



DAMPAK LABORATORIUM VIRTUAL TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DALAM PEMBELAJARAN FISIKA: TINJAUAN BIBLIOMETRIK DAN *SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Muhammad Wildan Afifi¹, Kharisma Putri Kholifah², Nisrina Azmi Roihanah³, Alifia Nihayatul 'Ayun⁴, Ferani Alifia Yuni Giharta⁵
UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung^{1,2,3,4,5}
e-mail: mwildanafifi@gmail.com, putrikharisma423@gmail.com,
nisrinaazmi156@gmail.com, alifiaayun90@gmail.com, feranialifia@gmail.com

Diterima: 30/5/2026; Direvisi: 10/6/2026; Diterbitkan: 17/6/2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan dan tren publikasi mengenai pembelajaran fisika menggunakan laboratorium virtual, serta mengevaluasi dampaknya terhadap pemahaman konseptual dan hasil belajar siswa. Metode kombinasi Analisis Bibliometrik dan Ulasan Literatur Sistematis (SLR) digunakan dalam penyusunan studi ini. Dalam proses pengumpulan data, kami menggunakan perangkat lunak *Publish or Perish*, dan sumber data yang digunakan berasal dari Crossref. Dalam Analisis Bibliometrik, perangkat lunak seperti *Publish or Perish* dan *VOSviewer* digunakan untuk mengidentifikasi tren publikasi, jaringan kata kunci, dan penulis berpengaruh dalam topik ini. Selain itu, SLR digunakan untuk menghasilkan pembahasan terkait pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap pemahaman konseptual dan hasil belajar mahasiswa. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam publikasi terkait topik ini dari tahun 2015 hingga 2024. Temuan SLR juga menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual mempengaruhi pemahaman konseptual dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan mengatasi atau memfasilitasi kebutuhan belajar mahasiswa. Studi ini menyimpulkan bahwa dalam 10 tahun terakhir, publikasi artikel jurnal pada topik ini telah meningkat secara signifikan dan masih relevan untuk penelitian lebih lanjut. Selain itu, penggunaan laboratorium virtual juga memiliki dampak positif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan hasil belajar mahasiswa. Setelah menerapkan pembelajaran menggunakan laboratorium virtual, pemahaman konseptual dan hasil belajar siswa meningkat secara signifikan.

Kata Kunci: *Laboratorium Virtual, Pendidikan Fisika, Hasil Belajar, Pemahaman Konseptual*

ABSTRACT

This study aims to examine the development and trends in publications on the topic of physics learning using virtual laboratories and to review the impact to students' conceptual understanding and learning outcomes. A combination of Bibliometric Analysis and Systematic Literature Review (SLR) methods was used in compiling this study. In the data collection process, we used *Publish or Perish* software and the data sources we used came from Crossref. In Bibliometric Analysis, software such as *Publish or Perish* and *VOSviewer* is used to identify trends in publications, keyword networks, and influential authors in this topic. Additionally, SLR was used to generate a discussion related to the influence of virtual laboratory utilization on students' conceptual understanding and learning outcomes. The results showed a significant increase in publications related to this topic from 2015 to 2024. The SLR findings also indicate that the use of virtual laboratories influences conceptual understanding and improves student



learning outcomes by addressing or facilitating students' learning needs. This study concludes that in the last 10 years, journal article publications on this topic have increased significantly and are still relevant for further research. In addition, the use of virtual laboratories also has a positive impact on improving students' conceptual understanding and learning outcomes. After implementing learning using virtual laboratories, students' conceptual understanding and learning outcomes improved significantly.

Keywords: *Virtual Laboratory, Physics Education, Learning Outcome, Conceptual Understanding*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu sains fundamental yang mendasari berbagai perkembangan teknologi modern, yang mencakup eksplorasi gagasan ilmu kehidupan, ruang, serta waktu yang selaras dengan hukum alam. Dalam struktur pengajaran fisika, terdapat dua dimensi esensial yang wajib dikaji secara seimbang, yaitu dimensi produk ilmiah berupa data, prinsip, teori, maupun hukum, serta dimensi empiris yang berbasis pada pembuktian faktual. Ilmu ini memegang peranan krusial dalam memberikan penjelasan logis kepada indera manusia mengenai berbagai fenomena alam yang berlangsung dalam aktivitas keseharian (Dwiyanti et al., 2021; Hamidi et al., 2022; Puspita et al., 2025; Topik, 2020). Di dalam kehidupan nyata, penerapan praktis hukum-hukum alam ini membawa manfaat yang sangat besar bagi kemaslahatan publik, seperti pada operasional alat komunikasi, sistem transportasi masal, hingga instalasi pembangkit energi listrik. Dampak utama yang diharapkan dari penguasaan ilmu ini adalah terbentuknya kapasitas kognitif untuk mengklasifikasi masalah berdasarkan prinsip nyata, bukan sekadar menghafal rangkaian kalimat kaku. Penataan logika berpikir ini sangat penting agar individu tumbuh menjadi pribadi yang kritis, analitis, objektif, serta cakap dalam merumuskan solusi atas berbagai tantangan teknis di era modern (Eki et al., 2024; Hasanah & Erman, 2026; Irayati et al., 2026).

