

Tren Penelitian *Deep Learning* dalam Pendidikan Fisika: Analisis Bibliometrik dalam Satu Dekade Menggunakan Basis Data Scopus

Sulistia Ningsih^{1)*}, Irwandani¹⁾, Widya Wati¹⁾

¹⁾Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

*Corresponding Author: ssulistianingsih9@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *deep learning* membuka peluang baru dalam pendidikan fisika untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama dalam memahami konsep abstrak melalui simulasi virtual. Namun, pemanfaatannya masih terbatas dan belum ada pemetaan secara komprehensif yang berfokus pada pendidikan fisika. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika selama satu dekade terakhir. Metode analisis penelitian ini meliputi pertumbuhan publikasi dan sitasi tahunan, kontribusi penulis, afiliasi, dan negara, serta kata kunci dominan dan peluang topik penelitian. Prosedur penelitian ini dilakukan dengan analisis bibliometrik terhadap 90 dokumen terindeks scopus, dianalisis dengan Biblioshiny dan VOSviewer melalui tiga jenis visualisasi pada fitur *co-occurrence analysis*. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan publikasi yang terus meningkat signifikan, mengalami puncak publikasi terbanyak pada tahun 2023, dan kutipan terbesar pada tahun 2019, dengan rata-rata pertumbuhan tahunan mencapai 17,46%, kontribusi afiliasi institusi dari Universitas Michigan, dan negara produktif dari Amerika Serikat. Kata kunci paling dominan meliputi *deep learning*, *students*, *learning systems*, dan *artificial intelligence*. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan tren arah penelitian menuju integrasi teknologi digital dan pedagogi inovatif, dengan peluang riset masa depan pada *mobile learning*, *chat-gpt augmented reality*, dan *blended learning* berbasis kecerdasan buatan.

Kata Kunci: *Deep Learning*; Pendidikan Fisika; Analisis Bibliometrik

Received: 19 Oct 2025; Revised: 3 Nov 2025; Accepted: 6 Nov 2025; Available Online: 7 Nov 2025

This is an open access article under the CC - BY license.



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan telah menjadi perhatian utama dalam dunia pendidikan global, terutama memasuki era *society 5.0* yang menekankan manusia berbasis dengan teknologi cerdas seperti kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) atau lebih dikenal sebagai AI (Prahani et al., 2024). Menurut Wang et al., (2024) kecerdasan buatan (AI) dalam bidang pendidikan dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa, serta mendukung pembelajaran adaptif dan berpusat pada siswa. Integrasi AI dalam bidang pendidikan berkembang secara cepat dan menjadi fenomena universal di beberapa negara. Sejumlah kebijakan di beberapa negara seperti Amerika dan Tiongkok menempatkan AI sebagai strategi prioritas dalam peningkatan kualitas pendidikan sains dan teknologi (Delen et al., 2024).

Di tengah perkembangan teknologi yang sangat cepat, pembelajaran fisika masih menghadapi tantangan mendasar. Siswa sering mengalami miskonsepsi dalam memahami materi fisika yang disebabkan oleh pemahaman kurang mendalam serta minat belajar yang rendah terutama pada pembelajaran yang masih menerapkan metode ceramah dan eksperimen dengan laboratorium terbatas (Wati et al., 2019). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan inovasi pendekatan pedagogis yang lebih adaptif dan kontekstual agar mampu menjembatani kompleksitas konsep fisika melalui integrasi teknologi. Hal ini selaras dengan *constructivism learning theory* modern yang menyebutkan bahwa pembelajaran efektif dapat terjadi apabila peserta didik menciptakan pengetahuannya berdasarkan interaksi, pengalaman, dan lingkungan pembelajaran yang bermakna sekaligus didukung dengan teknologi digital (Pratama et al., 2025).

Kecerdasan buatan, khususnya *deep learning* hadir sebagai teknologi esensial yang menjadi peluang dalam mendukung pembelajaran fisika. Menurut Alnasyan et al., (2024) *deep learning* merupakan teknologi kecerdasan buatan yang dapat memprediksi performa peserta didik dalam pembelajaran virtual. Selain itu, *deep learning* memiliki kemampuan dalam menyediakan sistem tutor adaptif, simulasi virtual, dan laboratorium cerdas yang menyerupai eksperimen nyata untuk meningkatkan pengalaman belajar (Al Ka'bi, 2023). Penerapan *deep learning* dalam pendidikan fisika semakin penting karena sejalan dengan kemajuan teknologi dan tantangan pendidikan di abad ke-21 yang menekankan pembelajaran mendalam, efisien, adaptif, dan menciptakan pembelajaran yang lebih personal (Bao & Koenig, 2019).

Secara global, dalam lima tahun terakhir tren riset *deep learning* dalam pendidikan fisika terus terjadi kenaikan pada tiap tahunnya. Tren riset di negara Tiongkok menempati kontribusi dengan jumlah publikasi terbesar. Negara Tiongkok banyak mengembangkan model *deep learning* dalam pendidikan fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep, pemecahan masalah, dan kualitas pembelajaran (Lintangesukmanjaya et al., 2025). Berdasarkan kajian bibliometrik yang dilakukan oleh Nurjanah et al., (2024) pada publikasi scopus dalam dua dekade terakhir, dari tahun 2004 hingga 2024 terkait topik *deep learning* AI dalam pendidikan fisika meningkat secara signifikan pada tahun 2022 hingga mencapai 12% dari seluruh publikasi dan mengalami laju pertumbuhan tahunan sebesar 8,5% dalam setahun terakhir. Hal ini mengindikasikan bahwa *deep learning* AI relevan sebagai inovasi teknologi serta menjawab kebutuhan mendasar di bidang pendidikan fisika.

