

Peran Problem-Based Learning dalam Pengembangan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Fisika: Analisis Bibliometrik

Sheril Mahany¹, Fitria Rahma Mufida¹, Nurliana Yesika Nia Ramadan¹, Nadian Zulfa Divanissa¹,
Sigit Dwi Saputro², dan Setyo Admoko^{1,*}

¹ Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

² Pendidikan Sains, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Indonesia

* Email: setyoadmoko@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi di abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi, terutama berpikir kritis. Namun, pembelajaran fisika di Indonesia masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang kurang mendukung pengembangan keterampilan ini. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan mensintesis perkembangan studi terkini mengenai efektivitas pendekatan Problem-Based Learning (PBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam konteks pembelajaran fisika. Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik terhadap 124 dokumen yang diperoleh dari basis data Scopus, diproses menggunakan perangkat lunak VOSviewer dan Microsoft Excel untuk memvisualisasikan tren dan keterkaitan antar variabel penelitian dari tahun 2010 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi terkait PBL dan berpikir kritis, dengan lonjakan tertinggi terjadi pada lima tahun terakhir. Strategi pembelajaran seperti PBL, PjBL-STEM, CinQASE, dan guided inquiry terbukti meningkatkan berbagai aspek berpikir kritis, termasuk analisis, evaluasi, dan refleksi. Pemetaan kata kunci mengungkap bahwa tema dominan meliputi “critical thinking skills”, “physics education”, dan “technology-based learning”. Studi ini menyimpulkan bahwa model PBL merupakan pendekatan yang efektif, adaptif, dan kontekstual dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika, khususnya ketika dikombinasikan dengan teknologi digital dan asesmen autentik. Meski demikian, diperlukan integrasi nilai-nilai lokal dan pendekatan lintas disiplin untuk menjamin relevansi dan keberlanjutan inovasi pembelajaran. Temuan ini menjadi dasar penting bagi pengembangan kurikulum, pelatihan guru, dan kebijakan pendidikan berbasis keterampilan abad ke-21.

Kata kunci: Berpikir Kritis, Pendidikan Fisika, Problem-Based Learning, STEM, Higher Order Thinking Skills

The Role of Problem-Based Learning in Developing Critical Thinking in Physics Education: A Bibliometric Analysis

Abstract

The rapid development of science and technology in the 21st century necessitates that students possess higher-order thinking skills, particularly critical thinking. However, physics education in Indonesia remains dominated by conventional approaches that do not effectively support the development of these skills. This study aims to review and synthesize recent research on the effectiveness of the Problem-Based Learning (PBL) approach in enhancing students' critical thinking skills within the context of physics education. The method employed is a bibliometric analysis of 124 documents retrieved from the Scopus database, which were processed using VOSviewer and Microsoft Excel software to visualize trends and relationships between research variables from 2010 to 2025. The analysis results show a significant increase in the number of publications related to PBL and critical thinking, with the highest surge occurring in the last five years. Learning strategies such as PBL, PjBL-STEM, CinQASE, and guided inquiry

have been proven to enhance various aspects of critical thinking, including analysis, evaluation, and reflection. Keyword mapping revealed that dominant themes include “critical thinking skills,” “physics education,” and “technology-based learning.” This study concludes that the PBL model is a practical, adaptive, and contextual approach to fostering students’ critical thinking skills in physics education, especially when combined with digital technology and authentic assessment. However, integrating local values and interdisciplinary approaches is necessary to ensure the relevance and sustainability of learning innovations. These findings provide an important foundation for curriculum development, teacher training, and education policies that are based on 21st-century skills.

Keywords: Critical Thinking, Physics Education, Problem-Based Learning, STEM, Higher Order Thinking Skills

Histori Naskah

Diserahkan: 22 Juni 2025

Direvisi: 22 Juli 2025

Diterima: 1 Agustus 2025

How to cite:

Mahany, S., dkk. (2025). Peran Problem-Based Learning dalam Pengembangan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Fisika: Analisis Bibliometrik. *Epistemic: Scientific Thinking and Literacy*, 1(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.58706/epistemic.v1n1.p1-11>.

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi di abad ke-21 telah mengubah peta kompetensi global yang dituntut dari peserta didik. Tidak cukup hanya menguasai pengetahuan konseptual, siswa juga harus dibekali keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk mampu menghadapi situasi nyata yang kompleks, dinamis, dan tidak terduga (Luzyawati dkk., 2025). Kompetensi ini mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, serta membuat keputusan berbasis bukti. Di antara berbagai keterampilan tersebut, berpikir kritis menjadi salah satu yang paling mendesak untuk dikembangkan karena berkaitan langsung dengan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan menyelesaikan masalah secara logis (Olivia dkk., 2024). Berpikir kritis tidak hanya mendukung pemahaman konsep secara mendalam, tetapi juga memperkuat kemampuan ilmiah dalam menafsirkan fenomena, mengajukan pertanyaan investigatif, dan mengembangkan solusi rasional atas permasalahan dunia nyata.