Dalam kondisi ideal yang dicita-citakan oleh kurikulum sains, pembelajaran fisika seharusnya disajikan secara interaktif, menantang, dan berorientasi pada penguatan pemahaman konsep secara mendalam. Proses konstruksi pengetahuan diidealkan mampu mengaitkan skemata yang telah dimiliki individu dengan tahapan-tahapan penyelesaian masalah yang sistematis, meliputi kemampuan menganalisis, merencanakan, melaksanakan, hingga mengevaluasi hasil percobaan. Guru diidealkan bertindak sebagai fasilitator yang andal dalam menyediakan ruang eksplorasi, memfasilitasi komunikasi dua arah yang dinamis, serta memberikan umpan balik yang konstruktif guna meminimalkan risiko kesalahan konsep. Untuk mendukung ekosistem instruksional tersebut, pelaksanaan kegiatan praktikum laboratorium mutlak diperlukan sebagai sarana visualisasi teori abstrak menjadi bentuk konkret yang mudah dicerna. Melalui manipulasi alat peraga secara langsung, peserta didik diidealkan dapat mengembangkan keterampilan motorik, memperkuat retensi ingatan jangka panjang, serta mendongkrak capaian hasil belajar secara utuh yang mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik demi tercapainya standar kelulusan bermutu yang ditetapkan secara nasional (Karawang et al., 2023; Purnomo et al., 2021; Siregar et al., 2025).

Namun, realitas objektif yang senyatanya terjadi di lapangan menunjukkan adanya jurang pemisah yang cukup lebar dan memprihatinkan antara ekspektasi teoretis tersebut dengan praktik pengajaran nyata. Proses transfer ilmu fisika sehari-hari senyatanya masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang kaku, di mana guru bertindak sebagai elemen tunggal yang menguasai panggung kelas secara verbalistik. Siswa diposisikan sebagai objek



pasif yang hanya mendengarkan ceramah tanpa diberikan ruang untuk menyampaikan argumen atau berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Fenomena kelesuan kognitif ini diperparah oleh pola tuntutan guru yang memaksakan hafalan rumus-rumus rumit secara mekanis tanpa menanamkan esensi filosofis di baliknya, sehingga subjek didik menganggap materi ini sangat membosankan dan tidak menarik (Muntasyiroh & Arifin, 2026; Pancawardana et al., 2023; Safitri & Sudiby, 2026; Sugianto, 2026). Kesenjangan senyatanya ini bermuara langsung pada tingginya angka miskonsepsi kronis dan merosotnya nilai hasil belajar akademik. Hambatan operasional ini semakin diperumit oleh fakta buruknya prasarana pendidikan di berbagai wilayah, seperti minimnya ketersediaan alat praktikum dan keterbatasan waktu pengajaran yang menyebabkan kegiatan eksperimen fisik gagal dilaksanakan secara optimal.

Sebab munculnya ketimpangan yang kontras antara teks regulasi kurikulum dengan kenyataan di lapangan mengindikasikan adanya urgensi mendesak terhadap pemanfaatan teknologi digital sebagai solusi alternatif yang inklusif. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemanfaatan laboratorium virtual berbasis perangkat lunak hadir sebagai media substitusi yang andal untuk menggantikan keterbatasan laboratorium fisik. Media instruksional modern ini menyediakan simulasi alat-alat eksperimen digital yang beroperasi menyerupai perangkat nyata, sehingga memungkinkan dilaksanakannya uji coba visual secara praktis menggunakan perangkat elektronik tanpa risiko bahaya fisik. Integrasi simulasi digital ini dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu, mempermudah perangkaian set alat yang kompleks, serta membantu memvisualisasikan materi abstrak yang sulit diamati secara kasat mata. Oleh karena itu, diperlukan sebuah evaluasi teoretis yang komprehensif guna memetakan dampak, keunggulan, serta kendala teknis dari penggunaan peranti lunak ini dalam mereduksi kejenuhan akademik, tanpa perlu terjebak pada batasan subjek pelaku atau lokasi institusi formal tertentu karena kajian ini sepenuhnya bersifat teoretis (Imro'atun & Chairudin, 2026; Khairunnisa et al., 2025).

Berangkat dari kompleksitas problematika metodologis tersebut, studi pustaka ini hadir dengan menawarkan nilai kebaruan berupa analisis bibliometrik dan sintesis konseptual terintegrasi mengenai efektivitas laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika. Celah penelitian yang berhasil ditemukan dari penelusuran dokumen ilmiah menunjukkan bahwa literatur terdahulu masih sangat minim dalam mengevaluasi interaksi kelemahan sistem digital, seperti keterbatasan akses gawai dan bias instruksi simulasi, secara simultan dalam kurun waktu satu dekade terakhir. Inovasi dari riset teoretis ini terletak pada penggunaan metode pengkajian dokumen atau *literature review* untuk memetakan tren grafik publikasi, kata kunci dominan, serta sebaran kontribusi penulis produktif secara makro. Riset ini dilaksanakan murni melalui analisis data sekunder dari puluhan jurnal bereputasi tanpa melibatkan subjek penelitian lapangan maupun keterikatan tahun ajaran sekolah tertentu. Hasil akhir dari kajian komprehensif ini diproyeksikan mampu memberikan kontribusi keilmuan baru bagi khasanah teknologi kependidikan, sekaligus menyediakan referensi taktis bagi para pendidik dalam merancang strategi pengajaran sains yang efisien di era disrupsi digital.