Beberapa kajian menyebutkan bahwa *deep learning* digunakan untuk memenuhi kebutuhan pendidikan, dengan menggunakan data yang besar *deep learning* dapat memprediksi kinerja akademik siswa dengan hasil lebih baik dibanding model analisis sederhana (Hussain et al., 2021). Studi terbaru menyebutkan integrasi *deep learning* dalam pembelajaran dapat membantu meningkatkan kualitas pendidikan serta mengevaluasi efektivitas dan efisiensi proses belajar, serta berperan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, memprediksi performa peserta didik dan membuat simulasi interaktif sesuai dengan konsep fisika, serta mengevaluasi keberhasilan implementasi kurikulum (Lin et al., 2025). Selain itu, penerapannya dalam pendidikan fisika digunakan untuk mengidentifikasi potensi peserta didik serta pengalaman belajar melalui sistem tutor cerdas, tanggapan personal dan lingkungan belajar adaptif (Sumarni & Yona Okryanida, 2025). Hal ini dapat disimpulkan bahwa penelitian terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika masih terfokus pada aspek penerapan teknologinya, sementara belum ada kajian yang bersifat bibliometrik untuk memetakan tren, arah perkembangan, dan kolaborasi penelitian di bidang ini masih terbatas.

Dalam kajian bibliometrik terdahulu yang dilakukan terhadap 200 dokumen scopus pada publikasi tahun 1991 hingga 2023, menunjukkan bahwa penelitian terkait *artificial intelligence* (AI) dalam pendidikan meningkat signifikan dalam satu dekade terakhir. Keterbatasan kajian tersebut hanya menyoroti fokus penelitian yang masih bersifat umum pada konteks pendidikan, dan belum banyak mengulas penerapan AI secara spesifik dalam bidang pendidikan sains, khususnya fisika (Turmuzi & Tyaningsih, 2025). Sementara kajian yang dilakukan oleh Mahligawati et al., (2023) melalui studi literaturnya mengidentifikasi bahwa integrasi AI dalam pendidikan fisika memiliki potensi besar dalam membantu pemahaman konsep abstrak dan menciptakan lingkungan belajar berbasis simulasi. Studi tersebut masih terbatas dalam bentuk kualitatif deskriptif serta belum mengeksplorasi peta jaringan kolaborasi penulis, afiliasi institusi, maupun tren kata kunci yang berkembang secara global. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian komprehensif yang memetakan tren topik kajian *deep learning* secara spesifik berfokus dalam pendidikan fisika untuk mengetahui sejauh mana perkembangan topik tersebut dari berbagai literatur ilmiah. Studi bibliometrik ini menjadi sangat penting karena untuk memahami kemajuan bidang yang dikaji, mengetahui tren penelitian paling berpengaruh, mengidentifikasi kontribusi kerja sama penulis, negara dan institusi yang berpengaruh, serta tema kajian yang masih memiliki celah untuk dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pemetaan jaringan secara sistematis dan kuantitatif terhadap publikasi ilmiah terkait *deep learning* secara spesifik berfokus pada pendidikan fisika, yang memberikan gambaran komprehensif terhadap tren arah perkembangan penelitian dari tahun ke tahun, kontribusi antar penulis, institusi, dan perbandingan kontribusi antar negara, pemetaan kata kunci topik peluang penelitian yang potensial di masa depan, dan identifikasi kluster tematik yang belum tereksplor dengan baik dalam rentang tahun satu dekade terakhir. Ketertarikan peneliti dalam mengkaji topik ini didasarkan pada meningkatnya relevansi *deep learning* sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari transformasi pendidikan

berbasis kecerdasan buatan, khususnya dalam bidang pendidikan fisika yang menuntut pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir tinggi, serta masih terbatasnya studi yang secara spesifik memetakan tren perkembangan riset *deep learning* dalam konteks pendidikan fisika yang menjadi dasar penting penelitian ini, dan karena diharapkan hasil pemetaan ini memberikan landasan empiris bagi pengembangan teori, kebijakan, dan praktik pembelajaran berbasis AI penelitian berikutnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan publikasi per tahun terkait penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika, mengidentifikasi kolaborasi penulis, afiliasi institusi, dan negara dengan kontribusi terbanyak, mengidentifikasi dan memetakan jaringan keterkaitan kata kunci tren topik penelitian dalam satu dekade terakhir, serta menentukan arah dan peluang penelitian di masa depan yang berpotensi mendukung pengembangan riset pendidikan fisika berbasis *deep learning* AI. Urgensi global penelitian ini menjadi sangat besar, karena hasil pemetaan ini dapat menjadi dasar rencana arah riset pendidikan fisika berbasis AI serta implikasi dalam kebijakan internasional. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan riset secara global, dalam mendukung pengembangan *roadmap* riset pendidikan fisika berbasis *deep learning* AI, serta menjadi acuan strategis bagi para peneliti dalam mengidentifikasi arah dan peluang penelitian tema-tema riset inovatif di masa mendatang.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode analisis bibliometrik yang digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi tren perkembangan penelitian literatur ilmiah terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika. Analisis bibliometrik merupakan pendekatan kuantitatif yang dapat memberikan gambaran mengenai perkembangan publikasi ilmiah secara sistematis pada suatu bidang ilmu tertentu berdasarkan publikasi ilmiah bereputasi, seperti scopus (Donthu et al., 2021).

Pencarian data pada penelitian ini dilakukan melalui database scopus pada 10 Oktober 2025 dengan kata kunci (“*deep learning*” AND “*physics education*”) OR (“*deep learning*” AND “*physics learning*”) OR (“*deep Learning*” AND “*science education*”) berdasarkan pencarian yang diterapkan pada abstrak, judul, dan kata kunci. Data pencarian awal yang didapatkan sebanyak 115 dokumen diseleksi berdasarkan kriteria inklusi yang dapat dilihat pada Tabel 1 melalui fitur penyaringan pada database scopus, sehingga menjadi 90 dokumen yang kemudian di ekspor ke dalam format CSV untuk dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan aplikasi VOSviewer dan format RIS untuk manajemen referensi.