Sayangnya, praktik pembelajaran di banyak sekolah masih belum cukup memberi ruang bagi keterampilan ini berkembang optimal. Model pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru masih menjadi pendekatan utama, yang membuat peserta didik lebih sering menjadi penerima pasif informasi dibandingkan pembelajar aktif (Nisa dkk., 2024). Akibatnya, peluang siswa untuk melatih kemampuan berpikir kritis melalui diskusi terbuka, eksplorasi masalah, dan refleksi mandiri menjadi sangat terbatas (Nuhandini dkk., 2025; Wafa dkk., 2025). Penelitian yang dilakukan oleh Rozali et al. (2022) membuktikan bahwa model teacher-centered yang masih dominan di sekolah cenderung melahirkan pembelajaran satu arah, di mana guru hanya berfokus pada penyelesaian kurikulum tanpa memperhatikan keterlibatan kognitif siswa. Siswa menjadi pasif, bergantung pada buku teks, bahkan enggan bertanya karena takut dianggap salah (Rozali et al., 2022). Proses pembelajaran yang seharusnya interaktif dan bermakna justru tereduksi menjadi aktivitas ceramah dan pemberian tugas semata. Kondisi ini bertolak belakang dengan tuntutan abad ke-21 yang menekankan pentingnya pembelajaran bermakna, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah.

Berbagai penelitian terkini juga telah menunjukkan bahwa pembelajaran inovatif dapat menjadi solusi untuk mengatasi tantangan tersebut. Model seperti Problem-Based Learning (PBL) yang dipadukan dengan media digital interaktif terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Burnama dan Hariyono (2024) menemukan bahwa penerapan e-LKPD berbasis PBL dalam pembelajaran fisika pada topik energi alternatif mampu meningkatkan semua aspek keterampilan berpikir kritis siswa secara signifikan. Hasil ini sejalan dengan temuan Ady dkk. (2024), yang melalui systematic literature review menyimpulkan bahwa PBL yang diperkaya dengan permainan tradisional tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi juga minat belajar dan kolaborasi siswa. Di sisi lain, Anggraini dkk. (2025) juga mempertegas efektivitas pendekatan PjBL-STEM yang dipadukan dengan design thinking, yang meskipun menunjukkan peningkatan

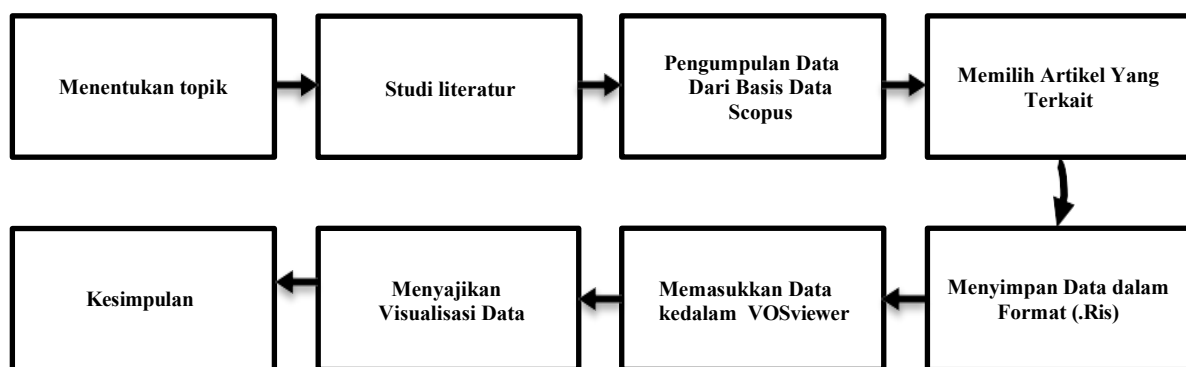
kemampuan berpikir kritis siswa pada topik energi terbarukan, tetapi hasilnya masih tergolong sedang, menandakan adanya ruang untuk penguatan desain pembelajaran yang lebih optimal.

Selain itu, model kolaboratif seperti CinQASE dan Guided Inquiry telah memperkaya lanskap pendekatan inovatif dengan menggabungkan diskusi kelompok, refleksi kritis, dan keterlibatan aktif sebagai strategi inti pembelajaran (Rahmatin dkk., 2024; Saputri dkk., 2022). Dalam model ini, siswa tidak hanya diajak memecahkan masalah, tetapi juga membangun pengetahuan secara kolektif melalui interaksi sosial dan argumentasi ilmiah. Lebih jauh lagi, pengembangan LKS berbasis inkuiri terbimbing terbukti mendorong siswa untuk membangun pemahaman sendiri secara bertahap dan mandiri, yang merupakan ciri khas dari proses berpikir kritis yang sehat dan terstruktur (Riani dkk., 2021). Kemajuan teknologi juga menjadi akselerator penting dalam penguatan keterampilan berpikir kritis di kelas sains dan fisika. Media pembelajaran berbasis VBA telah menunjukkan efektivitasnya dalam memfasilitasi interaksi siswa dengan materi secara lebih dinamis dan mendalam (Mahmuda dkk., 2022). Selain itu, pemanfaatan simulasi virtual seperti PhET dan aplikasi interaktif berbasis Android telah mendorong siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep fisika secara mandiri, memicu pertanyaan-pertanyaan kritis, dan membangun pemahaman secara aktif (Rusnayati & Arianta, 2024).

Meskipun telah banyak model dan media inovatif dikembangkan, masih diperlukan kajian lebih mendalam mengenai efektivitas pendekatan-pendekatan tersebut secara kontekstual, khususnya dalam pendidikan fisika dan STEM di Indonesia. Banyak penelitian masih bersifat terpisah-pisah dan belum cukup memberi gambaran utuh tentang keterkaitan antara pendekatan, media, dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Belum banyak pula penelitian yang mengintegrasikan faktor budaya lokal, karakteristik peserta didik, dan kebutuhan literasi saintifik dalam desain pembelajarannya. Di sisi lain, tantangan implementatif seperti keterbatasan infrastruktur, kesiapan guru, dan kurikulum yang padat juga perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi keberhasilan strategi inovatif. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mensintesis temuan-temuan terkini mengenai strategi pembelajaran fisika yang efektif dalam membangun keterampilan berpikir kritis, dengan mempertimbangkan konteks pendidikan Indonesia secara komprehensif.