METODE PENELITIAN

Tinjauan literatur ini menggunakan gabungan dua pendekatan, yaitu analisis bibliometrik dan *Systematic Literature Review* (SLR), untuk menilai dan memetakan pertumbuhan literatur ilmiah yang relevan dengan topik penelitian secara kuantitatif. Analisis bibliometrik merupakan pendekatan yang menggunakan metode kuantitatif untuk menilai, memantau, dan menganalisis publikasi ilmiah. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi



tren publikasi, penulis, serta institusi yang paling berkontribusi dalam bidang studi tertentu. Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui peninjauan artikel-artikel terdahulu yang mencakup subjek penelitian, nama penulis, tahun publikasi, judul, abstrak, dan afiliasi institusi. Untuk mendukung analisis bibliometrik, penelitian ini secara sistematis mengombinasikan penggunaan perangkat lunak *Publish or Perish* dan *VOSviewer*. Prosedur dimulai dengan penelusuran literatur menggunakan *Publish or Perish*, yang mengambil metadata publikasi dari Crossref berdasarkan kata kunci yang telah ditentukan. Data hasil penelusuran disimpan dalam format RIS dan kemudian dianalisis menggunakan *VOSviewer*, yang digunakan untuk mengidentifikasi serta memetakan keterhubungan dalam data bibliometrik. File RIS diunggah ke dalam *VOSviewer*, dan analisis difokuskan pada keterkaitan kata kunci (co-occurrence) guna mengeksplorasi hubungan konseptual antar istilah dalam dokumen yang ditelaah. Visualisasi jaringan yang dihasilkan menggambarkan relasi antara elemen-elemen penting seperti penulis, kata kunci, institusi, atau dokumen, yang dikelompokkan berdasarkan tingkat keterkaitan. Tahap akhir melibatkan interpretasi hasil visualisasi untuk menggali tema sentral, pola kerja sama akademik, serta arah perkembangan penelitian dalam topik yang dianalisis. Seluruh prosedur dilakukan secara bertahap guna memperoleh gambaran menyeluruh atas dinamika kajian dalam korpus literatur yang diteliti.

Metode penelitian *Systematic Literature Review* (SLR) merupakan suatu pendekatan yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasikan seluruh penelitian yang relevan dengan pertanyaan penelitian secara sistematis. Penerapan metode ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap suatu bidang keilmuan tertentu serta meningkatkan kualitas sintesis penelitian yang tersusun secara terstruktur. SLR juga memiliki peran penting dalam memperkuat data hasil analisis bibliometrik karena mampu memberikan kerangka evaluasi kritis terhadap literatur yang telah dipetakan secara kuantitatif. Melalui metode ini, peneliti dapat menilai kualitas dan relevansi setiap karya ilmiah yang diperoleh dari hasil pemetaan bibliometrik untuk memperjelas konteks temuan. Dalam penelitian ini, Protokol yang penulis gunakan dalam penulisan artikel ini adalah Protokol PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) dimana terdapat empat tahapan yaitu identifikasi, skrining, kesesuaian dan final yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi

Pada tahap pertama ini, terdapat 100 artikel hasil studi yang memuat penjelasan terkait dengan penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika yang diperoleh dari mesin pencari Publish or Perish yang bersumber dari Crossref dengan rentang waktu 2015-2024.

2. Tahap Skrining

Dari 100 artikel yang diperoleh terdapat duplikasi data, artikel prosiding, dan berupa buku berjumlah 24 artikel. Sehingga dalam tahap ini masih terdapat 76 artikel yang layak masuk ketahap selanjutnya.

3. Tahap Kesesuaian

Setelah dilakukan penyesuaian mulai dari literatur berupa artikel jurnal yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir (2015-2024), bukan kajian pustaka, dan artikel yang membahas tentang penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika, terdapat setidaknya 60 artikel yang tidak sesuai dengan kriteria tersebut. Kebanyakan artikel yang tidak memenuhi kriteria berupa artikel dengan kajian pustaka dan tidak membahas terkait dengan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika.

4. Tahap Artikel Hasil

Terdapat 16 artikel yang sesuai dengan kriteria terkait dengan penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika terhadap pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang telah kami lakukan menggunakan metode *Bibliometric Analysis* dan *Systematic Analysis Review* sebagai berikut

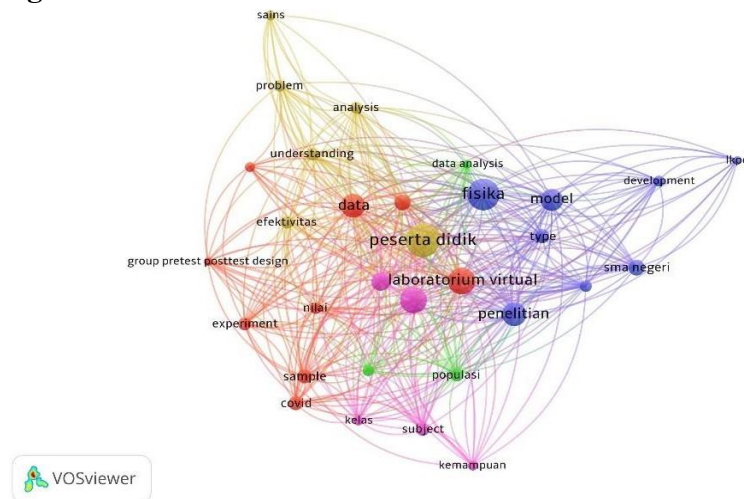
Analisis Terkait dengan Tren Publikasi Pemanfaatan Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Fisika dengan Kurun Waktu 10 Tahun Terakhir