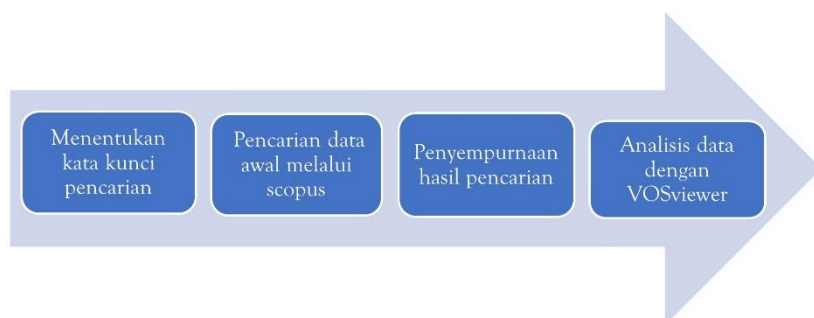
Tabel 1. Filter Kriteria Inklusi dan Eksklusi Data Dokumen

Filter	Inklusi	Eksklusi
Tahun terbit artikel	2015 hingga 2025	Sebelum 2014 dan setelah 2025
Jenis dokumen	Artikel dan Makalah konferensi	Buku, Resensi, Tinjauan konferensi, Bab buku, Erratum, Editorial, Nota, Surat, Survei singkat, dan Kertas data
Jenis sumber	Jurnal dan Prosiding konferensi	Seri buku, Buku, dan Jurnal perdagangan
Bahasa	Inggris	Selain yang ditulis dalam Bahasa Inggris
Kata kunci	<i>Deep Learning</i> , <i>Physics Education</i> , <i>Physics Learning Science Education</i> .	Selain kata kunci yang ditentukan

Berdasarkan tabel 1 menampilkan kriteria inklusi dan eksklusi yang sangat esensial dalam penelitian bibliometrik untuk menentukan artikel yang relevan bagi bidang kajian yang diteliti. Kriteria inklusi merupakan kriteria yang harus diterapkan agar suatu publikasi dapat dijadikan sebagai data penelitian, sedangkan pada kriteria eksklusi merupakan kriteria yang harus dikecualikan karena publikasi tersebut tidak sesuai untuk data kajian. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan kriteria inklusi untuk memastikan kesesuaian dan keakuratan artikel yang digunakan sebagai sumber data penelitian, sehingga hasil yang didapatkan menjadi valid dan dapat dipertanggungjawabkan keasliannya. Pada kriteria inklusi meliputi publikasi dokumen yang diterbitkan pada tahun 2015 hingga 2025, berupa artikel dan makalah konferensi, dalam sumber publikasi jurnal dan prosiding konferensi, dokumen artikel yang ditulis dalam bahasa inggris. Sedangkan kriteria eksklusi mencakup dokumen artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2014 dan sesudah 224, dalam bentuk buku, resensi, tinjauan konferensi, bab buku, erratum, editorial, nota, survei singkat, dan

kertas data, bersumber dari beres buku, buku, jurnal perdagangan, dan artikel yang tidak menggunakan bahasa Inggris serta kata kunci yang telah dipilih.

Teknik analisis data dilakukan dengan analisis bibliometrik menggunakan aplikasi VOSviewer pada fitur analisis *co-occurrence*, dengan kata kunci yang dipilih hanya berdasarkan kata kunci yang berkaitan dengan *deep learning* dalam pendidikan fisika dan fitur *co-authorship* untuk mengetahui produktivitas penulis serta analisis deskriptif yang bertujuan memberikan penjelasan mengenai tren perkembangan penelitian secara aktual dalam jangka waktu tertentu. Prosedur analisis data penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 (Ari Masitoh et al., 2021).



Gambar 1. Prosedur dan Analisis Data Penelitian

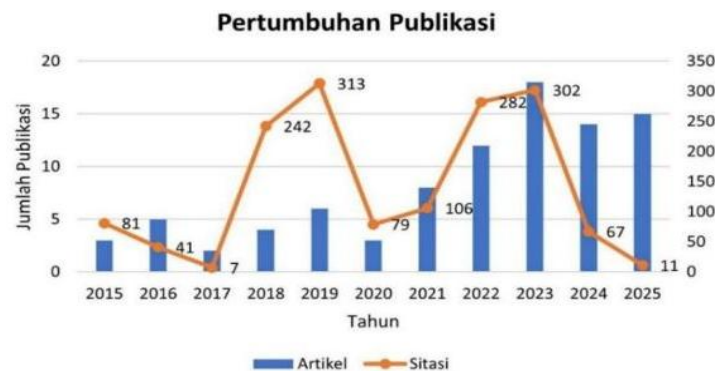
Berdasarkan Gambar 1 memperlihatkan prosedur penelitian dan analisis bibliometrik bersumber dari basis data scopus dengan menggunakan aplikasi VOSviewer. Tahap pertama dimulai dengan menentukan pencarian kata kunci yang sesuai dengan tujuan dan bidang kajian, selanjutnya diterapkan penyaringan kriteria inklusi untuk memastikan artikel yang relevan dengan bidang kajian. Setelah dilakukan penerapan kriteria inklusi, artikel yang telah memenuhi dianalisis lebih lanjut menggunakan Biblioshiny dan VOSviewer untuk mendapatkan hasil pengetahuan terkait tren dan pola pertumbuhan publikasi, serta mengidentifikasi kontribusi penulis, afiliasi, pola perkembangan sitasi, dan negara yang dominan dalam bidang kajian tertentu.

