

Trend Riset Problem-Based Learning dalam Pembelajaran Alat Optik: Analisis Bibliometrik dengan VOSviewer

**Oktamia Ramadhani¹, Anting Jelita¹, Waladah Izah Karomah¹, Septya Diva Lutfiah¹,
Najida Rahmaniah Ahmad¹, Ahmad Abtokhi², dan Setyo Admoko^{1,*}**

¹ Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

² Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang, Indonesia

* Email: setyoadmoko@unesa.ac.id

Abstrak

Problem-Based Learning (PBL) merupakan salah satu pendekatan pembelajaran inovatif yang berpusat pada siswa dengan menekankan pada pemecahan masalah nyata untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konseptual. Dalam konteks pembelajaran fisika, khususnya materi alat optik, penerapan PBL dinilai mampu meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, serta keterampilan ilmiah peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan dan struktur pengetahuan dalam kajian pembelajaran berbasis masalah Problem-Based Learning (PBL) pada topik alat optik menggunakan pendekatan bibliometrik. Data diperoleh dari pangkalan Scopus dengan rentang tahun 2019–2025, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Tiga jenis visualisasi digunakan dalam penelitian ini, yaitu heatmap (density visualization), overlay visualization, dan cluster visualization. Hasil analisis menunjukkan bahwa kata kunci dominan dalam riset ini meliputi learning media, research & development, problem-based learning, dan optical instruments, yang menandakan fokus kuat pada pengembangan media pembelajaran kontekstual. Dari overlay visualization terlihat adanya pergeseran tren penelitian dari pengembangan media ke pendekatan eksperimental dan kuantitatif, seperti problem solving dan one-way anova, yang mulai mendominasi sejak 2022. Sementara itu, cluster visualization berhasil mengelompokkan kata kunci ke dalam enam kluster utama yang merepresentasikan dimensi pengembangan, implementasi, dan evaluasi pembelajaran PBL. Temuan ini mengungkap bahwa riset PBL pada materi optik tidak hanya berkembang secara kuantitatif, tetapi juga secara tematik dan metodologis, serta membuka ruang eksplorasi baru dalam penguatan literasi sains dan keterampilan abad ke-21.

Kata kunci: Bibliometrik, Problem-Based Learning, Alat Optik, VOSviewer

Research Trends on Problem-Based Learning in Optical Instrument Learning: Bibliometric Analysis with VOSviewer

Abstract

Problem-Based Learning (PBL) is an innovative, student-centered learning approach that emphasizes solving real-world problems to develop critical thinking skills & conceptual understanding. In the context of physics learning, particularly optical instruments, the application of PBL is considered capable of improving students' learning motivation, conceptual understanding, & scientific skills. This study aims to analyze the development & structure of knowledge in the study of Problem-Based Learning (PBL) on the topic of optical instruments using a bibliometric approach. Data were obtained from the Scopus database spanning 2019–2025, then analyzed using VOSviewer software. Three types of visualizations were used in this study: heatmap (density visualization), overlay visualization, & cluster visualization. The analysis results show that the dominant keywords in this research include learning media, research & development, problem-based learning, & optical instruments, which indicates a strong focus on the development of contextual learning media. The overlay

visualization reveals a shift in research trends from media development to experimental & quantitative approaches, such as problem-solving & one-way ANOVA, which have become dominant since 2022. Meanwhile, the cluster visualization successfully grouped keywords into six main clusters representing the development, implementation, & evaluation dimensions of PBL learning. These findings reveal that PBL research on optical materials is developing not only quantitatively but also thematically & methodologically, opening up new exploration opportunities in strengthening scientific literacy & 21st-century skills.

Keywords: Bibliometrics, Problem-Based Learning, Optical Tools, VOSviewer

Histori Naskah

Diserahkan: 23 Juni 2025

Direvisi: 2 September 2025

Diterima: 5 September 2025

How to cite:

Ramadhani, O., dkk. (2025). Trend Riset Problem-Based Learning dalam Pembelajaran Alat Optik: Analisis Bibliometrik dengan VOSviewer. *Studies in Physics Teaching and Learning*, 1(1), 31-40. DOI: <https://doi.org/10.26740/sptl.v1.n1.31-40>.

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menghadirkan tantangan baru dalam dunia pembelajaran, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi. Tuntutan ini semakin kuat seiring berkembangnya teknologi, kompleksitas kehidupan global, serta pergeseran paradigma Pendidikan dari berpusat pada guru (teacher-centered) menuju berpusat pada siswa (*student-centered*) (Trilling & Fadel, 2009; Saavedra & Opfer, 2012). Dalam konteks pembelajaran sains termasuk fisika, kebutuhan untuk mengembangkan pemahaman konseptual dan keterampilan proses ilmiah tidak dapat dicapai melalui metode pembelajaran konvensional semata. Pembelajaran berbasis masalah atau *Problem Based Learning* (PBL) hadir sebagai alternatif yang mampu mengakomodasi tuntutan tersebut. PBL merupakan pendekatan yang memposisikan peserta didik sebagai aktor utama dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan masalah kontekstual melalui proses kolaboratif dan investigatif (Hmelo-Silver, 2004). Sejumlah penelitian juga menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis masalah mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, hingga penguasaan konsep (Loyens et al, 2008; Belland et al, 2017).