Gambar 1. Tren Publikasi dalam Kurun Waktu 10 Tahun Terakhir

Berdasarkan grafik publikasi diatas dapat dianalisis bahwa, pada tahun 2015-2024 terjadi perkembangan pada jumlah publikasi dengan perubahan yang signifikan, terjadi kenaikan dan penurunan pada setiap tahunnya. Tercatat sejumlah 5 artikel yang dipublikasi pada tahun 2015, dan terjadi penurunan pada tahun 2016 menjadi sejumlah 2 artikel yang dipublikasi. Pada tahun 2017-2019 terdapat peningkatan dan penurunan secara bertahap dari 6 menjadi 7 publikasi artikel. Terjadi sebuah peningkatan yang cukup pesat pada tahun 2020 sejumlah 12 publikasi artikel, namun pada tahun berikutnya yaitu tahun 2022 terjadi sebuah penurunan menjadi sejumlah 8 artikel yang dipublikasikan. Tahun 2023 menjadi puncak publikasi artikel terbanyak yaitu sejumlah 21 artikel yang dipublikasikan, namun pada tahun 2024 terjadi sebuah penurunan setengah dari jumlah publikasi artikel pada tahun sebelumnya, yaitu 10 artikel yang dipublikasikan. Dapat disimpulkan dari hasil analisis diatas, dimana terdapat peningkatan dan penurunan secara signifikan pada tahun 2015-2024 yang terjadi pada setiap tahunnya. Pada tahun 2015-2019 tidak banyak terjadi peningkatan artikel yang dipublikasikan, sedangkan peningkatan publikasi yang sangat pesat terjadi pada beberapa tahun terakhir yang dimulai pada tahun 2020, terutama puncaknya pada tahun 2023. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi perkembangan dan peningkatan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti riset penelitian dan kondisi global setiap tahunnya.

Analisis Terkait dengan Tren Kata Kunci Artikel



Gambar 2. Ilustrasi VOSviewer Terkait Kata Kunci Artikel

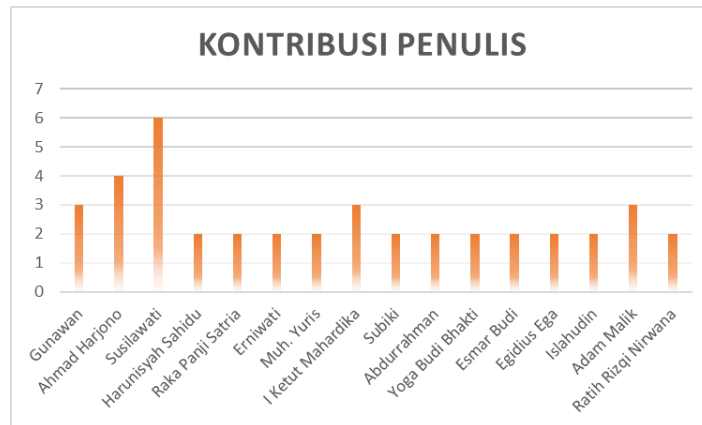
Hasil analisis bibliometrik yang divisualisasikan dengan *VOSviewer* di atas menunjukkan fokus utama penelitian di bidang pendidikan sains, terutama fisika, telah mengalami perubahan besar seiring dengan kemajuan IPTEK dan tantangan global seperti pandemi COVID-19. Salah satu peningkatan yang paling menonjol adalah pada penerapan laboratorium virtual dalam proses pendidikan. Laboratorium virtual ini tidak hanya berfungsi sebagai solusi pembelajaran jarak jauh, namun juga memiliki nilai efektif untuk peserta didik dalam mengembangkan pemahaman konsep fisika. Dilihat dari hubungan terkait antara kata kunci seperti peserta didik, kemampuan, hasil belajar, dan laboratorium virtual.