METODE

Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik dengan bantuan basis data Scopus. Data pencarian dari Scopus diakses pada bulan Mei 2025 dan menghasilkan 124 artikel. Cakupan Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada publikasi dari tahun 2010 hingga 2025. Data yang diperoleh disimpan dalam format RIS. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan VOSviewer, Microsoft Excel, dan Microsoft Word untuk membuat visualisasi yang lebih menarik dan analisis yang lebih mendalam. Menurut Daulay (2018), bibliometrik adalah metode matematis yang digunakan untuk mengidentifikasi publikasi akademik, terutama yang berkaitan dengan sitasi dan hal-hal ilmiah. Analisis bibliometrik digunakan untuk meninjau dan memetakan tren publikasi ilmiah secara kuantitatif dalam kurun waktu tertentu, dengan tujuan memberikan pemahaman menyeluruh mengenai perkembangan riset pada topik tertentu (Dhontu dkk., 2021). Tahapan metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada Gambar 1.



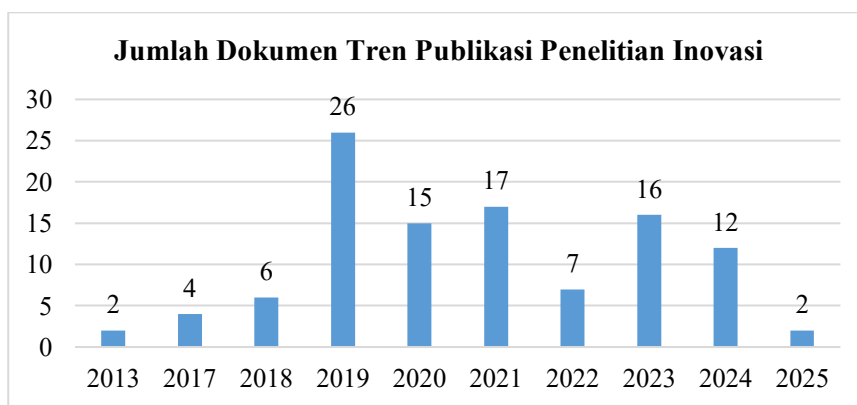
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, diagram alir dimulai dengan menentukan topik penelitian, dilanjutkan dengan studi literatur awal untuk menentukan relevansi topik dan kata kunci. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data melalui pencarian di basis data Scopus dengan kata kunci yang relevan. Setelah data terkumpul, tahap berikutnya adalah menyeleksi artikel yang relevan dengan fokus penelitian, kemudian menyimpan data dalam format (.Ris) yang kompatibel untuk dianalisis lebih lanjut. Tahap analisis dilakukan dengan memasukkan file

data (.Ris) ke dalam perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan visualisasi bibliometrik, seperti peta jaringan kata kunci dan kolaborasi penulis. Hasil visualisasi ini kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel menggunakan Microsoft Excel untuk memperjelas pola keterhubungan dan tren yang muncul. Akhirnya, penelitian ini menghasilkan kesimpulan berdasarkan data visual dan narasi analisis, yang diharapkan dapat menjadi referensi strategis bagi pengembangan kajian keilmuan di masa mendatang.

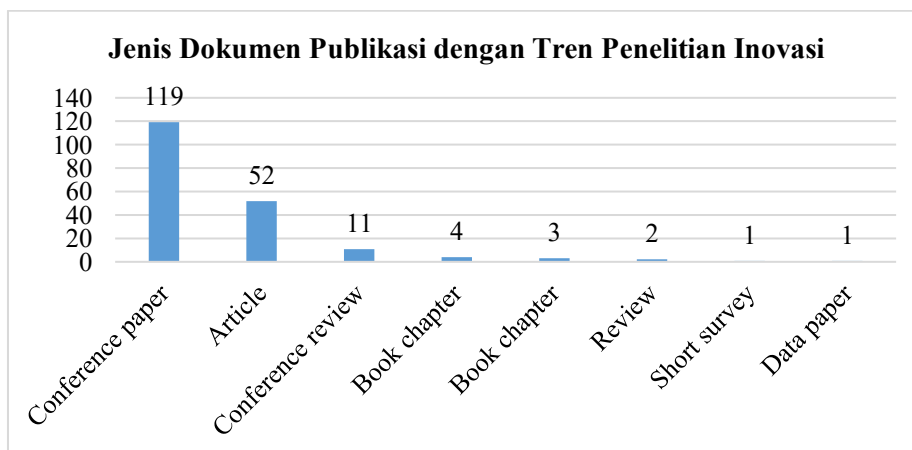
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bibliometrik terhadap 124 artikel yang diambil dari basis data Scopus menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi yang membahas topik inovasi selama periode 2010 hingga 2025. Lonjakan publikasi paling menonjol terjadi dalam lima tahun terakhir, yang dapat dikaitkan dengan meningkatnya urgensi transformasi digital di sektor pendidikan dan kebutuhan akan pendekatan pembelajaran yang adaptif pasca pandemi COVID-19, sebagaimana yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tren Publikasi Penelitian Inovasi dari Tahun 2010 hingga 2025

