

Unveiling the problem based learning approach in developing interactive digital physics modules (2014-2024): A bibliometric analysis

Assyifa Qolbiyah, Agus Setyo Budi, Firmanul Catur Wibowo

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi X) & International Physics Conference (IPC)
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
9 November 2024

Abstract

This study aimed to explore the identification of research topics regarding interactive digital physics modules and Problem Based Learning (PBL) by analyzing 541 articles from the Scopus database published from 2014 to 2024. The primary objective was to reveal significant trends in the development of interactive digital physics modules based on PBL through bibliometric analysis using Bibliometrix R software. The results indicated a notable increase in annual publications, with China leading in citations (614), followed by the United States of America (293) and Korea (131). Additionally, 56 countries contributed to the research, with China dominating corresponding authorship with 181 articles. Key affiliations included the University of Limerick and Tsinghua University, while most relevant sources included Lecture Notes of The Institute for Computer Sciences, ACM International Conference Proceeding Series, and ASEE Annual Conference and Exposition. The analysis of keywords revealed a strong emphasis on terms related to e-learning, students, and teaching, highlighting the integration of technology and pedagogy in education. Overall, the findings provide a comprehensive overview of global research trends in interactive digital physics modules and PBL, suggesting opportunities for further innovative developments in physics education.

Keywords: Interactive Digital Modules · Problem Based Learning · Physics · Bibliometric

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu pilar utama dalam mewujudkan pembangunan yang berkualitas (Larasati & Rindaningsih, 2024). Sebagai upaya yang sistematis dan sadar, pendidikan bertujuan untuk mengembangkan potensi individu, sehingga mampu berperan optimal dalam kehidupan bermasyarakat (Ziervogel, Enqvist, Metelerkamp, & Breda, 2021). Melalui pembelajaran akademis, individu tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mengasah kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif, yang menjadi hal penting dalam perkembangan Pendidikan yang berkelanjutan (Falloon, 2024). Fisika adalah salah satu bidang krusial dalam membentuk generasi yang berdaya saing dan bermartabat, fisika sering dianggap sebagai hal menantang oleh peserta didik (Badmus & Jita, 2024). Banyak peserta didik yang kesulitan memahami prinsip-prinsip dasar (Setyabudi, Wibowo, & Susanti, 2024), yang menyebabkan rendahnya keterlibatan dan motivasi peserta didik dalam mempelajari fisika

✉ Assyifa Qolbiyah Agus Setyo Budi Firmanul Catur Wibowo
assyifaqolbiyah3@gmail.com agussb1963@gmail.com fcwibowo@unj.ac.id

Universitas Negeri Jakarta. Jakarta, Indonesia

How to Cite: Qolbiyah, A., Budi, A. S., & Wibowo, F. C. (2024). Unveiling the problem-based learning approach in developing interactive digital physics modules (2014-2024): A bibliometric analysis. *Prosiding Seminar Nasional Fisika & International Physics Conference*, 3(1), 235-248.
<https://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi/>

(Sankar & Benjamin, 2023). Metode pengajaran tradisional, yang cenderung berpusat pada guru dan sangat bergantung pada hafalan, belum sepenuhnya efektif, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih menarik dan relevan dengan pengalaman dunia nyata peserta didik (Ghaleb, 2024).

Salah satu pendekatan pedagogis yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik terhadap konsep yang kompleks adalah Problem Based Learning (PBL) (Jumriani, 2024). PBL memfasilitasi eksplorasi dan penyelesaian masalah dunia nyata, sehingga memungkinkan peserta didik membangun pemahaman yang lebih mendalam dan relevan (López-Jiménez, Gil-Duque, & Garces-Gomez, 2021). Dengan fokus pada masalah, PBL mendorong peserta didik tidak hanya memecahkan masalah, tetapi juga memahami pengetahuan ilmiah yang mendasarinya (Ardiansyah, Putra, & Nikitina, 2024).