Metode pada penelitian ini tidak hanya memetakan data publikasi secara deskriptif, tetapi juga melakukan sintesis kuantitatif berupa analisis produktivitas penulis untuk melihat produktivitas peneliti, lonjakan sitasi, tingkat kolaborasi antar penulis dan institusi, serta dinamika pengaruh literatur yang paling berkontribusi dalam satu dekade terakhir. Pendekatan ini memberikan perspektif analisis yang lebih mendalam dibandingkan dengan penelitian bibliometrik sebelumnya pada topik AI dalam Pendidikan atau pembelajaran *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM) yang umumnya hanya berfokus pada topik *co-occurrence* kata kunci semata. Dengan analisis tersebut, penelitian ini tidak sekadar menghasilkan gambaran statistik, tetapi juga menyajikan pemahaman konseptual yang lebih komprehensif tentang bagaimana *deep learning* berkontribusi terhadap pengembangan teori dan dalam praktik pendidikan fisika. Secara universal, hasil pemetaan ini diharapkan dapat menjadi dasar empiris bagi pengembangan arah riset dan kebijakan internasional terhadap pendidikan fisika berbasis kecerdasan buatan yang relevan dengan kebutuhan global dan tantangan revolusi teknologi digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

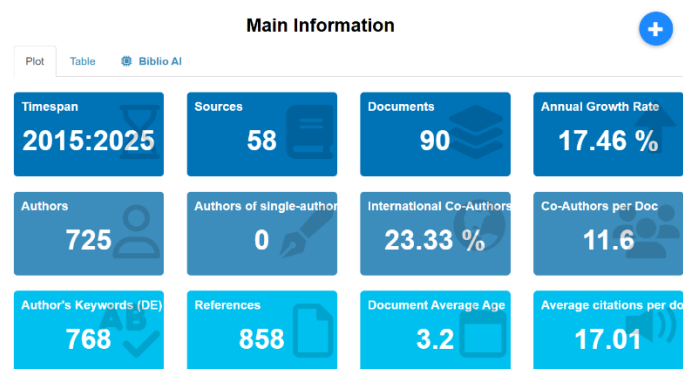
Tren Penelitian *Deep Learning* Pendidikan Fisika

Analisis terhadap tren pertumbuhan publikasi penelitian terkait *Deep Learning* dalam Pendidikan Fisika dari tahun 2015 hingga 2025 dapat dilihat pada Gambar 2. Sebagaimana yang ditunjukkan Gambar 2 memperlihatkan fluktuasi signifikan dalam satu dekade, namun cenderung meningkat dari tahun ke tahun dan terjadi penurunan jumlah publikasi pada beberapa tahun awal. Pada tahun 2020 terjadi penurunan kutipan serta jumlah publikasi kemungkinan disebabkan oleh pergeseran fokus penelitian dunia akibat pandemi COVID-19 yang sempat menghambat produktivitas akademik di berbagai disiplin ilmu (Jatmiko et al., 2021).



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Publikasi Per-Tahun

Tren publikasi kembali meningkat pada tahun 2023 terdapat 18 artikel dan merupakan tahun dengan jumlah publikasi penelitian tertinggi. Dari 90 artikel yang didapatkan, artikel yang paling sering dikutip penulis ditunjukkan pada tahun 2019 dengan lonjakan sitasi sebanyak 313 kutipan. Hal ini menunjukkan adanya perhatian peneliti serta kebutuhan akademik terhadap integrasi *deep learning* dalam proses pembelajaran fisika untuk menghadapi tantangan di era digital, seperti *virtual laboratory*, sistem penilaian otomatis, serta lingkungan belajar berbasis realitas virtual yang bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendukung pemahaman konsep abstrak fisika dengan lebih efektif (Lakka et al., 2023). Selanjutnya pada tahun 2024 hingga 2025 jumlah publikasi mengalami sedikit penurunan, menunjukkan bahwa peneliti mulai bergeser fokus penelitian serta fenomena penurunan jumlah sitasi disebabkan oleh efek keterlambatan kutipan terhadap publikasi terbaru.



Gambar 3. Analisis Data Artikel Biblioshiny

Gambar 3 menampilkan analisis data terhadap tren penelitian tentang *deep learning* dalam pendidikan fisika selama satu dekade terakhir, periode tahun 2015 hingga 2025. Dalam periode tahun tersebut, sebanyak 90 dokumen artikel penelitian terpublikasi yang dianalisis, dengan rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 17,46%. Penulis yang berkontribusi mencapai 725 penulis, dengan rata-rata jumlah kolaborasi penulis sebesar 11,6 setiap dokumen, mengindikasikan tingkat kolaborasi yang tinggi dalam penelitian terkait *deep learning* pendidikan fisika. Rata-rata sitasi setiap dokumen adalah 17,01 sitasi, menunjukkan perhatian yang cukup signifikan dari para peneliti. umur dokumen adalah Secara keseluruhan, pola tren ini merepresentasikan bahwa penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika meskipun mengalami fluktuasi, daya tarik penelitian terhadap topik ini masih tetap tinggi dan cenderung stabil, menandakan *deep learning* telah diakui sebagai salah satu pendekatan yang memiliki potensi dalam mendukung proses pembelajaran fisika, mencerminkan paradigma menuju pembelajaran yang lebih cerdas, berbasis data, dan terintegrasi dengan teknologi digital melalui pengembangan sistem pembelajaran adaptif, analisis hasil kinerja peserta didik, dan simulasi konsep fisika berbasis data.