Salah satu topik dalam fisika yang sangat sesuai dengan pendekatan PBL adalah materi alat optik, seperti lensa, cermin, mata manusia, kamera, dan mikroskop. Topik ini memiliki karakteristik konkret dan mudah dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari, seperti pembentukan bayangan, penglihatan mata rabun, atau prinsip kerja alat optik digital. Dengan menerapkan PBL, siswa tidak hanya diajak untuk memahami rumus dan hukum fisika, tetapi juga mengaitkan konsep-konsep tersebut dengan realitas yang mereka alami (Daulay & Surya, 2018). Hal ini mendukung pembelajaran yang bermakna dan berkelanjutan, sesuai dengan pendekatan *constructivism learning*. Namun demikian, hasil kajian literatur menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara potensi penerapan PBL dan praktik pembelajaran di kelas, terutama pada level sekolah menengah. Pembelajaran masih banyak berfokus pada penguasaan kognitif semata, dengan pendekatan eksplanasi langsung oleh guru tanpa melibatkan siswa dalam proses berpikir ilmiah yang utuh (Aprina et al, 2024). Selain itu, belum tersedia pemetaan yang sistematis mengenai bagaimana arah dan perkembangan riset mengenai PBL dalam konteks alat optik, baik dari segi jumlah publikasi, kolaborasi ilmiah, hingga fokus tematik yang diteliti.

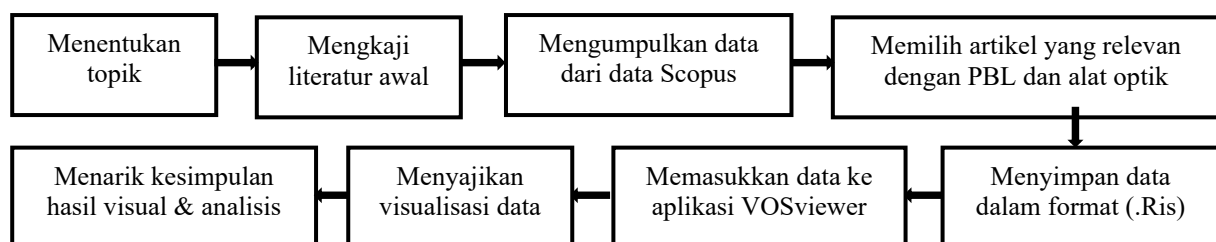
Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan penelitian yang tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga analitis dan terstruktur. Salah satu pendekatan yang relevan adalah analisis bibliometrik, yaitu metode kuantitatif untuk mengevaluasi publikasi ilmiah melalui pengukuran bibliografis seperti jumlah sitasi, hubungan antar dokumen, serta distribusi penulis dan institusi (Donthu et al, 2021). Dengan bantuan perangkat lunak seperti VOSviewer, analisis ini dapat memvisualisasikan struktur pengetahuan suatu bidang melalui pemetaan keyword, co-authorship, dan co-citation yang menunjukkan dinamika serta kekuatan topik tertentu (van Eck & Waltman, 2010). Penelitian ini juga bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis perkembangan publikasi ilmiah mengenai penerapan PBL dalam materi alat optik menggunakan data dari pangkalan Scopus. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah untuk (i)

Menganalisis tren publikasi dari tahun ke tahun mengenai topik pembelajaran berbasis masalah dalam materi alat optik selama beberapa tahun terakhir (2019-2025) berdasarkan data yang diperoleh dari Scopus; (ii) Mengidentifikasi kata kunci yang dominan dalam penelitian terkait pembelajaran berbasis masalah dan alat optik; (iii) Menganalisis sebaran bidang keilmuan (subject area) tempat topik ini dikaji; (iv) Mengidentifikasi jenis dokumen (article, conference paper, review, dll) yang dominan dalam penelitian terkait pembelajaran berbasis masalah dan alat optik; (v) Membuat visualisasi bibliometrik menggunakan VOSviewer untuk memetakan hubungan antar kata kunci, kolaborasi antar penulis, serta sitasi bersama, sehingga dapat menggambarkan struktur pengetahuan dalam riset PBL pada alat optik; dan (vi) Melakukan telaah isi terhadap beberapa artikel yang paling relevan dan banyak disitasi, guna mengidentifikasi arah pengembangan penelitian dan implikasi pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi literatur yang menggunakan metode bibliometric (Aria & Cuccurullo, 2017) sebagai pendekatan utama untuk mengkaji literatur yang berkaitan dengan *Problem-Based Learning* (PBL) dalam konteks pembelajaran alat optik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis tren penelitian, hubungan antar topik, kolaborasi antar penulis, serta arah perkembangan penelitian dalam kurun waktu tertentu. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan bibliometrik. Pendekatan ini digunakan untuk menyusun pemetaan literatur berdasarkan metadata artikel yang diperoleh dari sumber sekunder. Penelitian bibliometrik dinilai sangat bermanfaat untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap perkembangan suatu bidang ilmu (Ellegaard & Wallin, 2015).