Di abad ke-21, penyebaran teknologi digital dan kebutuhan akan keterampilan digital semakin mendesak (Laar, Deursen, Dijk, & Haan, 2020). Kemajuan teknologi dan informasi mendorong manusia menghadapi perubahan, termasuk dibidang Pendidikan (Rahmawati, Santoso, & Asih, 2022). Seiring dengan perkembangan teknologi, metode pengajaran tradisional semakin bergeser ke arah penggunaan teknologi. Dalam konteks ini, guru perlu beradaptasi (Rahimi & Oh, 2024) dalam menyusun bahan ajar yang relevan bagi peserta didik (Widya, Maielfi, & Alfiyandri, 2021). Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan modul digital interaktif (Arifin, Zurweni, & Habibi, 2024), yang memungkinkan pembelajaran yang lebih adaptif (Hussein & Al-Chalabi, 2020) dan responsif serta dapat disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik (El Sabagh, 2021). Modul digital adalah bahan ajar yang memungkinkan peserta didik untuk belajar mandiri, kapan saja, dan dimana saja (Meyputri, Budi, & Wibowo, 2024). Selain itu, modul digital interaktif berbasis PBL menawarkan visualisasi dinamis konsep fisika dan mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis serta pemecahan masalah. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan modul digital interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar dan kinerja akademis peserta didik, khususnya dalam mata pelajaran yang kompleks seperti fisika (Serrano, Dea-Ayuela, Gonzalez-Burgos, Serrano-Gil, & Lalatsa, 2019).

Meskipun pembelajaran interaktif semakin banyak digunakan, terdapat kesenjangan dalam penelitian yang secara khusus mengeksplorasi tren dan perkembangan PBL dalam konteks modul digital interaktif. Sebagian besar studi empiris lebih berfokus pada pengembangan umum modul digital, tanpa mendalami PBL sebagai pendekatan yang menyeluruh. Pengembangan modul digital interaktif yang efektif yang menggabungkan PBL memerlukan waktu, upaya, dan sumber daya yang signifikan. Desain modul harus melibatkan peserta didik dalam aktivitas pemecahan masalah yang relevan dengan dunia nyata (Ozer & Dogan, 2024). Selain itu, penerapan PBL dalam modul digital fisika interaktif belum diadopsi secara luas di seluruh sekolah, sehingga penelitian mengenai efektivitasnya masih terbatas.

Penelitian sebelumnya mengenai pembelajaran interaktif digital telah menunjukkan peningkatan keterlibatan peserta didik dan kinerja akademis, terutama dalam mata pelajaran yang kompleks seperti fisika. Namun, sebagian besar penelitian belum secara eksplisit berfokus pada PBL sebagai komponen inti. Selain itu, penelitian PBL cenderung berorientasi pada pengaturan kelas tradisional, mengakibatkan kurangnya analisis mengenai integrasi PBL dalam konteks modul digital. Tantangan dalam memahami konsep fisika yang kompleks, seperti dalam materi mekanika (Koerfer & Gregorcic, 2024), menunjukkan perlunya strategi

