

INOVASI PEMBELAJARAN FISIKA DI ERA DIGITAL: SUATU TINJAUAN SISTEMATIS TERHADAP MODEL DAN TEKNOLOGI PEMBELAJARAN MODERN

Muhammad Jailani

Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Madani, Indonesia

Correspondence e-mail: muhammadjailani527@email.com

Article History

Accepted: December 12th 2025
Approved: December 30th 2025
Published: January 9th 2026

DOI: doi.org/10.30822/5z3snw81

ABSTRAK

Rendahnya efektivitas pembelajaran fisika konvensional dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan mahasiswa menjadi permasalahan utama dalam pendidikan fisika di perguruan tinggi. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis pola inovasi pembelajaran fisika di era digital serta implikasinya terhadap praktik pedagogis, kebijakan pendidikan, dan arah penelitian. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka kualitatif dengan meninjau artikel ilmiah terindeks Scopus, Web of Science, dan Google Scholar yang dipublikasikan pada periode 2019–2025, dianalisis melalui teknik analisis tematik. Hasil sintesis menunjukkan bahwa pola inovasi yang dominan meliputi penerapan flipped classroom dan blended learning, pemanfaatan laboratorium virtual dan simulasi digital, serta integrasi teknologi adaptif berbasis kecerdasan buatan dan AR/VR. Berdasarkan hasil sintesis literatur, penerapan inovasi pembelajaran digital tersebut dilaporkan mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa sekitar 20–30%, sekaligus memperkuat motivasi, kemandirian belajar, dan kemampuan berpikir kritis. Secara keseluruhan, kajian ini menegaskan bahwa inovasi digital dalam pembelajaran fisika tidak sekadar berfungsi sebagai alat pendukung, tetapi merupakan fondasi konseptual bagi pengembangan ekosistem pendidikan fisika yang berkelanjutan, berbasis data, dan relevan dengan tuntutan abad ke-21, sehingga memberikan kontribusi ilmiah dalam memetakan arah transformasi pedagogi fisika di pendidikan tinggi.

Kata Kunci: Inovasi pembelajaran fisika; era digital: flipped Classroom; virtual laboratory; kecerdasan buatan.

ABSTRACT

The low effectiveness of conventional physics instruction in enhancing students' conceptual understanding and engagement has become a major challenge in higher education physics learning. Therefore, this study aims to analyze patterns of innovation in digital-era physics learning and examine their implications for pedagogical practice, educational policy, and future research directions. This study employed a qualitative literature review approach by examining scholarly articles indexed in Scopus, Web of Science, and Google Scholar published between 2019 and 2025, which were analyzed using thematic analysis. The synthesis results indicate that dominant innovation patterns include the implementation of flipped and blended learning, the use of virtual laboratories and digital simulations, and the integration of AI-based adaptive technologies and AR/VR learning



environments. Based on the literature synthesis, these digital learning innovations have been reported to improve student learning outcomes by approximately 20–30%, while also enhancing motivation, learning autonomy, and critical thinking skills. Overall, this review emphasizes that digital innovation in physics learning functions not merely as a supplementary tool but as a conceptual foundation for developing a sustainable, data-driven, and future-oriented physics education ecosystem. Accordingly, this study contributes to the scholarly discourse by mapping the direction of pedagogical transformation in higher education physics learning.

Keywords: Physics learning innovation; digital era; flipped classroom; virtual laboratory; artificial intelligence.

PENDAHULUAN

Revolusi digital abad ke-21 telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran fisika. Teknologi seperti *virtual reality (VR)*, *augmented reality (AR)*, dan *learning management systems (LMS)* menjanjikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik (Martin et al., 2020). Namun, meskipun kemajuan teknologi begitu pesat, laporan *Programme for International Student Assessment (PISA)* menunjukkan bahwa literasi sains siswa, termasuk pemahaman konsep fisika, masih rendah di banyak negara berkembang. Kondisi ini menimbulkan pertanyaan mendasar: mengapa inovasi digital yang canggih belum sepenuhnya meningkatkan pemahaman konseptual siswa terhadap fisika? Pertanyaan inilah yang menjadi dasar untuk melakukan kajian sistematis terhadap inovasi pembelajaran fisika di era digital (Potkonjak, 2016).