Pada visualisasi di atas dapat dianalisis berdasarkan *keyword co-occurrence*, bahwa laboratorium virtual menjadi kunci utama karena terhubung paling banyak dengan kata kunci lainnya, yang menunjukkan bahwa laboratorium virtual adalah subjek utama dalam penelitian. kata kunci tersebut terhubung secara langsung dengan peserta didik, fisika, development, experiment dan proses pembelajaran, menunjukkan bahwa penelitian pada laboratorium virtual dapat membantu peserta didik memahami materi pelajaran dan kegiatan eksperimen dengan lebih baik. Di samping itu, terdapat tren dalam perangkat pembelajaran seperti LKPD, dan simulasi PHET terhubung dengan peserta didik, proses belajar fisika, hasil belajar, development, dan eksperimen, dimana visualisasi ini bertujuan menilai efektivitas media pembelajaran virtual terhadap hasil belajar peserta didik dalam konteks pembelajaran fisika di dijenjang sekolah menengah. Penelitian ini menggunakan metode kuasi-eksperimen pada perangkat pembelajaran yaitu laboratorium virtual, LKPD dan PHET Simulation yang diterapkan terutama alternatif selama masa pandemi COVID-19 dan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pelaksanaan proses penelitian. Dalam metode penelitiannya terhubung pada laboratorium virtual, proses pembelajaran, group pretest-posttest, data analysis, sample, dan populasi yang menunjukkan bahwa penelitian ini menguji hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya laboratorium virtual pada proses pembelajaran serta menganalisis data yang digunakan untuk menguji efektivitas penggunaannya pada sample dan populasi yang telah direncanakan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan dari visualisasi di atas bahwa inovasi dalam penelitian pendidikan fisika saat ini berfokus pada penggabungan teknologi pembelajaran digital berupa laboratorium virtual dan simulasi. Terutama untuk meningkatkan

pemahaman dan hasil belajar peserta didik serta efektivitas dalam pembelajaran fisika jarak jauh. Hal Ini menciptakan peluang besar untuk terus meningkatkan pembelajaran yang adaptif, responsif terhadap kebutuhan siswa, serta sesuai dengan tantangan zaman dan perkembangan IPTEK.

Analisis Kontribusi Penulis dalam Pemanfaatan Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Fisika



Gambar 3. Grafik Kontribusi Penulis

Berdasarkan gambar 3 analisis terhadap data kontribusi penulis dalam publikasi bertema teknologi, ditemukan bahwa tingkat partisipasi penulis menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Penulis dengan kontribusi tertinggi adalah Susilawati, yang tercatat menulis sebanyak enam artikel. Ahmad Harjono menyusul dengan empat artikel, sementara Gunawan menyumbangkan tiga artikel. Adapun Harunisyah Sahidu dan Raka Panji Satria masing-masing berkontribusi dalam dua artikel.

Temuan ini mengindikasikan adanya konsentrasi kontribusi ilmiah pada beberapa individu tertentu. Dominasi jumlah artikel oleh Susilawati dapat diasumsikan sebagai indikasi peran sentralnya dalam aktivitas penelitian atau pengembangan keilmuan di bidang terkait. Di sisi lain, keterlibatan beberapa penulis lainnya dalam jumlah artikel yang lebih sedikit menunjukkan adanya pola kolaborasi yang masih terbuka untuk ditingkatkan. Dalam konteks publikasi ilmiah, distribusi kontribusi seperti ini penting untuk dianalisis guna memahami dinamika kerja tim, produktivitas individu, serta potensi kolaboratif dalam menghasilkan karya ilmiah yang lebih berkualitas dan berkelanjutan. Temuan ini juga dapat dijadikan sebagai dasar dalam perumusan strategi penguatan kapasitas penulisan dan publikasi di lingkungan akademik maupun profesional.

Analisis Terkait dengan Pengaruh Pemanfaatan Laboratorium Virtual terhadap Pemahaman Konsep Peserta Didik

Menilik hasil analisis dan pembahasan dari beberapa artikel jurnal mengindikasikan bahwasanya pemanfaatan dari laboratorium virtual dalam proses pembelajaran fisika dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep dari peserta didik. Seperti pada kemampuan pemahaman konsep fisika yang telah dideskripsikan oleh Armaeni dkk (2014) memperoleh hasil nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $3,12 > 2,02$ yang artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima (Armaeni et al., 2014). Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Kornelius Kristianto dkk (2023) dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik mengalami peningkatan dengan skor Gain 0,54



pada kriteria cukup dan aktivitas belajar peserta didik memperoleh presentase 73% dengan kriteria tinggi (Kristianto et al., 2023). Selain itu, penelitian lain yang dilakukan oleh I Nyoman Sugiana dkk (2016) juga menghasilkan nilai t_{hitung} lebih tinggi daripada t_{tabel} , dengan nilai $3,42 > 2,00$ untuk penguasaan konsep. Sebagai kesimpulan, penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh terhadap kemampuan pemahaman konsep yang diperlakukan menggunakan model pembelajaran berbasis generatif dengan media laboratorium virtual (Sugiana et al., 2017).

Dari beberapa penelitian yang ada, dapat ditarik sebuah kesimpulan dimana penggunaan laboratorium virtual pada pembelajaran fisika mampu dalam meningkatkan dan memperluas pemahaman konsep peserta didik. Terkadang proses pembelajaran fisika melalui metode ceramah saja kurang efektif dan membuat peserta didik merasa bosan. Solusi yang dapat diambil dari kondisi tersebut dengan berbagai pertimbangan ketersediaan alat yang ada di sekolah dapat memanfaatkan media laboratorium virtual. Dimana peserta didik tidak hanya membayangkan suatu konsep yang abstrak, tetapi juga dapat melihat langsung bagaimana cara penggunaan alat fisika meskipun secara virtual.