Berdasarkan Gambar 2, secara umum tren publikasi menunjukkan grafik yang fluktuatif namun cenderung meningkat, dengan lonjakan tertinggi terjadi pada tahun 2019. Temuan ini mengindikasikan bahwa isu inovasi, terutama dalam ranah pendidikan dan teknologi semakin mendapat perhatian luas dari komunitas akademik global. Meskipun demikian, jumlah publikasi pada tahun 2025 tampak lebih rendah dibanding tahun-tahun sebelumnya. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh keterbatasan waktu indeksasi artikel di tahun berjalan, yang secara langsung memengaruhi jumlah publikasi dan sitasi yang tercatat. Di samping itu, tingginya jumlah sitasi pada beberapa artikel juga sangat dipengaruhi oleh reputasi dan produktivitas ilmiah dari penulis atau institusi yang bersangkutan. Pengaruh sitasi dalam studi bibliometrik tidak hanya mencerminkan kualitas isi, tetapi juga jejaring dan kredibilitas ilmuwan di bidangnya (Donthu dkk., 2021). Selain itu, jenis dokumen yang digunakan dalam publikasi turut memengaruhi visibilitas dan jumlah sitasi, sehingga berkontribusi pada naik turunnya tren publikasi riset inovasi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.

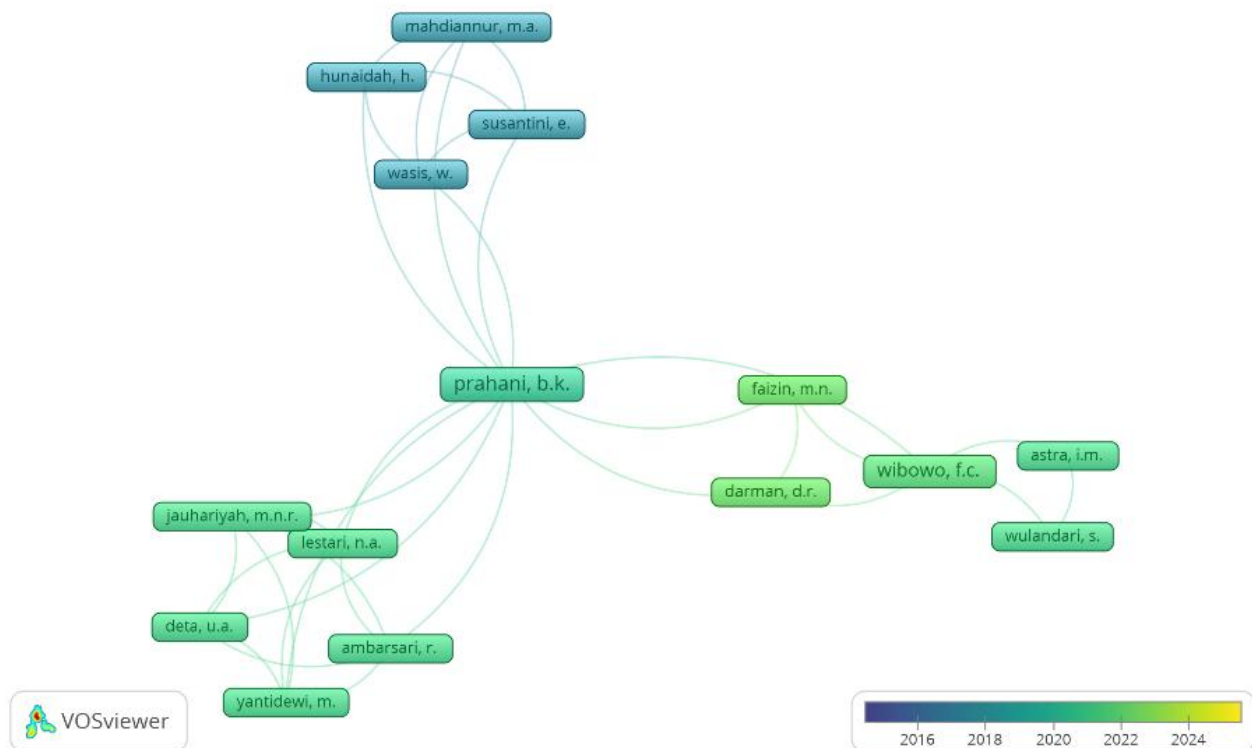


Gambar 3. Jenis Dokumen Publikasi dengan Tren Penelitian Inovasi

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa terdapat delapan jenis dokumen publikasi yang berkontribusi dalam tren riset inovasi selama periode 2010–2025. Dari total 193 dokumen yang teridentifikasi, mayoritas merupakan conference paper sebanyak 119 dokumen (61,66%), diikuti oleh artikel jurnal sebanyak 52 dokumen (26,94%). Jenis lainnya seperti *conference review*, *book chapter*, *review*, *short survey*, dan *data paper* hanya mencakup porsi yang relatif kecil, masing-masing di bawah 6%. Dominasi conference paper menunjukkan bahwa forum ilmiah seperti seminar dan konferensi menjadi sarana utama dalam menyebarkan gagasan inovatif secara cepat. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat konferensi yang memungkinkan para peneliti berbagi temuan awal dan ide-ide eksperimental dalam waktu yang lebih singkat dibanding publikasi jurnal. Sementara itu, artikel jurnal tetap memainkan peran penting dalam legitimasi ilmiah karena melalui proses review yang ketat, sehingga tetap memiliki kontribusi yang kuat terhadap akumulasi sitasi dan penguatan literatur di bidang inovasi.