Penulis Produktif Tahun 2015-2025

Analisis bibliometrik terhadap penulis terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika. Analisis ini dilakukan dengan bantuan aplikasi VOSviewer dengan jenis analisis *Co-authorship* menggunakan metode perhitungan penuh dengan jumlah maksimum penulis per dokumen sebesar 25, dan jumlah minimum

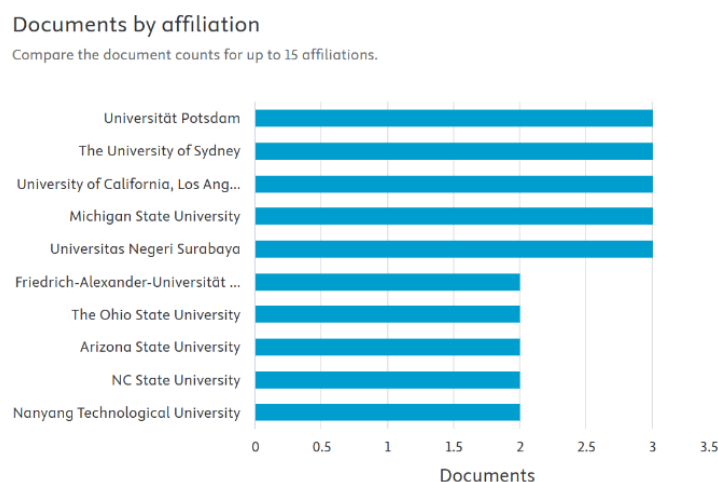
dokumen dari setiap penulis sebesar 2. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa dari metadata inklusi sebanyak 90 artikel melibatkan 335 penulis, 11 penulis memenuhi. Sehingga didapatkan 11 penulis dengan jumlah dokumen yang dimiliki masing-masing sebanyak 2 artikel. Para peneliti mengintegrasikan teknologi *deep learning* untuk mendukung analisis konsep siswa dan pengembangan pembelajaran adaptif (Adah & Krajcik, 2019). Dari hasil analisis terhadap penulis, Joseph S Krajcik, Lei Bao, dan chin chung tsai merupakan penulis yang belum pernah atau tidak memiliki hubungan kepenulisan bersama dengan penulis lain yang meneliti terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika.



Gambar 4. Visuualisasi Jaringan Kolaborasi Penulis

Kontribusi Afiliasi Institusi

Berdasarkan Gambar 5 terdapat lima institusi yang berpengaruh dalam publikasi tentang *deep learning* dalam pendidikan fisika, Universitas Potsdam, Universitas Sydney, Universitas California, Los Angeles (UCLA), Universitas Michigan, dan Universitas Negeri Surabaya (UNESA) dengan jumlah dokumen terbanyak masing-masing tiga artikel. Selain itu, Universitas Michigan merupakan intitusi dengan jumlah kutipan terbanyak. Dominasi institusi tersebut menunjukkan bahwa penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika berkembang pesat di lembaga yang memiliki kebiasaan kuat dalam bidang pendidikan dan teknologi digital, khususnya keterlibatan UNESA menandai meningkatnya partisipasi institusi di Indonesia dalam mengembangkan penelitian kecerdasan buatan di bidang pendidikan fisika, yang sejalan dengan agenda transformasi pendidikan digital nasional.

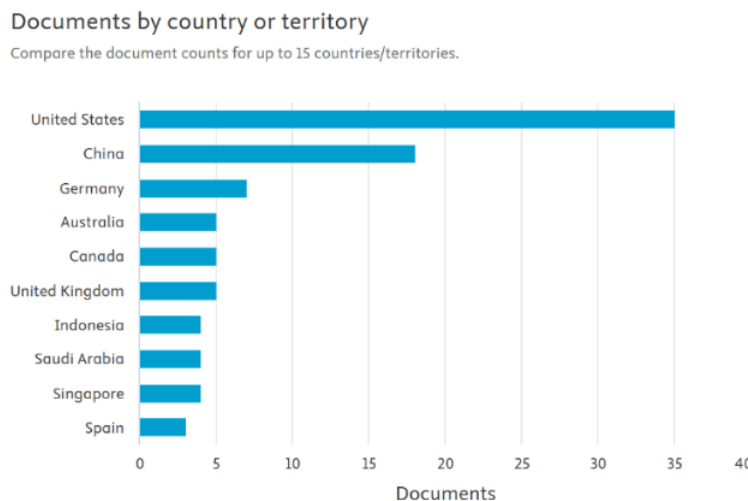


Gambar 5. Afiliasi Institusi dengan Dokumen Terbanyak

Negara Produktif

Analisis terhadap kontribusi negara produktif dapat dilihat pada Gambar 6, menunjukkan kontribusi lima negara teratas dan paling produktif dalam publikasi penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika. Amerika Serikat menjadi negara paling produktif dengan 35 dokumen artikel, selanjutnya diikuti oleh China 18 dokumen, Jerman 7 dokumen, Australia, dan Kanada yang masing-masing sama memiliki 5 artikel

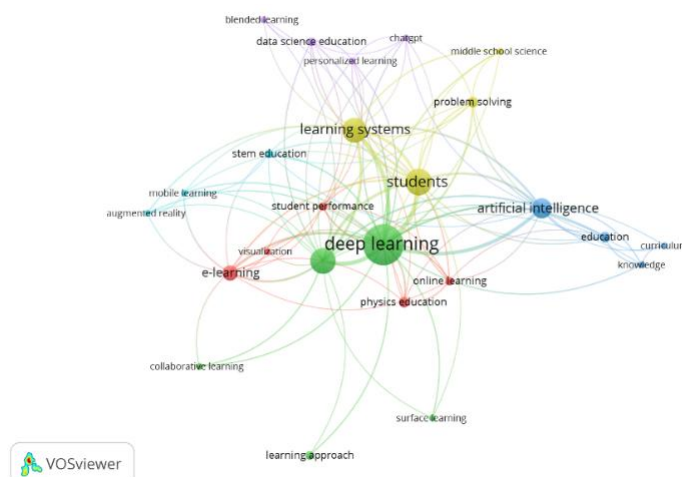
dokumen. Dominasi Amerika Serikat menggambarkan konsistensi negara tersebut dalam riset lintas disiplin yang mengintegrasikan *deep learning* dengan pendidikan *sains, technology, engineering, and mathematics* (STEM), terutama dalam konteks pembelajaran fisika berbasis data besar dan simulasi. Kontribusi China memperlihatkan komitmen dalam mengembangkan sistem pembelajaran cerdas berbasis *artificial intelligence* pada bidang sains, sedangkan Jerman, Australia dan Kanada berfokus pada pedagogi digital yang mendukung pemahaman konseptual fisika. Negara Indonesia juga mulai menempati posisi signifikan melalui kolaborasi riset lintas negara yang mengintegrasikan *deep learning* dalam pembelajaran fisika berbasis *problem-solving* dan *learning analytics*. Pola ini menunjukkan bahwa penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika bersifat multinasional dan kolaboratif, dengan penekanan pada integrasi antara teori pembelajaran sains, analitik pembelajaran, dan teknologi kecerdasan buatan.