Data dalam penelitian ini diperoleh dari basis data Scopus. Artikel yang dikumpulkan adalah publikasi ilmiah yang relevan dengan topik PBL dalam pembelajaran alat optik, dalam rentang waktu 2019-2025. Rentang waktu 2019–2025 dipilih karena merepresentasikan perkembangan terkini penelitian terkait *Problem-Based Learning* (PBL), khususnya dalam bidang pembelajaran fisika dan alat optik. Fokus pada periode ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran paling mutakhir tentang arah, tren, dan temuan ilmiah terbaru. Pengambilan data menggunakan kata kunci yang disusun berdasarkan topik kajian yaitu “*Problem Based Learning*” dan “*optical instruments*” pencarian data dilakukan dalam kurun waktu Maret sampai Mei 2025. Setelah dilakukan pencarian, seluruh dokumen yang relevan diunduh dan disimpan dalam format .Ris (*Research Information Systems*), yang mendukung integrasi dengan perangkat lunak analisis bibliometrik (Fahimnia et al, 2015). Proses analisis data dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan seleksi artikel berdasarkan relevansi terhadap topik Problem-Based Learning dan konteks pembelajaran alat optik. Artikel yang tidak memenuhi kriteria dikeluarkan dari proses analisis. Kedua, file data dalam format .Ris dimasukkan ke dalam perangkat lunak VOSviewer, yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar kata kunci (co-occurrence), kolaborasi antar penulis (co-authorship), serta identifikasi tema utama melalui bibliographic coupling dan co-citation (van Eck & Wallmant, 2010). Ketiga, hasil analisis tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta jaringan, sedangkan grafik dan tabel seperti jumlah publikasi per tahun, jenis dokumen, subject area, dan sumber publikasi diperoleh langsung dari data statistik awal yang ditampilkan oleh Scopus pada saat proses pencarian. Visualisasi ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap pola keterhubungan dan distribusi penelitian dalam topik yang dikaji (Dontu et al, 2021). Gambar 1 menunjukkan bagan alur penelitian bibliometrik.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Jumlah Dokumen Berdasarkan Waktu

Perkembangan penelitian terkait *Problem-Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran alat optik dapat diamati melalui distribusi publikasi ilmiah selama periode 2019–2025. Analisis bibliometrik berbasis Scopus

menunjukkan adanya variasi jumlah artikel setiap tahunnya, yang mencerminkan dinamika minat peneliti terhadap topik ini sekaligus pengaruh konteks pendidikan global. Gambar 2 menyajikan diagram batang jumlah publikasi tentang PBL dalam pembelajaran alat optik pada rentang tahun 2019–2025.

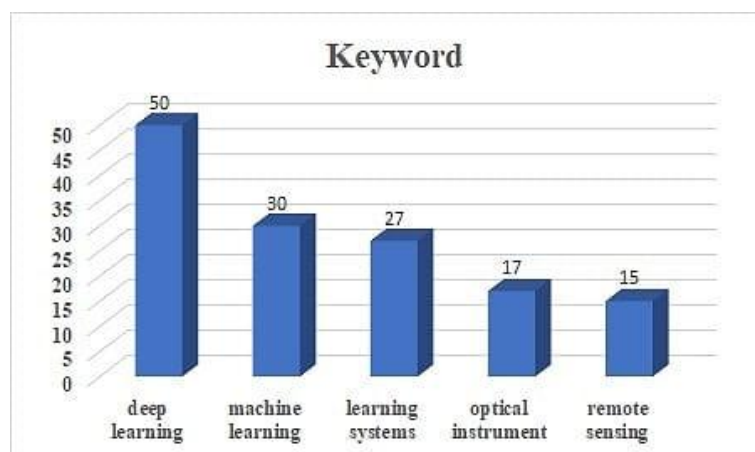


Gambar 2. Jumlah Artikel pada Tahun 2019-2025

Berdasarkan Gambar 2, jumlah publikasi relatif stabil namun rendah sebelum tahun 2022, yang diduga berkaitan dengan keterbatasan riset akibat adaptasi pembelajaran daring pada masa pandemi Covid-19. Pada tahun 2022 dan 2023, terlihat peningkatan signifikan jumlah artikel. Lonjakan ini kemungkinan besar dipicu oleh meningkatnya kebutuhan akan metode pembelajaran aktif dan inovatif pasca pandemi. PBL dianggap relevan karena mampu menjawab tantangan dalam memahami konsep abstrak seperti optik, dengan menekankan kontekstualisasi dan pemecahan masalah secara kolaboratif. Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya bahwa PBL efektif meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir kritis siswa dalam sains (Hmelo-silver, 2004; Dochy et al, 2004). Namun, pada tahun 2024 terjadi penurunan jumlah publikasi, dan pada tahun 2025 data menunjukkan angka yang relatif rendah. Rendahnya angka pada tahun terakhir ini bisa jadi karena data yang belum sepenuhnya terindeks, atau adanya pergeseran fokus penelitian ke pendekatan pembelajaran lain yang lebih baru. Fenomena ini menunjukkan bahwa pengembangan PBL dalam pembelajaran optik bersifat situasional dan dipengaruhi oleh perubahan lingkungan pendidikan global (Thomas, 2020). Dengan demikian, penelitian lebih lanjut tetap diperlukan agar penerapan PBL terus berkembang dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Kata Kunci

Proses pencarian dokumen dalam penelitian ini dilakukan melalui basis data Scopus dengan menggunakan kata kunci “Problem Based Learning” dan diperdalam dengan istilah “Optical Instruments”. Hasil pencarian kemudian dianalisis untuk melihat frekuensi kemunculan kata kunci yang paling sering digunakan peneliti dalam publikasi terkait. Gambar 3 menyajikan distribusi lima kata kunci utama yang ditemukan berdasarkan hasil analisis data.