Penelitian menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar fisika. Simulasi *PhET* terbukti efektif membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak, sementara pendekatan *flipped classroom* dan *blended learning* meningkatkan kemandirian belajar dan hasil akademik. Selain itu, kerangka kerja *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* menegaskan bahwa integrasi teknologi tidak bisa dilepaskan dari konteks pedagogi dan konten materi (Rohana, 2025); (Farizi, 2024). Namun, efektivitasnya masih beragam tergantung konteks dan kesiapan guru maupun siswa.

Kajian ini didasarkan pada tiga kerangka teoretis utama. Pertama, TPACK yang menekankan pentingnya sinergi antara teknologi, pedagogi, dan konten dalam proses pembelajaran. Kedua, teori konstruktivisme sosial Vygotsky yang menegaskan peran interaksi sosial dan scaffolding dalam membangun pengetahuan (Maghaydah, 2024); (Anandita, 2025). Ketiga, teori pembelajaran pengalaman Kolb, yang menjelaskan bagaimana pengalaman langsung memperkuat pemahaman konsep fisika melalui eksperimen dan simulasi. Ketiga teori ini menjadi fondasi konseptual dalam mengevaluasi dampak inovasi pembelajaran digital terhadap proses belajar fisika (Kamarudin, 2024).

Walaupun jumlah penelitian meningkat, masih terdapat kesenjangan penting dalam literatur. Sebagian besar penelitian menggunakan desain studi kasus lokal dengan sampel terbatas, sehingga sulit menggeneralisasi hasilnya. Selain itu, belum banyak studi yang mengintegrasikan berbagai model pembelajaran inovatif seperti *inquiry-based*, *flipped*, dan *game-based learning* dalam satu kajian sistematis. Lebih jauh, sedikit sekali penelitian yang menilai dampak inovasi pembelajaran fisika terhadap keterampilan abad ke-21, seperti kolaborasi dan kreativitas (Maslakhah, 2024). Dengan demikian, dibutuhkan *systematic review* komprehensif untuk mengisi celah tersebut (Heradio, 2016).

Menutup kesenjangan ini penting untuk memperkuat dasar ilmiah bagi inovasi pembelajaran fisika berbasis teknologi. Bagi akademisi, hasil kajian sistematis ini akan memperjelas arah pengembangan teori pembelajaran digital di bidang sains (Snyder, 2019). Sedangkan bagi praktisi pendidikan, hasilnya akan membantu merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif, adaptif, dan berorientasi pada keterampilan abad ke-21. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis literatur ilmiah terkait model dan teknologi pembelajaran modern dalam pembelajaran fisika, dengan fokus pada: (1) tren inovasi

pembelajaran fisika; (2) efektivitas inovasi terhadap hasil belajar dan motivasi siswa; serta (3) arah riset masa depan dalam konteks era digital.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi pustaka sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*) karena dianggap paling tepat untuk mengeksplorasi dan mensintesis hasil penelitian terkini tentang inovasi pembelajaran fisika di era digital. Pendekatan ini memungkinkan analisis mendalam terhadap tren, model, serta teknologi pembelajaran modern tanpa melakukan eksperimen langsung. SLR dipilih karena memberikan hasil yang lebih objektif dan komprehensif dibandingkan tinjauan naratif biasa, serta mampu mengidentifikasi kesenjangan riset dan arah pengembangan baru dalam bidang pendidikan sains (Khan et al., 2021); (Snyder, 2019).

Data penelitian diperoleh dari artikel ilmiah yang diterbitkan dalam jurnal bereputasi internasional melalui tiga basis data utama, yaitu Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Ketiganya dipilih karena mencakup publikasi dengan kredibilitas tinggi dan cakupan disiplin ilmu yang luas. Kriteria inklusi mencakup artikel *peer-reviewed* berbahasa Inggris yang diterbitkan pada rentang tahun 2019–2025, membahas topik inovasi pembelajaran fisika berbasis teknologi digital, serta melibatkan model seperti *flipped classroom*, *virtual laboratory*, *augmented/virtual reality (AR/VR)*, *STEM learning*, dan *game-based learning* (Prahani, 2024); (Potkonjak, 2024). Artikel konseptual, laporan non-akademik, dan publikasi yang tidak berfokus pada konteks fisika dikecualikan. Pemilihan periode lima tahun terakhir dimaksudkan agar kajian ini merepresentasikan kondisi terkini dari perkembangan digitalisasi pendidikan.