Pemetaan Riset dan Arah Perkembangan Diskusi Daring dalam Pembelajaran

Analisis kolaborasi penulis memberikan gambaran penting mengenai bagaimana jejaring ilmiah terbentuk dan berkembang. Kolaborasi ini tidak hanya mencerminkan pola kerja sama antara individu peneliti, tetapi juga menunjukkan arah dominasi topik dan penyebaran ide. Melalui pemetaan visual, keterhubungan antarpenulis dapat diidentifikasi untuk melihat siapa yang paling berperan dalam mendorong pengembangan riset di bidang tertentu, dapat ditinjau pada Gambar 4.



Gambar 4. Visualisasi *Network* Diskusi Daring Penulis Selama Tahun 2015-2025

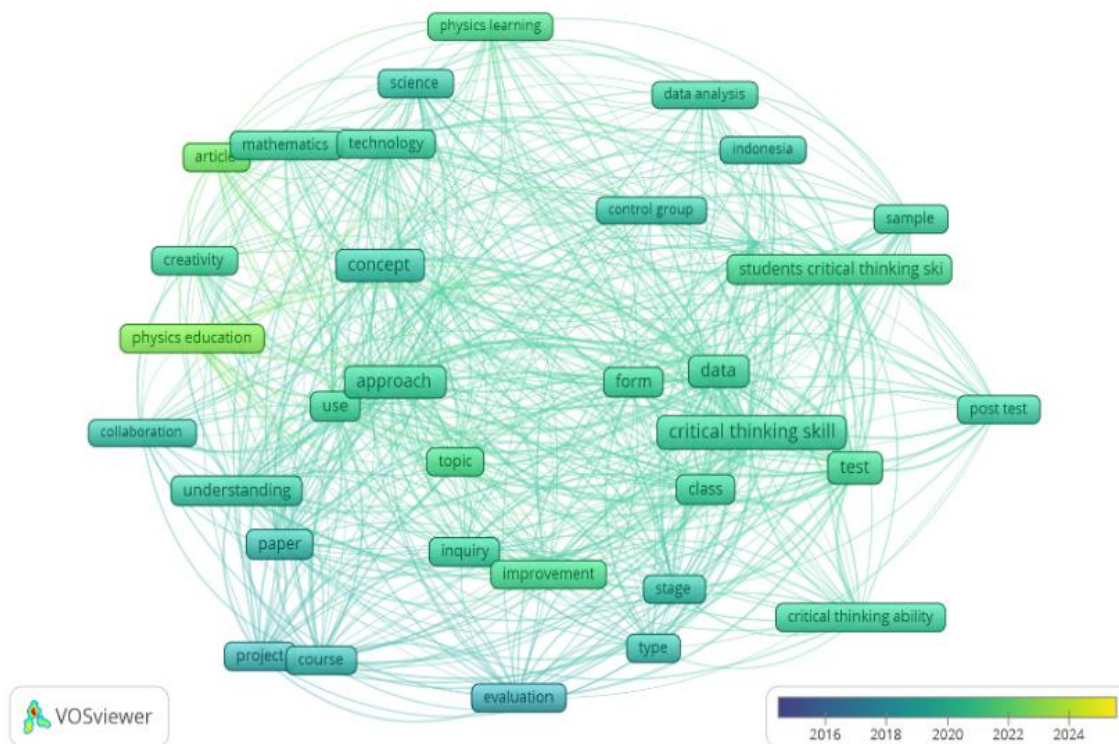
Berdasarkan Gambar 4, memperlihatkan hubungan kolaboratif antarpenulis dalam topik diskusi daring selama satu dekade terakhir. Tokoh sentral seperti Prahani terlihat membentuk klaster kuat dengan rekan sejawat seperti Wasis, Susantini, dan Hunaidah, menandakan intensitas publikasi dan kolaborasi tinggi. Selain itu, muncul penulis baru seperti Faizin dan Wibowo yang mulai aktif berkontribusi pada publikasi terkini. Meski di dalam satu kelompok kolaborasi tampak solid, namun hubungan lintas kelompok masih minim. Hal ini mencerminkan bahwa ruang untuk membangun jejaring yang lebih luas, baik lintas institusi maupun lintas negara, masih sangat terbuka.

Analisis terhadap kata kunci dalam literatur ilmiah berperan strategis untuk mengidentifikasi fokus dominan dan arah tematik riset dalam suatu bidang. Frekuensi kemunculan kata kunci tertentu mencerminkan urgensi topik serta prioritas penelitian yang sedang berkembang. Keterkaitan antar kata kunci juga mampu memetakan struktur pengetahuan yang terbentuk, serta membuka ruang untuk eksplorasi tematik yang lebih mendalam dan terintegrasi. Sepuluh kata kunci yang paling sering digunakan dalam literatur terkait disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa istilah “*Student*”, “*Critical Thinking*”, dan “*Critical Thinking Skills*” menjadi pusat dominasi dalam riset diskusi daring, khususnya dalam pembelajaran fisika. Selain itu, topik seperti “*Problem-Based Learning*”, “*Education Computing*”, dan “*STEM*” juga kerap muncul dan saling berkaitan. Kemunculan kata kunci ini menandakan bahwa fokus utama literatur cenderung berpihak pada penguatan kemampuan berpikir kritis siswa, integrasi teknologi digital, serta strategi pembelajaran aktif dan kolaboratif. Namun demikian, pemetaan kata kunci yang dominan dalam literatur tidak hanya memberikan informasi mengenai frekuensi istilah tertentu, tetapi juga memungkinkan identifikasi pola evolusi tematik dalam kurun waktu tertentu. Analisis temporal terhadap kata kunci menjadi penting untuk menelusuri arah perubahan pendekatan riset, sekaligus menangkap respons akademik terhadap dinamika kebutuhan pembelajaran. Maka, tren kemunculan dan pergeseran posisi kata kunci dapat mencerminkan peralihan fokus dari pendekatan tradisional menuju paradigma baru yang lebih adaptif terhadap abad ke-21, visualisasi pergeseran kata kunci ditampilkan dalam Gambar 5.