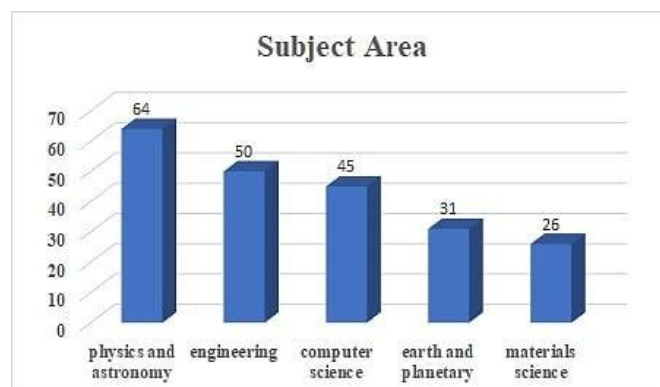


Gambar 3. Kata Kunci Artikel

Data menunjukkan bahwa di antara lima kata kunci pencarian, *deep learning* menjadi tema dominan dengan jumlah kemunculan sebanyak 50 kali, diikuti oleh *machine learning* (30 kali) dan *learning systems* (27 kali). Sementara itu, instrumen optik dan penginderaan jauh menempati posisi terendah, masing-masing hanya muncul 17 kali dan 15 kali. Fenomena ini menunjukkan bahwa fokus utama penelitian saat ini masih berkisar pada pengembangan dan penerapan teknologi kecerdasan buatan, terutama dalam konteks analisis *big data* dan pengenalan pola, yang memiliki relevansi besar dalam bidang pendidikan, kesehatan, maupun pemrosesan gambar (Lecun et al, 2015; Jordan & Mitchell, 2015). Di sisi lain, rendahnya publikasi tentang instrumen optik mengindikasikan bahwa topik ini belum banyak dieksplorasi melalui pendekatan berbasis teknologi maupun strategi pembelajaran inovatif, seperti *Problem-Based Learning (PBL)*. Padahal, instrumen optik merupakan konsep yang bersifat abstrak dan berpotensi diajarkan secara lebih efektif melalui metode kontekstual dan pemecahan masalah. Minimnya perhatian pada aspek ini justru membuka peluang riset baru yang mengintegrasikan PBL dengan materi optik, sehingga selaras dengan tren pembelajaran aktif dan perkembangan teknologi pendidikan (Hmelo-Silver, 2004).

Sebaran Bidang Keilmuan

Analisis bibliometrik juga dilakukan berdasarkan bidang keilmuan untuk mengetahui disiplin mana yang paling banyak berkontribusi terhadap publikasi tentang *Problem-Based Learning (PBL)* dalam konteks instrumen optik. Pemetaan ini penting karena dapat menunjukkan keterkaitan antara konten keilmuan, metode pembelajaran, serta peluang kolaborasi lintas disiplin. Gambar 4 menyajikan distribusi publikasi berdasarkan *subject area* pada basis data Scopus.



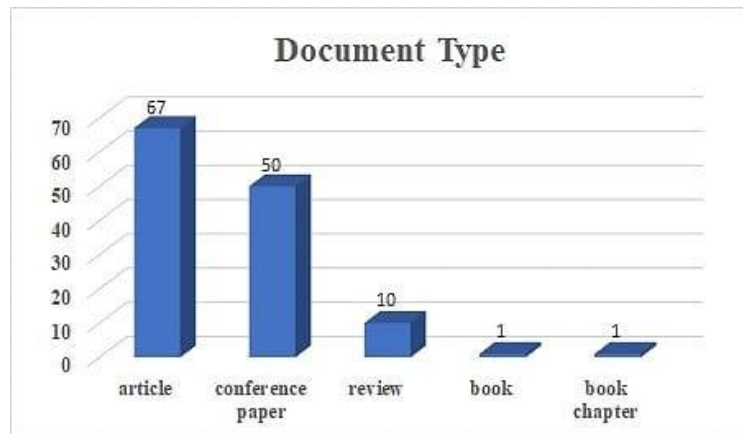
Gambar 4. Diagram Sebaran Bidang Keilmuan

Berdasarkan data pada gambar, bidang Physics & Astronomy menempati posisi tertinggi dengan 64 publikasi, diikuti oleh Engineering (50 publikasi) dan Computer Science (45 publikasi). Sementara itu, Earth & Planetary Sciences serta Materials Science memiliki jumlah publikasi yang lebih sedikit, masing-masing 31 dan 26. Dominasi bidang fisika dan astronomi menunjukkan bahwa diskusi mengenai instrumen optik—sebagai komponen penting dalam eksperimen dan pengamatan ilmiah—sangat erat kaitannya dengan pembelajaran dan penelitian di bidang ini (Redish, 2003). Hal ini sekaligus memperlihatkan keselarasan antara kebutuhan konten optik dan penggunaan PBL untuk memperdalam pemahaman konseptual.