Proses analisis literatur mengikuti pedoman PRISMA 2020 guna menjamin transparansi dan keterulangan prosedur pencarian dan seleksi artikel (Page et al., 2021). Pada tahap awal, sejumlah artikel diperoleh dari hasil penelusuran basis data, kemudian disaring secara bertahap melalui seleksi judul, abstrak, dan teks penuh hingga diperoleh artikel akhir yang memenuhi seluruh kriteria inklusi. Artikel terpilih selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan sintesis tematik (*thematic synthesis*) untuk mengidentifikasi pola inovasi, tema-tema utama, serta kesenjangan penelitian yang masih terbuka. Analisis dalam penelitian ini bersifat kualitatif-tematik dan tidak dimaksudkan sebagai meta-analisis statistik, sehingga tidak menggabungkan ukuran efek kuantitatif dari hasil penelitian yang ditinjau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

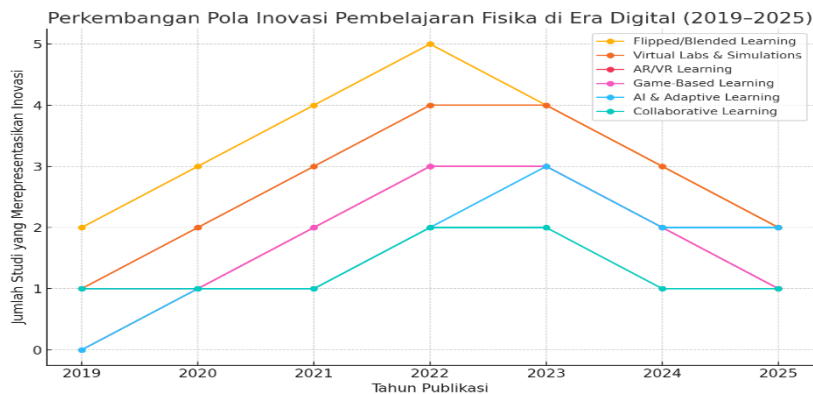
Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran fisika di pendidikan tinggi berkembang dalam pola yang terstruktur dan berorientasi pada pembelajaran digital berpusat pada mahasiswa. Pola utama tersebut selanjutnya dibahas melalui dua fokus utama, yaitu pola inovasi pembelajaran fisika serta analisis teoretis, praktis, dan implikasi kebijakan, guna memperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap perkembangan dan arah pembelajaran fisika di era digital.

Pola Inovasi Pembelajaran Fisika

Pembelajaran fisika di era digital mengalami transformasi mendalam dari pola konvensional menuju pendekatan berbasis teknologi dan interaktivitas tinggi. Pergeseran ini ditandai dengan munculnya berbagai model pembelajaran digital yang menggabungkan inovasi pedagogis dan teknologi informasi. Inovasi ini memungkinkan dosen untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih fleksibel, kolaboratif, dan berpusat pada mahasiswa. Dalam konteks pendidikan tinggi, teknologi bukan sekadar alat bantu, tetapi berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan teori fisika dengan pengalaman empiris melalui simulasi, eksperimen virtual, dan media pembelajaran interaktif (Shambare, 2024); (Wang, 2024).

Secara umum, hasil tinjauan menunjukkan bahwa terdapat enam pola utama inovasi pembelajaran yang banyak digunakan dalam pendidikan fisika di perguruan tinggi, sebagaimana ditampilkan pada bagan di bawah ini. Pola yang paling dominan adalah penerapan *flipped* dan *blended learning*, diikuti oleh *virtual laboratories* dan simulasi digital, serta *Augmented Reality*

(AR) dan Virtual Reality (VR) learning. Sementara itu, game-based learning, AI-based adaptive learning, dan collaborative learning, menempati proporsi yang lebih kecil namun tetap signifikan. Bagan di bawah ini menggambarkan distribusi proporsi jenis inovasi pembelajaran fisika berdasarkan hasil tinjauan pustaka dari tahun 2019 hingga 2025:



Gambar 1. Perkembangan Pola Inovasi Pembelajaran Fisika

Hasil analisis tren menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran fisika di pendidikan tinggi berkembang secara bertahap selama periode 2019–2025. Pada fase awal (2019–2020), penelitian banyak berfokus pada flipped classroom dan virtual laboratory, yang muncul sebagai respons terhadap kebutuhan pembelajaran jarak jauh dan peningkatan akses terhadap eksperimen daring. Kedua model ini mencapai puncak adopsi pada 2022, seiring dengan transisi pembelajaran dari daring penuh menuju *blended learning* yang lebih fleksibel dan interaktif (Kurniawan, 2023); (Wardi, 2024).