Tabel 1. *Keyword, Occurrences, Total Link Strength* Diskusi Daring dalam 10 Tahun Terakhir

<i>Keyword</i>	<i>Occurrences</i>	<i>Total Link Strength</i>
<i>Student</i>	62	259
<i>Critical Thinking Skills</i>	46	184
<i>Critical Thinking</i>	48	182
<i>Problem Based Learning</i>	26	111
<i>Education Computing</i>	19	93
<i>Learning Systems</i>	18	93
<i>Physics Learning</i>	17	81
<i>Physics</i>	22	61
<i>Learning Models</i>	7	41
<i>Teaching</i>	11	41



Gambar 5. Visualisasi *Overlay* Pergeseran Kata Kunci

Gambar 5 menunjukkan hasil visualisasi tren penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis dalam konteks pembelajaran fisika dan pendidikan secara umum selama sepuluh tahun terakhir. Visualisasi ini dibuat menggunakan perangkat lunak VOSviewer, yang menampilkan jaringan keterkaitan antar kata kunci dari berbagai publikasi ilmiah. Warna pada kata kunci merepresentasikan waktu kemunculan dominan dalam publikasi, dari warna biru tua (sekitar tahun 2016) hingga kuning terang (sekitar tahun 2024). Semakin terang

Berdasarkan Gambar 6, Visualisasi hubungan antar kata kunci menggambarkan struktur tematik yang kompleks dan saling terhubung dalam penelitian diskusi daring, khususnya dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis. Kata kunci "*critical thinking skill*" muncul sebagai kata kunci pusat dengan jumlah keterhubungan paling tinggi, memperlihatkan perannya sebagai fokus utama dalam ekosistem penelitian ini. Hubungan langsung antara kata kunci tersebut dengan istilah seperti *test*, *students critical thinking skill*, dan *questionnaire* menandakan bahwa banyak studi difokuskan pada pengukuran kemampuan berpikir kritis siswa melalui instrumen evaluatif yang terstruktur.

Terdapat dua klaster besar, yaitu klaster berwarna hijau yang lebih fokus pada proses evaluasi, metodologi kuantitatif, dan hasil pembelajaran, serta klaster berwarna merah yang menyoroti pendekatan, konteks pembelajaran, dan bidang keilmuan. Kata kunci seperti *approach*, *project*, *technology*, dan *education* menjadi pusat-pusat kecil dalam klaster merah yang menandakan pentingnya metode pembelajaran, integrasi teknologi, serta bidang tematik (seperti fisika atau matematika) dalam membentuk strategi pembelajaran kritis. Keterhubungan antara konsep seperti *project*, *inquiry*, dan *concept understanding* juga menunjukkan bahwa diskusi daring tidak berdiri sendiri sebagai metode, melainkan seringkali dikombinasikan dengan pendekatan lain seperti pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) atau inkuiri untuk mencapai tujuan kognitif yang lebih tinggi. Node tambahan seperti *creativity* dan *collaboration* yang meskipun tidak dominan, tetap memperkaya struktur konseptual, menunjukkan bahwa dimensi afektif dan sosial juga menjadi perhatian meskipun belum menjadi fokus utama.

Peta ini memperjelas bahwa arah penelitian diskusi daring dalam konteks pendidikan abad ke-21 berorientasi pada pembelajaran yang menggabungkan aspek konseptual, evaluatif, dan kontekstual secara simultan. Pola keterhubungan kata kunci yang padat ini mengindikasikan dinamika riset yang kompleks sekaligus menunjukkan adanya peluang besar untuk eksplorasi lanjutan terhadap node yang masih minim keterhubungan.

Dampak Kajian terhadap Praktik Pembelajaran dan Arah Penelitian

Hasil sintesis bibliometrik dalam studi ini memperlihatkan bahwa tren penelitian inovasi dalam pendidikan, khususnya yang berkaitan dengan diskusi daring dan penguatan keterampilan berpikir kritis, mengalami perkembangan yang signifikan selama satu dekade terakhir. Dominasi tema seperti *critical thinking*, *collaboration*, hingga *project-based learning* mencerminkan adanya pergeseran paradigma dari pendekatan konvensional menuju praktik pembelajaran yang lebih aktif, reflektif, dan berbasis teknologi (Prapsetyo dkk., 2025). Hal ini juga mencerminkan respons cepat dunia akademik terhadap perubahan karakteristik pembelajar dan kebutuhan kompetensi abad ke-21 yang menekankan fleksibilitas, kreativitas, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Anita & Kurniawati, 2025; Paat dkk., 2024). Di tengah transformasi digital yang masif, penerapan inovasi berbasis teknologi pun menjadi lebih terintegrasi dalam sistem pendidikan modern (Adika dkk., 2024). Temuan ini menjadi indikator positif bahwa komunitas akademik telah merespons kebutuhan zaman dengan mengadopsi strategi pedagogis yang relevan, kontekstual, dan progresif.