Tingginya kontribusi dari bidang teknik dan ilmu komputer mencerminkan adanya sinergi antara perkembangan teknologi, kecerdasan buatan, dan desain sistem pembelajaran yang inovatif. Berbagai model PBL berbasis teknologi maupun sistem digital cerdas banyak dikembangkan di kedua bidang ini untuk meningkatkan efisiensi sekaligus keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran (Zawachi-Richter et al, 2019). Sebaliknya, rendahnya kontribusi dari ilmu bumi dan material menunjukkan adanya kesenjangan dalam integrasi PBL berbasis instrumen optik di ranah interdisipliner. Kondisi ini membuka peluang riset baru untuk mengembangkan model pembelajaran dan penelitian yang lebih adaptif terhadap kebutuhan berbagai bidang keilmuan.

Tipe Dokumen

Selain dianalisis berdasarkan bidang keilmuan, publikasi juga dapat ditinjau dari jenis dokumen yang diterbitkan. Analisis ini penting untuk memahami bentuk literatur apa yang paling dominan digunakan peneliti dalam menyebarkan hasil kajian terkait *Problem-Based Learning (PBL)* pada instrumen optik. Gambar 5 menyajikan distribusi jenis dokumen publikasi berdasarkan hasil penelusuran data Scopus.



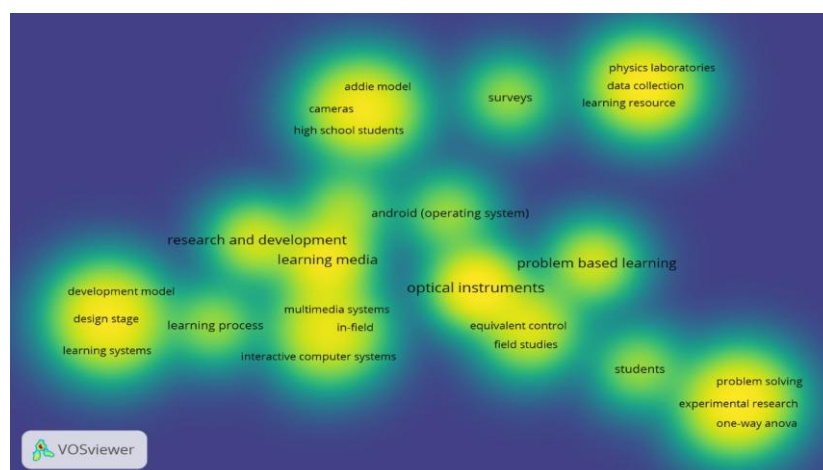
Gambar 5. Diagram Tipe Dokumen

Berdasarkan data pada Gambar 5, jenis literatur yang paling dominan adalah artikel jurnal sebanyak 67 publikasi, diikuti oleh makalah konferensi dengan jumlah 50. Sementara itu, jenis literatur lain seperti tinjauan (10 publikasi), buku (1 publikasi), dan bab buku (1 publikasi) masih sangat terbatas. Dominasi artikel jurnal dan prosiding konferensi menunjukkan bahwa topik ini lebih banyak dipublikasikan dalam bentuk penelitian asli dan forum akademik yang menekankan hasil penelitian empiris terbaru. Hal ini juga mencerminkan sifat dinamis penelitian pendidikan, yang terus beradaptasi dengan tantangan pembelajaran kontemporer (Bennett et al, 1984).

Sebaliknya, rendahnya jumlah publikasi dalam bentuk tinjauan maupun buku mengindikasikan masih terbatasnya upaya komprehensif dalam menyusun sintesis teoritis maupun kompilasi praktik terbaik. Padahal, jenis publikasi tersebut sangat penting untuk memberikan landasan teoritis yang kuat serta referensi jangka panjang bagi pengembangan praktik pembelajaran dan penelitian lebih lanjut (Boote & Beile, 2005). Oleh karena itu, terdapat peluang besar bagi para peneliti untuk mengisi kesenjangan ini melalui penulisan tinjauan sistematis, *state of the art paper*, maupun buku teks yang secara khusus membahas integrasi PBL ke dalam pembelajaran instrumen optik.

Analisis Visualisasi Kepadatan Kata Kunci (Heatmap Visualization)

Analisis bibliometrik tidak hanya memberikan gambaran kuantitatif jumlah publikasi, tetapi juga memungkinkan identifikasi keterkaitan antarkata kunci melalui visualisasi jaringan. Dengan bantuan perangkat lunak VOSviewer, peta kata kunci dapat menunjukkan fokus riset, kepadatan tema, serta arah pengembangan penelitian pada bidang tertentu. Gambar 6 menyajikan *heatmap* hasil analisis VOSviewer yang menggambarkan persebaran dan kepadatan kata kunci dalam literatur terkait *Problem-Based Learning (PBL)* pada materi alat optik.