Gambar 6. Sepuluh Negara dengan Kontribusi Paling Produktif

Visualisasi Pemetaan Tren Kata Kunci

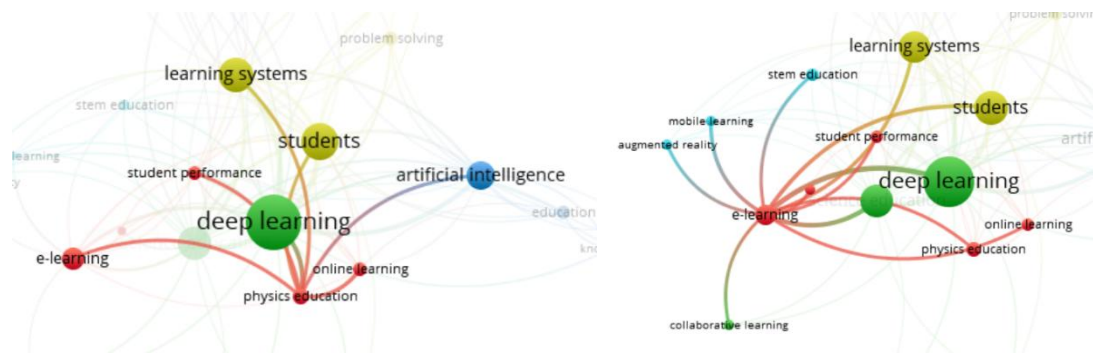
Analisis pemetaan terhadap kata kunci dilakukan dengan aplikasi VOSviewer dan pemilihan jenis data *create a map based on bibliographic data*, pemilihan data *source read data from database files scopus* dalam bentuk CSV. Merujuk pada Gambar 7, menggambarkan pemetaan kata kunci terkait *deep learning* pendidikan fisika.



Gambar 7. Visualisasi *Network Co-occurrence*

Berdasarkan Gambar 7 hasil pemetaan *network visualization* menggunakan analisis *co-occurrence* dengan *all keyword* dan jumlah minimum kemunculan kata kunci sebanyak 2 kejadian, didapatkan 102 kata kunci dari 768 kata kunci terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika. Dari 102 kata kunci dilakukan seleksi kembali kata kunci yang tidak berkaitan dengan penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika, sehingga didapat 25 kata kunci yang sesuai dengan meliputi lima cluster yang membentuk jaringan. Lima *cluster* yang membentuk pemetaan jaringan penelitian terkait *deep learning* dalam pendidikan fisika tersebut yaitu, *Cluster 1* node warna

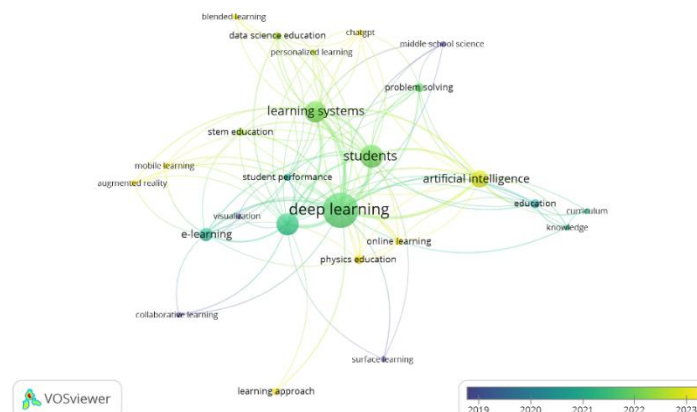
merah dengan jumlah 5 item mencakup *e-learning* (9), *online learning* (3), *physics education* (4), *student performance* (3), *visualization* (2). Cluster 2 node hijau dengan jumlah 5 item mencakup *collaborative learning* (2), *deep learning* (61), *learning approach* (3), *science education* (24), *surface learning* (2). Cluster 3 node warna biru mencakup item 4 *artificial intelligence* (15), *curriculum* (2), *education* (4), *knowledge* (2). Cluster 4 node warna kuning dengan jumlah 4 item mencakup *learning systems* (22), *middle school science* (2), *problem solving* (4), *students* (27). Cluster 5 node warna ungu dengan jumlah 4 item mencakup *blended learning* (2), *chat gpt* (2), *data science education* (3), *personalized learning* (2). Cluster 6 node warna biru muda dengan jumlah 3 item mencakup *augmented reality* (2), *mobile learning* (2), dan *stem education* (3). Kata kunci “*deep learning*” menempati posisi sentral dengan kemunculan kejadian paling besar, sebanyak 61 kejadian dalam jaringan.



Gambar 8. Visualisasi overlay dengan fokus *deep learning* pendidikan fisika

Berdasarkan Gambar 8, keterkaitan antara kata kunci node seperti *online learning*, *artificial intelligence*, *student* dan *physics education* sesuai dengan relevansi penerapan *deep learning* sebagai pendekatan teknologi kecerdasan buatan yang menekankan pada eksplorasi konsep dan pengalaman belajar bermakna. Dari hasil analisis ini menunjukkan bahwa dalam pendidikan fisika integrasi teknologi berbasis kecerdasan buatan *deep learning* berpotensi dapat meningkatkan performa belajar siswa secara adaptif, menciptakan lingkungan belajar yang responsif terhadap kebutuhan dan kemampuan individu (Jiang, 2025). Dengan demikian, analisis ini menegaskan bahwa *deep learning* memiliki potensi strategis untuk mengarahkan transformasi teknologi menuju pembelajaran yang lebih personal, reflektif, dan adaptif di era pendidikan berbasis kecerdasan buatan.