Mulai tahun 2021, muncul peningkatan signifikan dalam penerapan Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) sebagai media visualisasi konsep abstrak fisika seperti elektromagnetisme dan energi kinetik. Tren ini mencapai puncak pada 2022–2023, kemudian menurun akibat keterbatasan perangkat di beberapa institusi. Pada periode yang sama, game-based learning dan AI-based adaptive learning juga berkembang pesat, menandai pergeseran paradigma pembelajaran dari berbasis konten menuju pembelajaran berbasis data dan personalisasi (Simbolon, 2023); (Jugembayeva, 2022).

Sementara itu, collaborative learning menunjukkan pertumbuhan stabil sepanjang 2019–2025. Meskipun tidak sebanyak inovasi lainnya, pendekatan ini tetap penting dalam mendukung pembelajaran berbasis proyek dan kerja tim. Secara keseluruhan, periode 2020–2023 merupakan puncak inovasi pembelajaran fisika digital, ditandai dominasi *flipped learning*, *virtual laboratories*, dan *AR/VR-based learning*. Setelah 2024, penelitian mulai beralih ke tahap evaluasi dan penguatan efektivitas pedagogi digital, menandakan fase konsolidasi dan kematangan inovasi pembelajaran fisika di era digital.

Analisis Teoretis, Praktis, dan Implikasi Kebijakan

Transformasi digital dalam pembelajaran fisika di perguruan tinggi telah mengubah secara mendasar cara dosen mengajar dan mahasiswa belajar. Inovasi yang sebelumnya hanya dipahami sebagai penggunaan media teknologi, kini berkembang menjadi pendekatan pedagogis yang menyatukan teori, praktik, dan kebijakan. Kajian pustaka (2019–2024) memperlihatkan bahwa efektivitas pembelajaran digital tidak hanya bergantung pada perangkat atau platform yang digunakan, tetapi juga pada sejauh mana dosen memahami integrasi teknologi, pedagogi, dan konten materi fisika (TPACK) dalam konteks pembelajaran yang bermakna (Faresta, 2025); (Meronda, 2025).

Untuk memperjelas keterkaitan antara dimensi konseptual, penerapan praktis, dan implikasi kebijakan yang ditemukan dalam literatur, berikut disajikan ringkas hasil sintesis yang merangkum tiga pilar utama pembelajaran fisika di era digital pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Analisis Teoretis, Praktis, dan Kebijakan Inovasi Pembelajaran Fisika

Aspek	Fokus Utama	Publikasi Rujukan (2019–2025)
Teoretis	Integrasi TPACK dan konstruktivisme sosial sebagai dasar inovasi.	<i>Integrating TPACK Framework in Digital Physics Learning</i> (Faresta, 2025); <i>Social Constructivism and Technology-Mediated Physics Instruction</i> (Meronda, 2025)
Praktis	Implementasi <i>flipped classroom</i> , <i>AI-based adaptive learning</i> , dan <i>AR/VR simulations</i> .	<i>Effectiveness of Flipped Classroom in Physics Education</i> ; <i>AI-Based Adaptive Learning in Undergraduate Physics Courses</i> (Isdianti, 2022a); <i>AR and VR Simulations for Abstract Physics Concepts</i> (Cahyanti, 2024)
Kebijakan	Literasi digital dosen & infrastruktur pembelajaran berbasis teknologi.	Digital Literacy Policy for Higher Education Physics Learning (Roslina, 2022); Institutional Policy for Sustainable Digital Physics Education (Rohana, 2025); Data-Driven Policy in Higher Education Learning Analytics (Kamarudin, 2024)

Tabel 1 menunjukkan bahwa pembelajaran fisika di era digital berakar pada sinergi antara kerangka teori dan penerapan praktis yang diperkuat oleh kebijakan kelembagaan. Pada level teoretis, kerangka TPACK dan teori konstruktivisme sosial menegaskan bahwa teknologi harus digunakan secara bermakna untuk mendorong pembentukan pengetahuan, bukan sekadar sebagai media tambahan. Dosen berperan sebagai fasilitator pembelajaran aktif yang merancang pengalaman belajar berbasis eksplorasi, kolaborasi, dan refleksi (Simarona, 2024).