Gambar 6. Heatmap (Density Visualization)

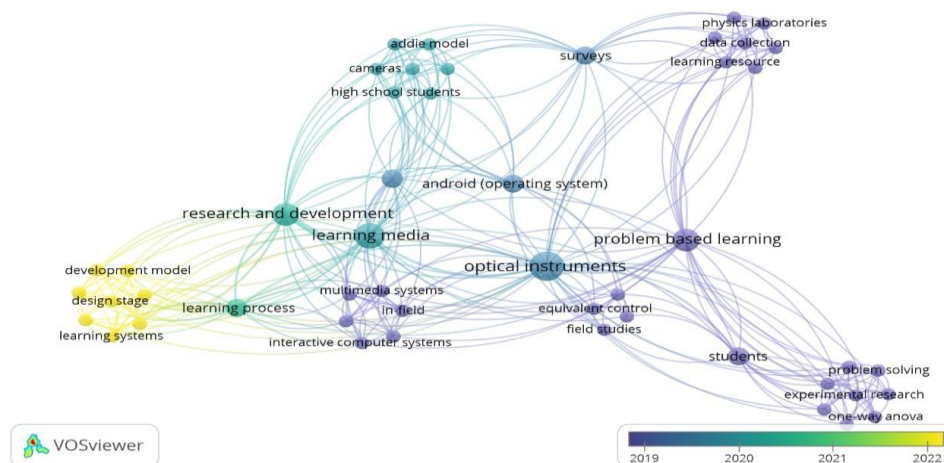
Visualisasi ini memperlihatkan bahwa kata kunci learning media, research & development, problem-based learning, dan optical instruments muncul dengan intensitas warna kuning yang dominan. Hal ini menandakan bahwa penelitian di bidang ini banyak berfokus pada pengembangan media pembelajaran berbasis PBL untuk menjelaskan konsep-konsep optik. Sementara itu, kemunculan kata kunci seperti experimental research, problem solving, dan one-way ANOVA juga cukup terang, yang mengindikasikan adanya peningkatan minat dalam penggunaan pendekatan kuantitatif untuk menguji efektivitas pembelajaran (Astutik & Jauhariyah, 2021).

Selain itu, kata kunci development model, ADDIE, dan learning systems menunjukkan pentingnya tahapan perancangan media pembelajaran, khususnya pada konteks pendidikan menengah (high school students). Di sisi lain, kemunculan kata seperti data collection, physics laboratories, dan learning resource menggarisbawahi bahwa eksperimen laboratorium serta sumber belajar fisika tetap menjadi komponen penting dalam mendukung implementasi PBL secara nyata.

Secara keseluruhan, peta ini memperlihatkan bahwa penelitian terkini tidak hanya terfokus pada inovasi pengembangan media, tetapi juga mulai memperluas ruang lingkupnya ke arah evaluasi efektivitas melalui instrumen penelitian yang valid dan terukur. Temuan ini menegaskan bahwa upaya memperkuat keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika semakin mendapat perhatian serius.

Analisis Visualisasi Temporal Kata Kunci (Overlay Analisis Visualization)

Selain *heatmap visualization*, analisis bibliometrik juga dapat ditampilkan dalam bentuk *overlay visualization* yang menunjukkan dinamika temporal dari fokus penelitian. Visualisasi ini penting karena memberikan gambaran bagaimana perkembangan topik penelitian bergeser dari waktu ke waktu, serta kata kunci apa saja yang mendominasi pada periode tertentu. Dengan menggunakan VOSviewer, peneliti tidak hanya dapat melihat hubungan antarkata kunci dalam suatu kluster, tetapi juga mengidentifikasi istilah yang paling sering digunakan pada periode terbaru (Delpia et al, 2024). Gambar 7 menampilkan hasil *overlay visualization* dari kata kunci penelitian terkait *Problem-Based Learning (PBL)* dalam pembelajaran optik.



Gambar 7. Overlay Visualization (Berdasarkan Tahun Publikasi)

Dalam visualisasi ini, semakin cerah warna kuning dan semakin besar ukuran lingkaran maka semakin tinggi intensitas kemunculan kata kunci, yang menandakan tema tersebut lebih dominan pada periode terbaru. Sebaliknya, warna yang lebih tua (biru-hijau) menunjukkan tema-tema awal yang banyak digunakan pada tahun-tahun sebelumnya (Patty et al, 2023). Terlihat bahwa sejak 2019 hingga awal 2021, kata kunci seperti research & development, learning systems, dan learning process menjadi titik awal yang dominan. Tema-tema ini merefleksikan fase eksplorasi awal yang berfokus pada desain dan pengembangan media serta sistem pembelajaran, terutama dalam konteks fisika.

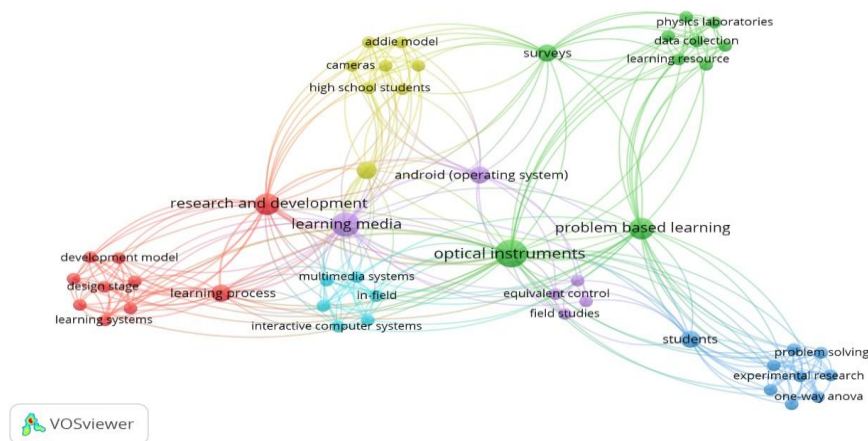
Namun, dalam dua tahun terakhir terjadi pergeseran fokus signifikan ke arah pendekatan kuantitatif dan evaluatif. Hal ini ditunjukkan dengan dominasi warna kuning pada kata kunci problem solving, experimental research, dan one-way ANOVA. Perkembangan ini menunjukkan bahwa peneliti tidak lagi hanya berfokus pada pengembangan produk pembelajaran, tetapi juga mulai menekankan pengukuran dampak dan efektivitas implementasi PBL terhadap capaian belajar. Selain itu, kemunculan kata students yang terhubung dengan

problem solving menandakan adanya penekanan penelitian pada peran aktif peserta didik sebagai subjek kognitif, bukan sekadar objek penerima materi.