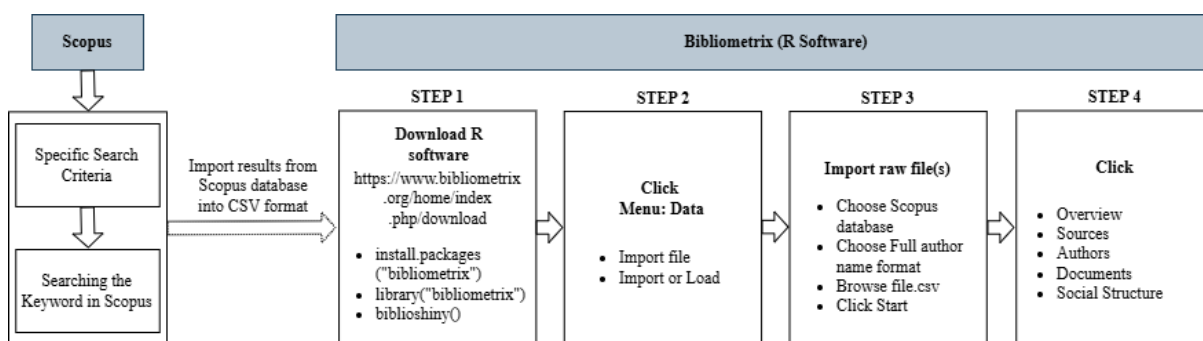
pengajaran yang lebih efektif. Modul digital fisika interaktif berbasis PBL dirancang untuk mendorong keterlibatan peserta didik melalui pemecahan masalah dunia nyata yang relevan (Hidayati, Zubaidah, & Amnah, 2023). Kondisi ini menekankan pentingnya analisis bibliometrik untuk mengeksplorasi tren dan praktik terbaik dalam pengembangan modul digital interaktif berbasis PBL sebagai alat untuk meningkatkan pembelajaran fisika. Analisis bibliometrik menyediakan metode yang kuat untuk secara sistematis meneliti tren dalam penelitian akademis, serta memberikan wawasan tentang publikasi relevan, penulis berpengaruh, dan topik atau area studi yang sedang berkembang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pola, tren, dan dinamika dalam pengembangan modul digital interaktif berbasis PBL dengan menggunakan metode analisis bibliometrik. Analisis ini mencakup berbagai indikator bibliometrik untuk mengidentifikasi negara, lembaga, sumber, dan penulis yang paling berpengaruh dalam pengembangan modul digital interaktif berbasis PBL selama 10 tahun terakhir (2014-2024). Hasilnya diharapkan dapat memberikan wawasan komprehensif bagi pemangku kepentingan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika melalui optimalisasi modul digital interaktif berbasis PBL di era digital, serta menemukan tren penelitian, keterbaruan, dan memberikan perspektif baru sebagai referensi untuk penelitian pengembangan modul digital fisika interaktif di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis bibliometrik dari basis data Scopus, yang dianalisis menggunakan perangkat lunak R (Aziz, Wibowo, & Nasbey, 2024). Perangkat lunak statistik yang digunakan untuk analisis bibliometrik dan sitasi ini digunakan untuk mencapai tujuan penelitian (Passas, 2024). Metode kuantitatif memungkinkan pengolahan sejumlah besar data secara efisien. Dalam konteks penelitian ini, metode kuantitatif digunakan untuk melakukan meta-analisis (Carney, Gedajlovic, Heugens, Essen, & Oosterhout, 2011) yang melibatkan pengumpulan dan analisis bukti empiris. Meta-analisis juga menggunakan pemetaan sains untuk memberikan representasi visual dari topik-topik dan keterkaitannya dalam objek studi (Pacaci, Ustun, & Ozdemir, 2023). Dalam hal ini, pemetaan sains adalah representasi grafis yang menunjukkan keterkaitan antara bidang pengetahuan dan dokumen (Rojas-Sánchez, Palos-Sánchez, & Folgado-Fernández, 2023). Metode bibliometrik dalam penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menganalisis tren terkini PBL dalam pengembangan modul digital fisika interaktif.

Sebagai salah satu penyedia basis data bibliometrik terbesar di dunia (Baas, Schotten, Plume, Côté, & Karimi, 2020), Scopus digunakan untuk menghimpun dan menyajikan data mengenai modul digital dan PBL. Dalam penelitian ini, perangkat lunak R digunakan untuk memvisualisasikan jaringan bibliometrik berdasarkan data yang diimport dari Scopus (Caputo & Kargina, 2022).