Dari sisi praktis, hasil sintesis pustaka memperlihatkan bahwa model *flipped classroom* dan *AI-based adaptive learning* memberikan dampak signifikan terhadap capaian belajar mahasiswa. Mahasiswa menjadi lebih mandiri, memiliki kontrol terhadap proses belajarnya, dan lebih terlibat dalam diskusi maupun eksperimen virtual (Susanti, et al. 2024); (Isdianti, 2022b). Penerapan *AR/VR simulations* juga terbukti efektif dalam memperdalam pemahaman terhadap konsep fisika yang abstrak melalui visualisasi tiga dimensi, meningkatkan retensi konsep, serta mengurangi miskonsepsi yang umum terjadi dalam pembelajaran konvensional (Cahyanti, 2024).

Sementara itu, pada level kebijakan, hasil kajian menegaskan perlunya universitas dan lembaga pendidikan tinggi untuk membangun ekosistem pembelajaran digital yang terintegrasi dan berkelanjutan. Hal ini mencakup penyediaan infrastruktur teknologi, kebijakan pelatihan dosen secara berkala, serta integrasi konten digital ke dalam kurikulum fisika nasional (Roslina, 2022); (Rohana, 2025). Selain itu, kebijakan berbasis data (*data-driven policy*) juga penting untuk memantau efektivitas inovasi pembelajaran secara real time melalui *learning analytics*. Dengan strategi tersebut, pendidikan fisika di era digital dapat bergerak menuju sistem yang tidak hanya adaptif dan interaktif, tetapi juga inovatif dan inklusif (Kamarudin, 2024).

KESIMPULAN

Inovasi pembelajaran fisika di era digital menunjukkan pergeseran paradigma yang signifikan dari pengajaran konvensional menuju pembelajaran berpusat pada mahasiswa melalui integrasi teknologi, pedagogi, dan konten fisika (TPACK). Temuan utama menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis teknologi, seperti *flipped classroom*, laboratorium virtual, pembelajaran adaptif berbasis AI, serta simulasi AR/VR, berkontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman konseptual, motivasi, dan kemandirian belajar mahasiswa. Selain berdampak pada praktik pembelajaran, inovasi ini menegaskan pentingnya dukungan kebijakan institusional berupa penguatan literasi digital dosen, infrastruktur pembelajaran, dan pengembangan pedagogi digital yang berkelanjutan. Secara keseluruhan, pembelajaran fisika digital berpotensi menjadi fondasi strategis dalam meningkatkan kualitas pendidikan fisika di perguruan tinggi dan mendorong pengembangan sistem pembelajaran yang adaptif dan relevan dengan tantangan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandita, A. S., Negoro, R. A., & Rahmawati, L. (2025). Transforming Physics Learning Media in Indonesian Senior High Schools: A Decade of Systematic Innovation Review (2014–2024). *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 8(1), 234-245.
- Cahyanti, N. A., Suyanto, S., Wantara, N., Begimbetova, G. A., Unayah, H., & Khilafah, M. R. N. (2024). A Systematic Review of STEM Education Implementation in Indonesian High Schools: Opportunities, Challenges, and Policy Recommendations. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(3), 1528-1443.
- Faresta, R. A., Ginola, D., Sinambela, I. A. N., & Apriliana, A. (2025). Virtual Laboratories on Student Engagement: A Systematic Review of Inquiry-Based and Problem-Based Learning Effectiveness. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 10(4), 787-798. <https://doi.org/10.33394/jtp.v10i4.12530>
- Farizi, T. (2024). The Use of Virtual Laboratories and Immersive Technology in Science Education. *JPIF (Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika)*, 4(2). <https://doi.org/10.52434/jpif.v4i2.42863>
- Heradio, R., De La Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.020>
- Isdianti, N. (2022a). AI-Based Adaptive Learning In Undergraduate Physics Courses. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(3), 201–215.
- Isdianti, N. (2022b). Virtual Lab Based on STEM Approach: Is It Effective to Enhance Students' Concepts? *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(2), 151–164. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v11i2.12545>
- Jugembayeva, B., & Murzagaliyeva, A. (2022). Physics Students' Innovation Readiness For Digital Learning Within The University 4.0 Model: Essential Scientific And Pedagogical Elements That Cause The Educational Format To Evolve In The Context Of Advanced Technology Trends. *Sustainability*, 15(1), 233. <https://doi.org/10.3390/suXXXX>
- Kamarudin, A. (2024). Data-Driven Policy In Higher Education Learning Analytics. *Journal of Educational Policy and Innovation*, 8(1), 55–69.
- Kamarudin, M. Z., Mat Noor, M. S. A., & Omar, R. (2024). A Scoping Review Of The Effects Of A Technology-Integrated, Inquiry-Based Approach On Primary Pupils' Learning In Science. *Research in Science & Technological Education*, 42(3), 828-847.
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2021). Systematic Reviews To Support Evidence-Based Medicine. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Kurniawan, Y., Suhandi, A., Samsudin, A., & Thanh Xuan, N. T. (2024). A Systematic Literature Review Of Physics Education Teaching Regarding Oscillations. *Journal of Science Learning*, 7(1), 25–32. <https://doi.org/10.17509/jsl.v7i1.57765>
- Maghaydah, S., Al-Emran, M., Maheshwari, P., & Al-Sharafi, M. A. (2024). Factors affecting Metaverse Adoption In Education: A Systematic Review, Adoption Framework, And Future Research Agenda. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.xxxxx>