Namun demikian, hasil tinjauan juga menunjukkan celah yang belum banyak disentuh oleh para peneliti, terutama terkait integrasi nilai-nilai kearifan lokal serta keberlanjutan implementasi inovasi dalam jangka panjang (Pilendia, 2024). Penelitian yang dikaji masih cenderung bersifat global dan belum sepenuhnya membumi pada kondisi pendidikan di negara berkembang seperti Indonesia. Padahal, nilai-nilai lokal seperti gotong royong, musyawarah, dan ketekunan budaya memiliki potensi besar dalam mendukung pengembangan karakter dan proses berpikir siswa (Harisatunisa & Sauqi, 2023). Kurangnya konteks lokal dalam inovasi pendidikan dapat menyebabkan ketimpangan antara konsep dan praktik di lapangan (Arifin, 2025). Oleh karena itu, arah penelitian ke depan perlu menekankan pada pengembangan pendekatan berbasis kearifan lokal yang kontekstual dan adaptif, guna memastikan bahwa inovasi tidak hanya bersifat universal, tetapi juga relevan dan berdaya guna dalam perubahan pembelajaran yang sesungguhnya.

Selain itu, pendekatan lintas bidang harus lebih dikedepankan dalam merancang model pembelajaran yang inovatif. Kolaborasi antara bidang pendidikan, teknologi, psikologi, dan budaya akan membuka jalan bagi terciptanya strategi pengajaran yang lebih komprehensif dan solutif. Sinergi antardisiplin dapat memperkuat perancangan intervensi pembelajaran yang tidak hanya fokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga pembangunan keterampilan sosial-emosional dan kesadaran kontekstual. Di sisi lain, kerja sama lintas disiplin juga mendorong diversifikasi metodologi riset yang lebih holistik dan adaptif terhadap dinamika lapangan (Alfaridli dkk., 2025). Untuk itu, institusi pendidikan perlu memperkuat ekosistem riset kolaboratif yang memungkinkan para akademisi lintas bidang bertemu dalam ruang inovasi yang konstruktif dan transformatif.

Evaluasi terhadap efektivitas inovasi pun perlu diperkuat melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif berbasis data lapangan agar validitas dan dampaknya terhadap capaian belajar peserta didik dapat terukur secara objektif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Melalui pendekatan bibliometrik, benang merah dari dinamika riset diskusi daring dan keterampilan berpikir kritis berhasil ditelusuri secara sistematis dalam ranah pendidikan, khususnya fisika. Temuan yang diperoleh telah menjawab persoalan utama terkait arah, pola kolaborasi, serta kecenderungan topik yang mendominasi wacana ilmiah selama satu dekade terakhir. Meski demikian, ruang lingkup kajian ini masih terbatas pada satu basis data dan belum mengintegrasikan analisis kualitatif yang dapat memperkaya interpretasi. Keterbatasan ini membuka peluang untuk pengembangan studi di masa mendatang dengan pendekatan yang lebih kontekstual dan lintas metode. Potensi eksplorasi terhadap isu lokal dan keterlibatan budaya dalam pembelajaran pun menjadi pijakan penting guna memperluas daya guna inovasi pendidikan di berbagai ranah implementasi.

KONTRIBUSI PENULIS

Sheril Mahany: Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, dan Writing - Original Draft; **Fitria Rahma Mufida:** Conceptualization, Formal Analysis, Resources, dan Writing - Original Draft; **Nurliana Yesika Nia Ramadani:** Formal Analysis, Resources, dan Data Curation; **Nadian Zulfa Divanissa:** Data Curation, Writing - Original Draft, dan Visualization; **Sigit Dwi Saputro:** Validation, Supervision, dan Project Administration; dan **Setyo Admoko:** Validation, Supervision, dan Project Administration. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat memengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. ChatGPT digunakan untuk *brainstroming* ide. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Adika, D., Arsyad, M., Akmal, S., Sahetapy, M., Nurkhamidah, N., Muntafi'ah, L.N., Wahud, F., Munawar, B., Saryoko, A., Riyadi, D.N., & Larekeng, S.H. (2024). *Teknologi pembelajaran di era society 5.0*. Deli Serdang: PT. Mifandi Mandiri Digital. Retrieved from: <https://jurnal.mifandimandiri.com/index.php/penerbitmmd/article/view/51>.
- Ady, W.N., Muhajir, S.N., & Irvani, A.I. (2024). Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA melalui model problem based learning berbantuan permainan tradisional. *Jurnal Pendidikan MIPA*, **14**(3), 772-785. DOI: <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1775>.
- Agustin, N.W., Sarwanto, & Supriyanto, A. (2023). Enhancement of critical thinking skill in physics through experimental method: Is it effective? *AIP Conference Proceedings*, **2540**(1), 090003. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0105703>.
- Alfaridli, M.A., Iman, D.Z., & Khoiroh, U. (2025). Tranformasi kurikulum dan pembelajaran berbasis PI future skill: Model evaluasi inovatif untuk menjawab tantangan trend global. *JIM: Jurnal Ilmu Multidisiplin*, **1**(3), 21-36. Retrieved from: <http://jurnalinspirasimodern.com/index.php/JIM/article/view/196>.
- Anggraini, W. (2025). Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi energi terbarukan melalui PjBL-STEM dengan design thinking. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, **13**(2), 321–335. DOI: <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v13i2.87690>.