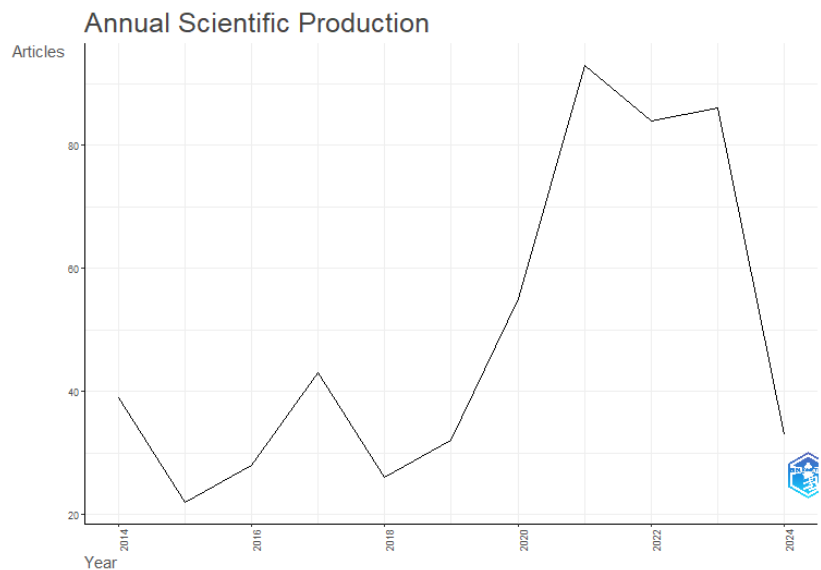


Gambar 1. Desain Analisis Bibliometrik dengan Perangkat Lunak R

Pada gambar 1, rancangan proses analisis bibliometrik diawali dengan dua tahap, yaitu tahap pengumpulan data dari basis data Scopus dan pengolahan data dengan menggunakan Bibliometrix R Software. Tahap pertama pengumpulan data dari basis data Scopus dilakukan dengan mengakses <https://www.scopus.com/> dan memasukkan kriteria pencarian khusus. Langkah berikutnya adalah mencari kata kunci yang relevan di Scopus (Wibowo, Darman, Guntara, & Nulhakim, 2024). Setelah itu, hasil pencarian dari basis data Scopus diimport ke dalam format CSV untuk analisis lebih lanjut. Tahap kedua adalah dengan menggunakan Bibliometrix R Software, dimulai dengan langkah pertama mengunduh perangkat lunak R pada laman <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/download>. Setelah itu, buka perangkat lunak R ketikkan perintah secara berurutan: `install.packages("bibliometrix")`, kemudian `library("bibliometrix")`, lalu `biblioshiny()` untuk menjalankan aplikasi. Langkah kedua, yaitu klik menu, pilih “data”, kemudian pilih “import file”, lalu import atau muat file data. Langkah ketiga, yaitu import file mentah dengan memilih basis data Scopus, lalu cari file.csv yang telah diunduh dan klik “Start”. Langkah terakhir adalah pada bagian Overview klik *Annual Scientific Production*. Bagian Sources klik *Most Relevant Sources*, bagian Authors klik *Most Relevant Affiliations*, *Corresponding Author's Countries*, dan *Most Cited Countries*. Pada bagian Documents, klik *Most Global Cited Documents* dan *WordCloud*, lalu bagian Social Structure klik *Countries' Collaboration World Map* untuk memvisualisasikan data. Hasil akhirnya akan menampilkan visualisasi proses pembentukan gambar.

Tren Publikasi Global

Tren global publikasi terkait pengembangan modul digital interaktif berbasis PBL dari tahun 2014 hingga 2024 mengalami fluktuasi yang signifikan. Total 541 artikel dipublikasikan dalam rentang waktu tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Sumbu horizontal (x-axis) mencerminkan tahun, mulai dari 2014 hingga 2024, sementara sumbu vertikal (y-axis) menunjukkan jumlah artikel yang dipublikasikan.



Gambar 2. Produksi Ilmiah Tahunan Modul Digital Interaktif berbasis PBL

Data menunjukkan bahwa pada awal periode, antara 2014 hingga 2018, jumlah publikasi relatif stabil dengan kisaran 20 hingga 40 artikel per tahun, dapat diartikan bahwa topik ini belum begitu populer atau berada dalam tahap awal. Namun, sejak 2019, terjadi peningkatan yang signifikan dengan 32 artikel yang dipublikasikan, dan puncak jumlah publikasi tercatat pada 2021 dengan 93 artikel, yang kemungkinan besar didorong oleh perubahan dalam sistem pendidikan selama pandemi COVID-19, ketika adopsi teknologi digital dan pembelajaran jarak jauh menjadi sangat mendesak. Setelah pandemi, minat terhadap topik ini tetap tinggi, terbukti dari jumlah artikel yang terus stabil di atas 80 per tahun pada 2022 dan 2023. Sementara itu, data untuk tahun 2024 menunjukkan penurunan dengan hanya 33 artikel yang dipublikasikan, dengan potensi untuk bertambah seiring waktu.

Artikel Paling Banyak Dikutip

Tabel 1 menampilkan 10 artikel teratas yang paling banyak dikutip secara global dalam hasil penelusuran basis data Scopus dari tahun 2014 hingga 2024 terkait pengembangan modul digital interaktif berbasis PBL. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren dan inovasi utama dalam pengembangan modul digital interaktif yang dapat meningkatkan pengalaman belajar, keterlibatan peserta didik, serta penerapan teknologi dalam Pendidikan.