Fenomena ini mengindikasikan bahwa arah riset mulai beralih dari pendekatan deskriptif-kualitatif menuju pendekatan empiris-kuantitatif, yang memberikan validasi lebih kuat terhadap efektivitas PBL. Ke depan, hal ini membuka ruang penelitian lanjutan yang tidak hanya mengevaluasi capaian kognitif, tetapi juga menelaah proses argumentasi, refleksi, dan diskusi yang muncul dalam pembelajaran berbasis masalah.

Analisis Visualisasi Kluster Kata Kunci (Cluster Network Visualization)

Analisis bibliometrik dengan metode co-occurrence juga dapat divisualisasikan dalam bentuk cluster visualization untuk memetakan hubungan antar kata kunci berdasarkan kemunculan bersamaan dalam literatur. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi tema-tema penelitian yang membentuk kelompok tertentu serta memperlihatkan keterkaitan antarkluster. Hasil analisis menunjukkan adanya pengelompokan yang lebih majemuk yang dapat dipetakan ke dalam beberapa kluster utama (Rahmawati et al, 2022). Gambar 8 berikut menampilkan *cluster visualization* kata kunci penelitian terkait *Problem-Based Learning (PBL)* dalam pembelajaran alat optik.



Gambar 8. Cluster Visualization (Network Map)

Pada visualisasi tersebut, setiap warna mewakili satu kluster tematik yang saling terhubung tetapi memiliki fokus kajian tersendiri. Setidaknya terdapat enam kluster utama yang dapat diidentifikasi. Kluster merah berisi kata kunci seperti *research & development*, *learning systems*, *development model*, dan *design stage*, yang menekankan pada proses pengembangan dan perancangan media atau sistem pembelajaran. Kluster ini merepresentasikan pendekatan *engineering education* yang berorientasi pada inovasi produk pendidikan. Kluster hijau berpusat pada kata kunci *problem based learning*, *optical instruments*, *physics laboratories*, dan *data collection*. Fokus kluster ini adalah implementasi PBL dalam konteks pembelajaran optik, dengan keterlibatan siswa melalui eksperimen dan praktik laboratorium.

Selanjutnya, kluster biru mencakup kata kunci seperti *experimental research*, *problem solving*, *students*, dan *one-way ANOVA*. Kluster ini menekankan pada pendekatan evaluatif dan kuantitatif untuk mengukur efektivitas PBL terhadap capaian belajar siswa. Kluster ungu terdiri atas kata kunci *android (operating system)*, *interactive computer systems*, dan *learning media*, yang menunjukkan peran teknologi dan TIK sebagai pendukung utama dalam pembelajaran berbasis masalah. Kluster kuning mengelompokkan istilah seperti *ADDIE model*, *high school students*, dan *surveys*, yang menunjukkan penerapan model pengembangan pembelajaran sekaligus uji coba lapangan (field testing) di tingkat pendidikan menengah.

Selain itu, ukuran lingkaran pada setiap kata kunci dalam visualisasi menunjukkan frekuensi penggunaannya dalam publikasi. Semakin besar lingkaran, semakin tinggi intensitas kemunculan kata kunci tersebut, sedangkan ukuran yang sama menandakan frekuensi yang relatif setara (Tsalist & Habibulloh, 2023). Dengan demikian, visualisasi ini mengungkap struktur konseptual penelitian PBL dalam pembelajaran optik, dimulai dari tahap desain, dikembangkan dengan dukungan teknologi, hingga diuji efektivitasnya melalui pendekatan eksperimental pada peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian PBL dalam konteks optik tidak hanya bersifat inovatif, tetapi juga berkembang ke arah yang lebih sistematis dan berbasis data.

KESIMPULAN

Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa kajian mengenai penerapan Problem-Based Learning (PBL) dalam topik pembelajaran alat optik mengalami pertumbuhan yang cukup pesat selama periode 2019 hingga 2025. Lonjakan publikasi yang cukup mencolok pada tahun 2022 dan 2023 menandakan adanya peningkatan minat terhadap pendekatan pembelajaran yang aktif, terutama sebagai respons terhadap tantangan pembelajaran pascapandemi. Arah penelitian banyak menyoroti pengembangan media pembelajaran yang berbasis konteks nyata, yang terlihat dari dominasi kata kunci seperti learning media, research & development, dan optical instruments. Selain itu, terdapat pergeseran pendekatan penelitian dari sifat deskriptif menuju kuantitatif-eksperimental, tercermin dari semakin seringnya penggunaan metode seperti problem solving dan one-way ANOVA dalam mengevaluasi efektivitas PBL. Meski demikian, masih terdapat celah dalam integrasi antara PBL dan materi alat optik, terutama dalam konteks lintas disiplin dan pemanfaatan teknologi berbasis kecerdasan buatan. Hasil pemetaan visual menggunakan VOSviewer mengungkapkan adanya struktur konseptual yang cukup terorganisir, dimulai dari proses desain dan pengembangan, integrasi teknologi, hingga pengujian implementasi di lapangan. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa penelitian PBL pada materi alat optik tidak hanya berkembang dari sisi jumlah, tetapi juga mengalami pendalaman dari aspek tema dan pendekatan, serta memberikan peluang besar untuk mendorong literasi sains dan keterampilan abad ke-21 dalam pendidikan fisika.

