Hussain, Z. Wenhao, and M. Zahid, "Integration of Data Mining Clustering Approach in the Personalized E-Learning System," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 72724–72734, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2882240.
- [16] S. Dwivedi and V. S. K. Roshni, "Recommender system for big data in education," *Proc. - 2017 5th Natl. Conf. E-Learning E-Learning Technol. ELELTECH 2017*, vol. 2, 2017, doi: 10.1109/ELELTECH.2017.8074993.
- [17] I. P. D. O. S. Stoyanov, "16 IoT and Big Data Analytics in E-Learning.pdf," p. 5, 2019.
- [18] A. Sheshasaayee and S. Malathi, "Impact and consequences of BIG DATA in e-learning," *IEEE Int. Conf. Innov. Mech. Ind. Appl. ICIMIA 2017 - Proc.*, no. Icimia, pp. 726–729, 2017, doi: 10.1109/ICIMIA.2017.7975560.
- [19] P. K. Udupi, P. Malali, and H. Noronha, "Big data integration for transition from e-learning to smart learning framework," *2016 3rd MEC Int. Conf. Big Data Smart City, ICBDS C 2016*, pp. 268–271, 2016, doi: 10.1109/ICBDSC.2016.7460379.
- [20] M. S. Vyas and R. Gulwani, "Predictive analytics for e learning system," *Proc. Int. Conf. Inven. Syst. Control. ICISC 2017*, pp. 1–4, 2017, doi: 10.1109/ICISC.2017.8068590.
- [21] W. Yanhui, "Big data and foreign language e-learning on production-oriented approach," *2018 IEEE 3rd Int. Conf. Big Data Anal. ICBDA 2018*, pp. 170–174, 2018, doi: 10.1109/ICBDA.2018.8367671.
- [22] X. Yu and S. Wu, "Typical Applications of Big Data in Education," *Proc. - 2015 Int. Conf. Educ. Innov. Through Technol. EITT 2015*, pp. 103–106, 2016, doi: 10.1109/EITT.2015.29.
- [23] S. Seufert, C. Meier, M. Soellner, and R. Rietsche, "A Pedagogical Perspective on Big Data and Learning Analytics: A Conceptual Model for Digital Learning Support," *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 24, no. 4, pp. 599–619, 2019, doi: 10.1007/s10758-019-09399-5.
- [24] L. C. Liñán and Á. A. J. Pérez, "Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution," *RUSC Univ. Knowl. Soc. J.*, vol. 12, no. 3, pp. 98–112, 2015, doi: 10.7238/rusc.v12i3.2515.
- [25] S. Bharara, S. Sabitha, and A. Bansal, "Application of learning analytics using clustering data Mining for Students' disposition analysis," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 23, no. 2, pp. 957–984, 2018, doi: 10.1007/s10639-017-9645-7.
- [26] J. A. Reyes, "The skinny on big data in education: Learning analytics simplified," *TechTrends*, vol. 59, no. 2, pp. 75–80, 2015, doi: 10.1007/s11528-015-0842-1.
- [27] M. I. Baig, L. Shuib, and E. Yadegaridehkordi, "Big data in education: a state of the art, limitations, and future research directions," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 17, no. 1, 2020, doi: 10.1186/s41239-020-00223-0.
- [28] Y. Wang, "Big Opportunities and Big Concerns of Big Data in Education," *TechTrends*, vol. 60, no. 4, pp. 381–384, 2016, doi: 10.1007/s11528-016-0072-1.