Tabel 1. 10 Artikel Teratas yang Paling Banyak Dikutip dalam Hasil Penelusuran Scopus

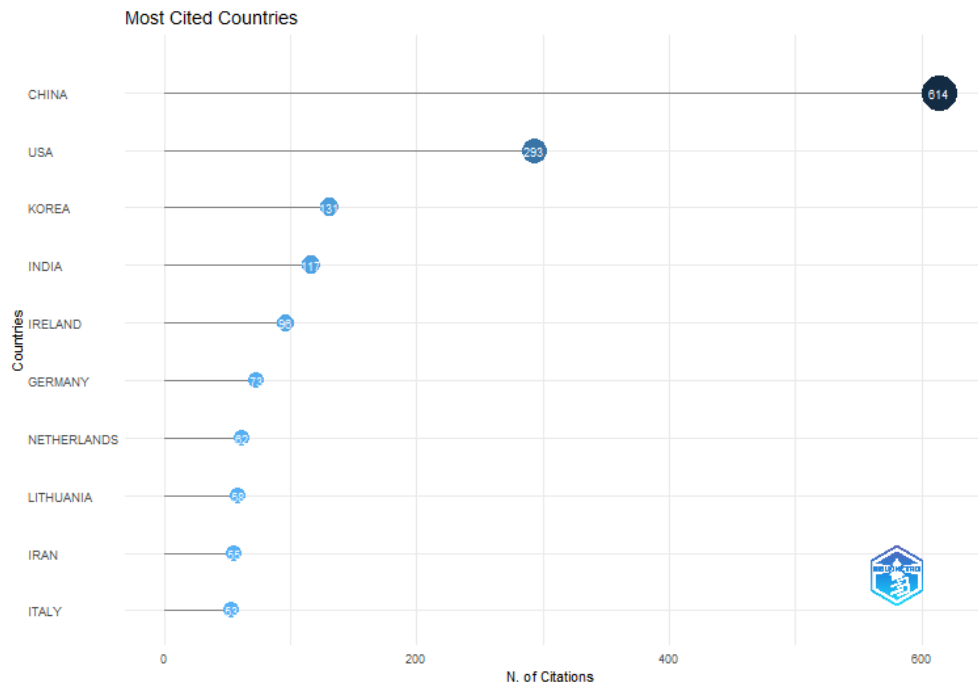
No.	Nama Penulis, Tahun, Jurnal	Hasil	Jumlah Kutipan
1.	El-Seoud, Taj-Eddin, Seddiek, El-Khouly, & Nosseir, 2014, Int J Emerg Technol Learn	Platform e-learning dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.	150
2.	Pedro, Le, & Park, 2016, J Prof Issues Eng Educ Pract	Sistem pendidikan keselamatan virtual dapat meningkatkan pengetahuan keselamatan dan kemampuan identifikasi bahaya.	126
3.	Chis, Moldovan, Murphy, Pathak, & Muntean, 2018, Educational Technology and Society	Pendekatan Flipped Classroom dan Problem Based Learning (PBL) efektif meningkatkan pengetahuan peserta didik.	75
4.	Banu, R, M, & R, 2020, Procedia Comput Sci	Integrasi IoT dan Cloud untuk meningkatkan metode pengajaran dan efisiensi kelas.	66

No.	Nama Penulis, Tahun, Jurnal	Hasil	Jumlah Kutipan
5.	Kurilovas, Zilinskiene, & Dagiene, 2014, Comput Hum Behav	Pengembangan modul e-learning sesuai dengan preferensi peserta didik.	58
6.	Fung, 2015, Laryngoscope	Pengembangan metode pengajaran inovatif seperti e-learning sangat penting untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan.	53
7.	Dayarathna, Karam, Jaradat, & Hamilton, 2020, Int J Eng Educ	Modul digital berbasis realitas virtual (VR) meningkatkan motivasi belajar.	51
8.	Zhou, Wang, & Sun, 2020, AAAI Conf Artif Intell	Mengembangkan modul online untuk meningkatkan pelacakan objek visual.	50
9.	Lei, Yang, Yang, & Que, 2020, IEEE Trans Broadcast	Pemilihan mode transmisi cerdas berbasis pembelajaran mesin dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas layanan siaran VR.	45
10.	Peine, Kabino, & Spreckelsen, 2016, BMC Med Educ	Pendekatan pembelajaran dinamis membantu meningkatkan modul e-learning sesuai dengan perilaku peserta didik.	44

Artikel yang paling banyak dikutip pertama adalah El-Seoud, Taj-Eddin, Seddiek, El-Khouly, & Nosseir (2014) yang dipublikasikan di Int J Emerg Technol Learn, dengan jumlah kutipan sebanyak 150. Setiap artikel menyajikan temuan terkait teknologi pendidikan, metodologi, dan alat pembelajaran yang penting dalam kaitannya dengan tren perkembangan modul digital, terutama dalam konteks PBL. Setiap artikel ini mencerminkan berbagai aspek dari tren yang lebih luas menuju integrasi teknologi dan strategi pembelajaran inovatif dalam konteks pendidikan. Penelitian ini sejalan dengan fokus artikel mengenai modul digital interaktif berbasis PBL untuk pembelajaran fisika. Tren yang ditemukan menunjukkan bahwa teknologi dapat meningkatkan motivasi peserta didik, mendukung pembelajaran berbasis masalah, dan beradaptasi dengan preferensi dan kebutuhan belajar peserta didik, yang sangat penting dalam merancang modul pembelajaran interaktif dan adaptif.