- Martin, F., Sun, T., & Westine, C. D. (2020). Computers & Education A systematic Review Of Research On Online Teaching And Learning from 2009 to 2018. *Computers & Education*, 159, 104009. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104009>
- Maslakhah, I. F., Jatmiko, B., & Sanjaya, I. G. M. (2024). Development of Physics Learning Media: A Literature Review. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5(2), 317-333.
- Meronda, D. A., Widarti, H. R., & Yahmin, Y. (2025). Virtual Laboratories in Science Education: A Systematic Review of Effectiveness on Conceptual Understanding and Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(3), 2020-2042.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Shamseer, L. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline For Reporting Systematic Reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Potkonjak, M. (2016). Virtual Laboratories For Education In Science, Technology And Engineering. *Computers & Education*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>
- Potkonjak, M. (2024). Virtual Laboratory In Physics Education: A Systematic Review (AIP Conference Proceedings summary). *AIP Conference Proceedings*.
- Prahani, B. K., Saphira, H. V., Jatmiko, B., & Amelia, T. (2024). The Impact of Emerging Technology in Physics over the Past Three Decades. *Journal of Turkish Science Education*, 21(1), 134-152.
- Rohana, R. A., & Malik, A. (2025). Eksperimen Virtual dalam Era Digital Learning: Studi Inkuiri Hubungan Panjang Tali dan Periode Bandul Sederhana Menggunakan Aplikasi Simulasi PhET. *Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan (JPSP)*, 5(2), 96-107.
- Rohana, S. (2025). Institutional Policy For Sustainable Digital Physics Education. *Journal of Higher Education Policy Studies*, 9(2), 88–102.
- Roslina, D. (2022). Digital Literacy Policy For Higher Education Physics Learning. *Jurnal Kebijakan Pendidikan Tinggi*, 6(2), 120–134.
- Roslina, R., Samsudin, A., & Liliawati, W. (2022). Effectiveness of Project Based Learning Integrated STEM in Physics Education (STEM-PJBL): Systematic Literature Review (SLR). *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(1), 120-139.
- Shambare, B., & Simuja, C. (2024). Exploring the Integration of Virtual Laboratories in Science Education: Insights From Rural Teachers in South Africa. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments (IJVPLE)*, 14(1), 1-19.
- Simarona, N. (2024). *Inovasi Pembelajaran Fisika Melalui Mobile Learning Adaptif: Tinjauan Pustaka*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan (SNP) 2024, 592–605.
- Simbolon, D. H., & Silalahi, E. K. (2023). Virtual Laboratory-Based Physics Learning" PhET Simulation" to Improve Student Learning Activities. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 7(3), 461-468.
- Snyder, H. (2019). Literature Review As A Research Methodology: An Overview And Guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

- Susanti, S., Putra, R. P., Agustina, R. D., Quy, N. P., Siregar, H. S., & da Silva, J. (2024). Exploring The Educational Landscape: The Impact Of Post-COVID Online Learning On Physics Education Undergraduates' Academic Engagement And Achievement. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education*, 6(1), 86–104. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v6i1.22179>.
- Wang, Y., Liu, W., Yu, X., Li, B., & Wang, Q. (2024). The Impact Of Virtual Technology On Students' Creativity: A Meta-Analysis. *Computers & Education*, 215, 105044.
- Wardi, L. Z., Wasis, W., Widodo, W., Satriawan, M., & Nisa, K. (2024). Trends and Development of Digital Learning Research to Train Science Literacy in Physics Learning: Literature Review and Bibliometric Analysis. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(3), 1051-1066.