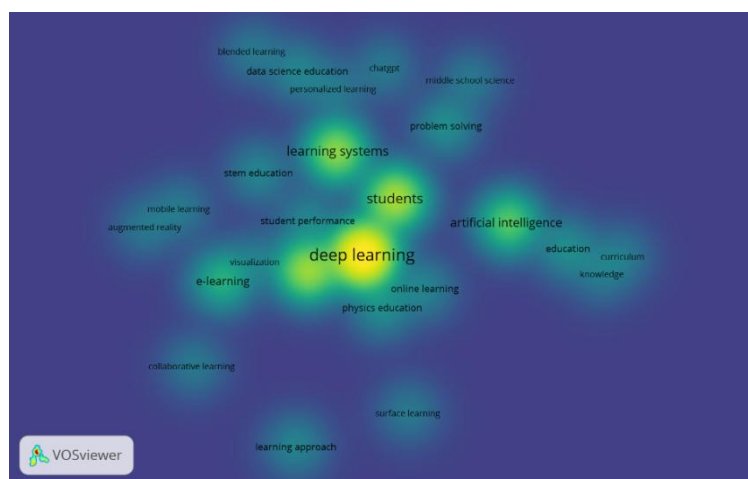
Hubungan antara “*students*” dan “*learning systems*” juga menandakan adanya perhatian terhadap efisiensi interaksi manusia dan sistem pembelajaran dalam konteks pendidikan berbasis data. Hal ini selaras dengan kajian Yaseen et al., (2025) yang menyebutkan bahwa teknologi pembelajaran adaptif dan umpan balik berbasis AI berkontribusi signifikan terhadap peningkatan keterlibatan belajar, performa dan motivasi peserta didik. Secara keseluruhan, tema dominan yang teridentifikasi dalam peta kata kunci menunjukkan tiga arah penelitian, yaitu integrasi *deep learning* dalam sistem pembelajaran, pembelajaran berbasis simulasi digital seperti *augmented reality*, dan fokus pada peningkatan *student performance*. Oleh karena itu, hasil analisis *co-occurrence* pada visualisasi overlay ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan *deep learning* dalam pendidikan fisika tidak hanya berfokus pada optimalisasi algoritma pembelajaran mesin, tetapi juga berimplikasi terhadap pengembangan model pedagogi baru yang mendukung pembelajaran adaptif, kolaboratif, dan berbasis data.



Gambar 9. Visualisasi Overlay Co-occurrence

Warna *cluster visualisasi overlay* pada Gambar 9, menunjukkan perkembangan temporal riset dari tahun 2019 hingga tahun 2023. Node dengan kata kunci warna kuning pekat belum dapat dipastikan sebagai rekomendasi peluang penelitian, dikarenakan peneliti harus memperhatikan kemunculan item sebagai rekomendasi penelitian selanjutnya. Topik *mobile learning*, *augmented reality*, *chat gpt*, dan *blended learning* menandakan item-item tersebut merupakan topik penelitian yang relatif baru dengan tingkat kejadian muncul paling sedikit dan dapat menjadi rekomendasi peluang kajian masa depan.

Visualisasi *overlay* dengan warna kuning dan ukuran node terbesar pada kata kunci *artificial intelligence*, mengindikasikan topik-topik baru yang semakin sering muncul dalam publikasi terkini. Hal ini menunjukkan bahwa fokus penelitian mulai beralih ke arah adaptasi pembelajaran berbasis kecerdasan buatan, proses pembelajaran yang memanfaatkan teknologi secara personal, serta penerapan *deep learning* dalam pendidikan fisika sebagai teknologi yang mendukung pembelajaran fleksibel. Kecenderungan ini sesuai dengan hasil studi Sofa et al., (2025) yang menerapkan *deep learning* dengan *Problem-Based Learning* (PBL) dan simulasi PhET dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa melalui teknologi simulasi virtual, serta perubahan positif dalam motivasi dan keterlibatan belajar. Hal ini mengindikasikan bahwa *deep learning* mendukung pembelajaran adaptif dan konstruktivisme, yang berarti pembelajaran efektif dapat terjadi apabila siswa aktif membangun pengetahuannya melalui pengalaman belajar dan interaksi dengan lingkungan yang bermakna serta memanfaatkan teknologi sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 10. Visualisasi *Density Co-occurrence*

Berdasarkan Gambar 10, Warna node merepresentasikan tingkat kemunculan topik kata kunci penelitian. Semakin cerah warna nodenya maka berarti semakin banyak topik penelitian yang telah diteliti. Visualisasi *density co-occurrence* dengan node berwarna cerah menunjukkan topik tersebut telah banyak dilakukan terkait *deep learning*, *student*, *learning system*, *artificial intelligence*. Sebaliknya topik penelitian dengan warna pudar dan ukuran *co-occurrence* yang rendah seperti *augmented reality*, *mobile learning*, *chat gpt* dan *blended learning* direkomendasikan sebagai peluang topik untuk penelitian di masa depan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data 90 artikel terkait penelitian *deep learning* dalam pendidikan fisika dalam satu dekade, tahun 2015 hingga 2025, disimpulkan bahwa tren penelitian menunjukkan peningkatan konsisten dan kenaikan signifikan pada tahun 2023 dengan puncak publikasi pada tahun 2019. Hasil penelitian kontribusi penulis paling produktif adalah Krajcik Joseph, Universitas Negeri Michigan merupakan kontribusi institusi afiliasi terkemuka, dan negara paling produktif adalah Amerika Serikat. Analisis kata kunci memperlihatkan tema dominan yang berpusat pada “*deep learning*”, “*students*”, “*learning systems*”, dan “*artificial intelligence*”, dengan topik peluang kata kunci penerapan *deep learning* yang berhubungan dengan “*mobile learning*”, “*augmented reality*”, “*chat-gtp*” atau “*blended learning*”, untuk penelitian masa depan. Penelitian selanjutnya diperlukan untuk menerapkan *deep learning* yang berpotensi memperkuat inovasi pedagogi serta merealisasikan pembelajaran fisika yang interaktif, adaptif, dan berbasis data di era transformasi digital.