KONTRIBUSI PENULIS

Oktamia Ramadhani: Conceptualization, Methodology, Writing - Original Draft, dan Writing - Review & Editing; **Anting Jelita:** Conceptualization, Methodology, Writing - Original Draft, dan Writing - Review & Editing; **Waladah Izah Karomah:** Conceptualization, Methodology, Writing - Original Draft, dan Writing - Review & Editing; **Septya Diva Lutfiah:** Conceptualization, Methodology, Writing – Original Draft, dan Writing - Review & Editing; **Najida Rahmaniah Ahmad:** Conceptualization, Methodology, Writing –Original Draft, Writing – Review & Editing, dan Project Administration; **Ahmad Abtokhi:** Validation dan Supervision; serta **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 mempengaruhi 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. Secara khusus, ChatGPT digunakan untuk brainstorming 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

- Aprina, E.A., Fatmawati, E., & Suhardi, A. (2024). Penerapan model problem based learning untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis pada muatan IPA sekolah dasar, *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(1), 981-990. DOI: <https://doi.org/10.58230/27454312.496>.
- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetric*, 11(4), 959–975. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
- Astutik, R.D. & Jauhariyah, M.N.R. (2021). Studi meta analisis problem based learning dalam pembelajaran fisika. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 7(1), 159–168. DOI: <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4525>.
- Belland, B.R., Walker, A.E., Kim, N.J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344. DOI: <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>.

- Bennett, N., Borg, W.R., & Gall, M.D. (1984). Educational research: An introduction. *British Journal of Educational Studies*, **32**(3), 274. DOI: <https://doi.org/10.2307/3121583>.
- Boote, D.N. & Beile, P. (2005). Scholars before researchers: On the centrality of the dissertation literature review in research preparation. *Educational Researcher*, **34**(6), 3–15. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X034006003>.
- Daulay, K.R. & Surya, E. (2018). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan kemandirian belajar siswa SMP Negeri 1 Pekubuan. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/325396503>.
- Delpia, P., Hadiati, S., & Sukadi, E. (2024). Analisis bibliometrik perkembangan penelitian artificial intelligence, augmented reality dan virtual reality di bidang pendidikan fisika. *Social, Humanities, & Educational Studies (SHES): Conference Series*, **7**(3), 2208–2213. DOI: <https://doi.org/10.20961/shes.v7i3.92662>.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, **13**(5), 533–568. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7).
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview & guidelines. *Journal of Business Research*, **133**, 285–296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Ellegaard, O. & Wallin, J.A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, **105**(3), 1809–1831. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review & bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, **162**, 101–114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-based learning: What & how do students learn? *Educational Psychology Review*, **16**(3), 235–266. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
- Jordan, M.I. & Mitchell, T.M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, & prospects. *Science*, **349**(6245), 255–260. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, **521**(7553), 436–444. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- Loyens, S.M.M., Magda, J., & Rikers, R.M.J.P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning & its relationships with self-regulated learning. *Education Psychology Review*, **20**(4), 411–427. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9082-7>.
- Patty, E.N.S., Iriyani, S.A., Irhas, I., & Suluh, M. (2023). Menggunakan aplikasi vosviewer untuk analisis penilaian pembelajaran fisika. *Varied Knowledge Journal*, **1**(1), 35–45. DOI: <https://doi.org/10.64070/vkj.v1i1.10>.
- Rahmawati, Y., Febriyana, M.M., Bhakti, Y.B., Astuti, I.A.D., & Suendarti, M. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis game edukasi: Analisis bibliometrik menggunakan software VOSViewer (2017-2022). *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, **13**(2), 257–266. DOI: <http://dx.doi.org/10.26877/jp2f.v13i2.13170>.
- Redish E.F. (2003). *Teaching physics with the physics suit*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Saavedra, A.R. & Opfer, V.D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappa*, **94**(2), 8–13. DOI: <https://doi.org/10.1177/003172171209400203>.
- Thomas, J.W. (2020). *A review of research on project based learning*. San Rafael, California: The Autodesk Foundation.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco: Jossey Bass.
- Tsalist, S.L. & Habibullo, M. (2023). Analisis bibliometrik penggunaan e-learning moodle dalam pembelajaran fisika. *Proceedings of the Universitas Negeri Surabaya Physics Seminar*, **7**, 18–25. Retrieved from: <https://proceeding.unesa.ac.id/index.php/snf/article/view/4394>.
- van Eck, N.J. & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, **84**(2), 523–538. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, **16**(1), 39. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.