Penggunaan laboratorium virtual menjadi salah satu alternatif dalam pembelajaran fisika, yang dapat berpotensi dalam meningkatkan dan memperluas pemahaman konsep peserta didik. Berdasarkan penelitian kami, laboratorium virtual memiliki beberapa kelebihan dalam penggunaannya terhadap hasil pemahaman konsep belajar fisika diantaranya: memvisualisasikan hasil belajar fisika secara virtual untuk mempermudah pemahaman peserta didik, laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika dengan model inkuiri mampu memperkuat kemampuan peserta didik dalam berfikir kritis, kreatif, serta meningkatkan sikap ilmiah peserta didik. Pemanfaatan simulasi PheT dalam laboratorium virtual mempermudah peserta didik dalam berinteraksi secara langsung dengan konsep-konsep fisika, dan meningkatkan keterampilan dalam pemecahan masalah.

Dibalik kelebihan labotatorium virtual terhadap pemahaman konsep fisika, terdapat beberapa kekurangan dari hasil tinjauan artikel kami. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan pemahaman peserta didik dalam mengaitkan pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan yang baru serta penerapannya. Namun, terdapat permasalahan lain dimana peserta didik kurang memahami konsep pembelajaran yang diberikan. Serta minimnya pengalaman peserta didik untuk bisa merangkai dan mengoperasikan alat-alat laboratorium secara riil.

Analisis Terkait dengan Pengaruh Pemanfaatan Laboratorium Virtual terhadap Hasil Belajar Peserta Didik

Sedangkan dalam hal hasil belajar dari peserta didik dari beberapa artikel jurnal juga mengindikasikan terjadinya peningkatan hasil belajar dari peserta didik. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahardika dkk (2022) menghasilkan uji-t menunjukkan nilai signifikan sebesar $0,028 (< 0,05)$, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran LKPD berbasis virtual laboratorium pada materi optik efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI di SMA NURIS Jember (Mahardika et al., 2022). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Risnawati dkk (2020) membuahkan hasil Nilai rata-rata N-Gain hasil belajar materi pokok listrik dinamis peserta didik kelas eksperimen lebih baik secara signifikan daripada nilai rata rata N-Gain hasil belajar peserta didik kelas kontrol berdasarkan nilai signifikansi $0,014 < \alpha = 0,05$ (Risnawati et al., 2020). Penelitian lain tentang penggunaan laboratorium virtual juga dilakukan oleh Revinna dkk (2023) yang menunjukkan hasil nilai rata-rata pretest 16,5 dan dari 36 siswa tidak



mencapai nilai atau <70 sehingga dinyatakan tidak tuntas. Setelah mendapatkan perlakuan, melakukan percobaan yang ada pada LKPD untuk lebih memahami media laboratorium virtual PheT, diperoleh hasil posttest nilai rata-ratanya 65,25 dan terdapat 16 siswa yang mencapai ketuntasan serta mencapai nilai >70 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran menggunakan media laboratorium virtual PheT secara signifikan mencapai ketuntasan (Revinna et al., 2023). Dengan beberapa hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar dari peserta didik pada mata pelajaran fisika.

Dari berbagai penelitian mengenai pembelajaran fisika menunjukkan bahwa penerapan laboratorium virtual mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Studi tentang penelitian pada peserta didik SMA menunjukkan bahwa media pembelajaran laboratorium virtual lebih efisien dibandingkan laboratorium fisik atau konvensional. Penggunaan simulasi PhET sebagai salah satu tipe laboratorium virtual yang mendukung peserta didik untuk memperbaiki pengalaman belajar yang lebih efisien dan mandiri. Di samping itu, laboratorium virtual juga dapat berfungsi dalam menunjang sistem praktikum tradisional dengan menampilkan visualisasi yang jelas tentang pelaksanaan praktikum (Bahtiar et al., 2021; Bima et al., 2021; Indonesia et al., 2022; Zainuddin et al., 2022).

Meskipun laboratorium virtual memiliki banyak kelebihan, penelitian kami mengidentifikasi beberapa kelemahan yang ada didalamnya. Salah satu kelemahan utama adalah kurangnya pengalaman langsung peserta didik dalam menggunakan alat dan bahan laboratorium secara fisik, sehingga mengakibatkan rendahnya keterampilan dalam kegiatan laboratorium yang sesungguhnya (Aini et al., 2021; Fatimah et al., 2020; Kolil et al., 2020; Masruri, 2020; Sanimah et al., 2024). Di samping itu, berdasarkan tinjauan penelitian kami, ketergantungan pada fasilitas teknologi pendidikan dan ketersediaan internet yang baik menjadi hambatan tersendiri, terutama di sekolah dengan fasilitas yang terbatas. Kurangnya interaksi sosial dan kolaboratif di antara peserta didik cenderung berkurang, mengingat simulasi biasanya dilakukan secara individu. Selain itu, laboratorium virtual dianggap kurang efektif dalam menawarkan pengalaman belajar yang kontekstual dan mendalam seperti yang didapatkan peserta didik dalam menghadapi situasi nyata, salah satunya tantangan dan potensi kesalahan dalam praktikum konvensional.