Daftar Pustaka

- Adah, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: a design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>
- Al Ka'bi, A. (2023). Proposed artificial intelligence algorithm and deep learning techniques for development of higher education. *International Journal of Intelligent Networks*, 4(November 2022), 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2023.03.002>
- Alnasyan, B., Basher, M., & Alassafi, M. (2024). The power of Deep Learning techniques for predicting student performance in Virtual Learning Environments: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(July), 100231. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100231>
- Ari Masitoh, P. N., Latifah, S., Saregar, A., Aziz, A., Suharto, & Jamaluddin, W. (2021). Bibliometric analysis of physics problem solving. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012009>
- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Delen, I., Sen, N., Ozudogru, F., & Biasutti, M. (2024). Understanding the Growth of Artificial Intelligence in Educational Research through Bibliometric Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 16(16). <https://doi.org/10.3390/su16166724>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133(May), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Hussain, S., Gaftandzhieva, S., Maniruzzaman, M., Doneva, R., & Muhsin, Z. F. (2021). Regression analysis of student academic performance using deep learning. *Education and Information Technologies*, 26(1), 783–798. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10241-0>
- Jatmiko, B., Prahani, B. K., Suprpto, N., Admoko, S., Deta, U. A., Lestari, N. A., Jauhariyah, M. N. R., Yantidewi, M., & Mulyati, D. (2021). Bibliometric analysis on online physics learning during COVID-19 Pandemic: Contribution to physics education undergraduate program. In D. null, Z. A., P. B.K., P. N.P., L. N.A., & D. U.A. (Eds.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2110, Issue 1). Institute of Physics. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2110/1/012018>
- Jiang, W. (2025). Deep Learning-Based Prediction of Student Performance in Physics Education Using Multimodal Data. *Proceedings of the 2025 International Conference on Big Data and Informatization Education*, 119–124. <https://doi.org/10.1145/3729605.3729627>
- Lakka, I., Zafeiropoulos, V., & Leisos, A. (2023). Online Virtual Reality-Based vs. Face-to-Face Physics Laboratory: A Case Study in Distance Learning Science Curriculum. *Education Sciences*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/educsci13111083>
- Lin, Y., Chen, H., Xia, W., Lin, F., Wang, Z., & Liu, Y. (2025). A Comprehensive Survey on Deep Learning Techniques in Educational Data Mining. *Data Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s41019-025-00303-z>
- Lintangesukmanjaya, R. T., Dwikoranto, n., Awwalina, D. P., Setiani, R., & Bergsma, L. N. (2025). Potential study SDGs 4 of deep learning approaches to improve problem solving with machine learning inovation: Empirical and bibliometric analysis. In N. Suprpto, B. K. Prahani, S. Andari, M. A. Ghofur, & M. Satriawan (Eds.), *E3S Web of Conferences* (Vol. 640). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202564002018>
- Mahligawati, F., Allanas, E., Butarbutar, M. H., & Nordin, N. A. N. (2023). Artificial intelligence in Physics Education: A comprehensive literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2596(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012080>

- Nurjanah, S., Martaputri, N. A., & Suardi, I. K. (2024). Jurnal Pendidikan Fisika Artificial Intelligence in Physics Education Research in Two Decades : A Bibliometric Study from Scopus Database. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 53–86. <https://doi.org/10.26618/jpf.v12i2.14745>
- Prahani, B. K., Saphira, H. V., Wibowo, F. C., & Bunyamin, M. A. H. (2024). Mapping research on integrating artificial intelligence into physics learning. *Perspektiv Nauki i Obrazovania*, 71(5), 305–317. <https://doi.org/10.32744/pse.2024.5.18>
- Pratama, F. R., Santoso, H. B., Junus, K., Michael, J., Mannix, I. A., & Athaya, H. (2025). Constructivism in Online and Hybrid Learning Before and After Covid-19: a Systematic Literature Review. *Jurnal Eduscience*, 12(4), 1111–1129. <https://doi.org/10.36987/jes.v12i4.7314>
- Sofa, E. L., Saptanigrum, E., Khoiri, N., & Kurniawan, A. F. (2025). Effectiveness of Integrating Deep Learning into Problem- Based Learning with PhET Simulations to Enhance Students '. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(3), 416–428. <https://doi.org/10.26618/ttrea958>
- Sumarni, R. A., & Yona Okyranida, I. (2025). Deep Learning in Physics Education: Exploring the Potential of Mindful, Meaningful, and Joyful for a Better Learning Experience. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 7(1).
- Turmuzi, M., & Tyaningsih, R. Y. (2025). A Bibliometric Analysis of the Development of Artificial Intelligence (AI) Research in Education in Scopus Indexed Journals: What are the Future Trends of this Research? *TEM Journal*, 14(1), 671–683. <https://doi.org/10.18421/TEM141-60>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252(PA), 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Wati, W., Amriyah, C., & Astuti, T. W. (2019). Pengembangan Modul Fisika Berdasarkan Hambatan Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 107–115. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i1.3977>
- Yaseen, H., Mohammad, A. S., Ashal, N., Abusaimeh, H., Ali, A., & Sharabati, A. A. A. (2025). The Impact of Adaptive Learning Technologies, Personalized Feedback, and Interactive AI Tools on Student Engagement: The Moderating Role of Digital Literacy. *Sustainability (Switzerland)*, 17(3), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su17031133>