- Anita, F. & Kurniawati, T. (2025). Desain pembelajaran berbasis proyek sebagai strategi penguatan berpikir kritis di era digital. *Jurnal Pendidikan Bahasa*, *14*(1), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.31571/bahasa.v14i1.8951>.
- Arifin, M.A.M. (2025). Menganalisis standar pendidikan mutu nasional dan internasional: Tantangan, implementasi, dan strategi peningkatan di era globalisasi. *AL-MUDABBIR: Journal of Islamic Education Management*, *1*(2), 210-216. Retrieved from: <https://albaayaninstitute.org/index.php/almudabbir/article/view/135>.
- Asniar, A., Nurhayati, N., & Khaeruddin, K. (2022). Analisis keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika peserta didik di SMAN 11 Makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, *18*(2), 140-151. Retrieved from: <https://ojs.unm.ac.id/JSdPF/article/view/31622>.
- Burnama, N.C. & Hariyono, E. (2024). Implementation of interactive E-LKPD based on PBL in physics learning to enhance critical thinking skills in class X SMA Kartika IV-3 Surabaya. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, *13*(2), 94–101. Retrieved from: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/61128>.
- 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*, 285–296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Harisatunisa, H. & Sauqi, C. (2023). Implementasi pembelajaran kontekstual berbasis budaya lokal penginyongan. *Jurnal Kependidikan*, *11*(2), 211-225. DOI: <https://doi.org/10.24090/jk.v11i2.8641>.
- Luzyawati, L., Hamidah, I., Fauzan, A., & Husamah, H. (2025). Higher-order thinking skills-based science literacy questions for high school students. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, *19*(1), 134-142. DOI: <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21508>.
- Mahmuda, M., Nafaida, R., Mustika, D., & Saputra, H. (2022). Media simulasi gerak peluru menggunakan VBA excell dalam pembelajaran fisika pada materi gerak parabola. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, *5*(02), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v5i02.6490>.
- Nehru, N., Purwaningsih, S., Riantoni, C., Ropawandi, D., & Novallyan, D. (2024). Mapping students' thinking systems in critical thinking based on STEM project-based learning experiences. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, *8*(1), 136-144. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiituj.v8i1.32027>.
- Nisa, A.K., Tinofa, N.A., Noptario, N., & Abdullah, F. (2024). Transisi pembelajaran teacher centered menuju student centered: Penguatan literasi teknologi siswa sekolah dasar. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, *9*(3), 1453-1460. DOI: <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i3.920>.
- Nuhandini, R.S., Aini, N., Alfiah, Z., & Iskandar, S. (2025). Meningkatkan aktivitas belajar siswa sekolah dasar melalui model pembelajaran Student Centered Learning (SCL). *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, *4*(1), 233-237. DOI: <https://doi.org/10.31004/jpion.v4i1.361>.
- Olivia, R., Rahmi, D., Yuniati, S., & Kurniati, A. (2024). Systematic literature review: Kemampuan berpikir kritis siswa ditinjau dari gaya belajar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *9*(2), 896-903. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2167>.
- Paat, M., Sompotan, A.F., Pesik, A., Moku, Y.B., & Moroki, I. (2024). Penerapan multimedia pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *14*(1), 155-162. DOI: <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1493>.
- Pilendia, D. (2024). Kajian filsafat ilmu: Integrasi multimedia interaktif dan kearifan lokal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Sang Surya*, *10*(2), 474-481. DOI: <https://doi.org/10.56959/jpss.v10i2.266>.
- Prapsetyo, A.M.D.L., Putri, T.N., & Prapsetyo, A. (2025). Efektivitas model project based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Dwija Kusuma*, *13*(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.63824/jdk.v13i1.268>.
- Rahmatin, J.A., Respasari, B.N., & Syukur, A. (2024). Efektivitas model pembelajaran cinqase untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi fluida statis. *Journal of Classroom Action Research*, *6*(2), 453-461. DOI: <https://doi.org/10.29303/jcar.v6i2.8222>.
- Riani, L., Misdalina, M., & Sugiarti, S. (2021). Pengembangan LKS berbasis inkuiri terbimbing berbantuan edmodo untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa kelas X IPA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *12*(1), 90-99. DOI: <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i1.7552>.
- Rozali, A., Irianto, D.M., & Yuniarti, Y. (2022). Kajian problematika teacher centered learning dalam pembelajaran siswa studi kasus: SDN Dukuh, Sukabumi. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, *5*(1), 77-85. DOI: <https://doi.org/10.22460/collase.v5i1.9996>.

- Rusnayati, H., & Ariantara, R.G. (2024). Efektivitas simulasi virtual PhET dalam pembelajaran fisika zat padat untuk meningkatkan pemahaman konsep calon guru fisika. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, *5*(1), 71-79. DOI: <https://doi.org/10.30599/uteach.v5i1.841>.
- Saputri, S.W., Verawati, N.N.S.P., & Gunada, I.W. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran model guided inquiry untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(3b), 1684-1691. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3b.802>.
- Sunarsih, S. (2020). The implementation of physics experimental method to improve critical thinking and creativity. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, *5*(2), 120–128. DOI: <https://doi.org/10.51169/ideguru.v5i2.162>.
- Ubaidillah, M. (2023). How to improve critical thinking in physics learning? A systematic literature review. *ECPS Journal – Educational, Cultural and Psychological Studies*, *28*, 165–182. DOI: <https://doi.org/10.7358/ecps-2023-028-ubai>.
- Wafa, A.S., Abdurrahmat, A.S., Nana, N., Hernawati, D., & Badriah, L. (2025). Profil keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada pembelajaran fisika. *EDUTECH: Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, *5*(1), 46-53. DOI: <https://doi.org/10.51878/edutech.v5i1.4522>.