KESIMPULAN

Kajian kepustakaan sistematis dan analisis bibliometrik ini menyimpulkan bahwa implementasi laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika memberikan dampak positif yang sangat nyata terhadap eskalasi pemahaman konseptual serta capaian hasil belajar akademik siswa. Melalui visualisasi interaktif peranti lunak, materi-materi alam yang bersifat abstrak, mikroskopis, dan kompleks dapat direpresentasikan menjadi simulasi digital yang dinamis dan mudah dipahami. Tren publikasi ilmiah selama satu dekade terakhir menunjukkan pertumbuhan yang sangat masif, dengan puncak kontribusi riset terjadi pada kurun waktu pascapandemi sebagai respons adaptif terhadap kebutuhan digitalisasi pendidikan. Peta jejaring kata kunci mengonfirmasi bahwa teknologi laboratorium maya, berbantuan simulasi khusus, sukses bertindak sebagai solusi penunjang yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi kronis serta menambal keterbatasan sarana prasarana alat praktikum riil yang minim di berbagai satuan pendidikan formal.

Para pendidik fisika disarankan untuk mengintegrasikan pemanfaatan laboratorium virtual sebagai media komplementer yang mendampingi metode praktikum tradisional secara





seimbang di kelas. Kolaborasi model campuran ini sangat penting guna memastikan peserta didik tetap memperoleh pemahaman visualisasi digital sekaligus mengasah keterampilan motorik dalam mengoperasikan alat laboratorium yang sesungguhnya di dunia nyata. Pihak manajemen sekolah dasar dan menengah hendaknya memfasilitasi ketersediaan perangkat keras komputer serta perluasan akses internet yang stabil untuk menunjang kelancaran proses eksplorasi mandiri siswa. Bagi peneliti masa depan, dianjurkan untuk mengembangkan model desain instruksional baru yang mengombinasikan simulasi interaktif dengan pendekatan berbasis proyek kontekstual. Evaluasi lebih lanjut juga perlu diarahkan pada perluasan sampel riset secara global guna memetakan efisiensi jangka panjang teknologi ini terhadap retensi ingatan pasca-pembelajaran era digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, K., Megawati, M., & Rojayanti, N. (2021). Pembekalan pengetahuan prosedural dan sikap ilmiah kepada siswa SMA melalui pembelajaran virtual laboratory. *Jurnal BIOEDUIN: Program Studi Pendidikan Biologi*, 11(1), 39–47. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v11i1.12079>
- Alwatzikhoebillah, T. (2020). Konsep dan aplikasi pendidikan sains di sekolah dasar. *Jurnal Alwatzikhoebillah: Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 3(6), 206–217. <https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v3i6.167>
- Armaeni, Unggul, W., & Kamaluddin. (2014). Pengaruh pembelajaran laboratorium virtual berbasis inkuiri terhadap pemahaman konsep optik pada siswa kelas XII SMA Negeri 1 Marawola. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako (JPFT)*, 2(3), 50–52.
- Bahtiar, M. D., Pratiwi, V., & Hardini, H. T. (2021). V-Lab Accounting: Solusi pembelajaran praktikum pajak di masa pandemi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 5066–5075. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1391>
- Bima, M., Saputro, H., & Efendy, A. (2021). Virtual laboratory to support a practical learning of micro power generation in Indonesian vocational high schools. *Open Engineering*, 11(1), 508–518. <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0048>
- Dwiyanti, I. G. P., Supriatna, A. R., & Marini, A. (2021). Studi fenomenologi penggunaan e-modul dalam pembelajaran daring muatan IPA di SD Muhammadiyah 5 Jakarta. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 6(1). <https://doi.org/10.23969/jp.v6i1.4175>
- Eki, K. A. O., Sulang, M., Sari, P. N., & Lawalata, M. (2024). Penerapan logika dalam kehidupan pemuda: Sebuah refleksi. *Sinar Kasih: Jurnal Pendidikan Agama Dan Filsafat*, 2(2), 209–224. <https://doi.org/10.55606/sinarkasih.v2i2.323>
- Fatimah, Z., Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Model inkuiri terbimbing berbantuan laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 1(2). <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v1i2.45>
- Hamidi, H., Sarjan, M., Fauzi, I., Rahmatiah, R., Yamin, M., Sudirman, S., Azizi, A., Muliadi, A., Khery, Y., Muttaqin, M. Z. H., Rasyidi, M., & Ardiansyah, B. (2022). Multidimensional science education: Overview of philosophy foundations (ontology, epistemology, axiology). *Path of Science*, 8(10), 5001–5006. <https://doi.org/10.22178/pos.86-6>
- Hasanah, N. N., & Erman, E. (2026). Pembelajaran IPA berbasis guided inquiry untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid SMP. *SCIENCE: Jurnal Inovasi*



- Pendidikan Matematika Dan IPA, 6(2), 1013–1025.
<https://doi.org/10.51878/science.v6i2.9864>
- Imro'atun, N., & Chairudin, M. (2026). Pengaruh penggunaan Gemini sebagai alat bantu penulisan terhadap kualitas karya ilmiah mahasiswa. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 1152–1163.
<https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.9634>
- Irayati, S., Khasanah, U., & Susanti, A. (2026). Implementasi metode problem solving dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada mata pelajaran Fiqih. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 598–608. <https://doi.org/10.51878/learning.v6i1.9264>
- Khairunnisa, K., Samhati, S., & Putri, A. S. (2025). Dukungan teknologi untuk meningkatkan produktivitas menulis akademik. *Jurnal Vokatif*, 2(2), 71–78.
<https://doi.org/10.51574/vokatif.v2i2.3243>
- Kolil, V. K., Muthupalani, S., & Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1).
<https://doi.org/10.1186/s41239-020-00204-3>
- Kristianto, K., Oktavianus, A. K., & Edigius, D. (2023). Penerapan simulasi PhET sebagai virtual laboratorium pada materi getaran, gelombang dan bunyi dalam meningkatkan pemahaman konsep dan aktivitas belajar peserta didik kelas VIII SMP Negeri 3 Kupang. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 1(1), 37–44. <https://doi.org/10.30822/magneton.v1i1.2046>
- Mahardika, I. K., Subiki, & Ega, B. U. (2022). Pengaruh media pembelajaran LKPD berbasis virtual laboratorium terhadap hasil belajar fisika siswa SMA materi optik. *Cermin: Jurnal Penelitian*, 6(2), 387–397. https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v6i2.1804
- Masruri, M. (2020). Identifikasi hambatan pelaksanaan praktikum biologi dan alternatif solusinya di SMA Negeri 1 Moga. *Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, 11(2), 1–10. [https://doi.org/10.25299/perspektif.2020.vol11\(2\).5259](https://doi.org/10.25299/perspektif.2020.vol11(2).5259)
- Muntasyiroh, D., & Arifin, Z. (2026). Pengaruh media pembelajaran papan pintar terhadap pemahaman dan kemandirian siswa pada mata pelajaran matematika. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 6(1), 110–122.
<https://doi.org/10.51878/science.v6i1.9359>
- Pancawardana, H., Ayyubi, I. I. A., Rohmatulloh, R., & Murharyana, M. (2023). The influence of nonformal education on students' cognitive formation. *KOLOKIUM: Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*, 11(2), 236–243.
<https://doi.org/10.24036/kolokium.v11i2.612>
- Purnomo, S. Z., Kartiko, D. C., & Tuasikal, A. R. S. (2021). Pembelajaran peer teaching berbasis Zoom Meeting efektif meningkatkan hasil belajar bola basket di masa pandemi Covid-19. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 27(1), 28–28.
<https://doi.org/10.24114/jpbb.v27i1.25687>
- Puspita, S. C., Puspitasari, N. S., Djunaid, U., Rahmawati, S., Bannang, A., & Hilmuhu, F. (2025). Konsep dasar IPA untuk PGSD. Lauk Puyup Press.
<https://repository.laukpuyupress.id/publications/688408/konsep-dasar-ipa-untuk-pgsd>



- Raihandi, M., Suherman, A., & Kurniawan, F. (2023). Pengaruh media karet ban terhadap peningkatan kepercayaan diri dalam melakukan gerakan dasar Tiger Sprong. *Jurnal Porkes*, 6(2), 518–534. <https://doi.org/10.29408/porkes.v6i2.18342>
- Revinna, E., Arini, W., & Amin, A. (2023). Penerapan pembelajaran fisika berbasis media laboratorium virtual PhET terhadap hasil belajar fisika siswa kelas XI SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 14(2), 161–168. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v14i2.16752>
- Risnawati, Yuris, M., & Erniwati. (2020). Penerapan pembelajaran berbasis laboratorium virtual untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik pada materi pokok listrik dinamis di kelas IX SMPN 17 Kendari. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5(1), 65–71. <http://dx.doi.org/10.36709/jipfi.v5i1.10542>
- Safitri, E. F., & Sudibyo, E. (2026). Penerapan model kooperatif TGT berbantuan media question card untuk meningkatkan hasil belajar kognitif murid SMP. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 6(2), 872–885. <https://doi.org/10.51878/science.v6i2.9954>
- Sanimah, S., Haniyyah, U., & Rambe, I. W. (2024). Kajian kelebihan dan kelemahan penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Jeumpa*, 11(1), 129–137. <https://doi.org/10.33059/jj.v11i1.9815>
- Siregar, M. I. F., Febriyanti, E., & Lubis, M. (2025). Peningkatan pemahaman dan pelaksanaan pendidikan jasmani melalui pendekatan pembelajaran aktif di SMP Swasta Percut Sei Tuan. *PENDALAS: Jurnal Penelitian Tindakan Kelas dan Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 104–116. <https://doi.org/10.47006/pendalas.v4i2.496>
- Subekti, S., Ana, A., Lestari, N., Muktiarni, M., Khoerunnisa, I., & Maosul, A. (2022). Virtual laboratory for online practicum learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 35, 116–123. <https://doi.org/10.16920/jeet/2022/v35is2/22121>
- Sugiana, I. N., Ahmad, H., & dkk. (2016). Pengaruh model pembelajaran generatif berbantuan media laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep fisika siswa pada materi momentum dan impuls. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), 61–65. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i2.290>
- Sugianto, S. (2026). Pengaruh pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP materi perbandingan. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 6(1), 460–473. <https://doi.org/10.51878/science.v6i1.9372>
- Zainuddin, Z., Halmuniati, H., Asmin, L. O., & Isa, L. (2022). The effectiveness of using a laboratory on understanding physics concepts from urban and rural schools (Pengaruh keefektifan penggunaan laboratorium terhadap pemahaman konsep fisika ditinjau dari sekolah perkotaan dan pedesaan). *Shautut Tarbiyah*, 28(2), 167–167. <https://doi.org/10.31332/str.v28i2.3452>