Negara dengan Jumlah Kutipan Terbanyak

Gambar 3 menampilkan negara dengan jumlah kutipan terbanyak terkait modul digital dan PBL. Dari analisis, terlihat bahwa China mendominasi publikasi dengan total 614 kutipan, diikuti oleh Amerika Serikat dengan 293 kutipan. Korea mencatat 131 kutipan, sementara India dan Irlandia masing-masing mendapatkan 117 dan 96 kutipan. Negara-negara Eropa seperti Jerman (73 kutipan), Belanda (62 kutipan), Lithuania (58 kutipan), Iran (55 kutipan), dan Italia (53 kutipan) juga menunjukkan kontribusi yang signifikan. Data ini mengindikasikan distribusi penelitian yang luas dalam bidang pendidikan inovatif ini secara global.



Gambar 3. Negara dengan Jumlah Kutipan Terbanyak

Negara Penulis Korespondensi

Sebanyak 56 negara atau wilayah telah berkontribusi dalam publikasi modul digital berbasis PBL. Tabel 2 menunjukkan 10 negara penulis korespondensi dengan China sebagai negara penulis korespondensi paling dominan, menerbitkan 181 artikel. Disusul oleh USA dengan 42 artikel, serta Jerman, United Kingdom, dan India yang masing-masing menyumbang 21, 20, dan 13 artikel. Negara-negara seperti Malaysia, Belanda, Irlandia, Italia, dan Spanyol juga turut berkontribusi, walaupun dalam jumlah yang lebih sedikit.

Tabel 2. Negara Penulis Korespondensi Teratas

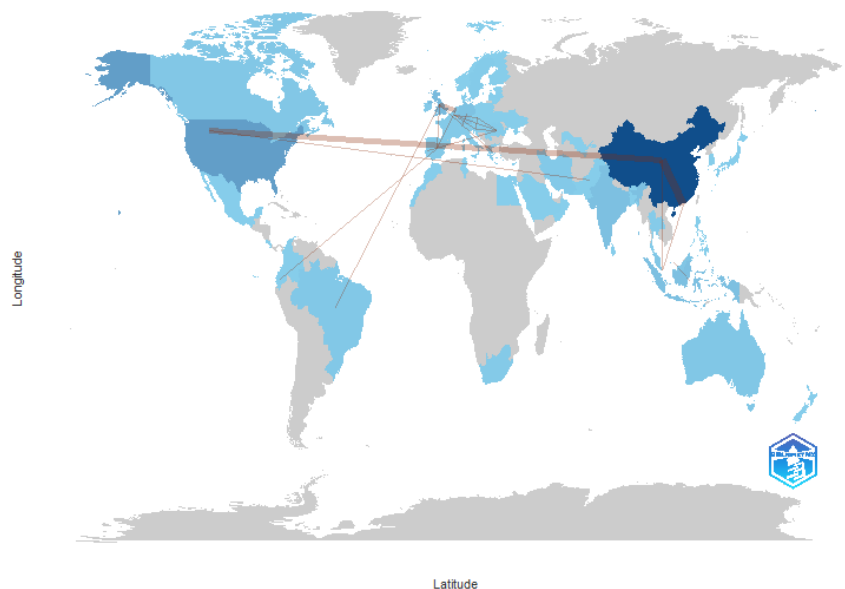
No.	Negara	Jumlah Artikel
1.	China	181
2.	USA	42
3.	Germany	21
4.	United Kingdom	20
5.	India	13
6.	Malaysia	11
7.	Netherlands	11
8.	Ireland	10
9.	Italy	9
10.	Spain	9

Keberagaman negara penulis korespondensi ini mencerminkan luasnya kolaborasi internasional, di mana berbagai negara terlibat dalam inovasi pengembangan modul digital interaktif ini, memperkaya penelitian di bidang PBL secara global.

Peta Dunia Kolaborasi

Gambar 4 peta dunia kolaborasi antar negara menunjukkan distribusi kolaborasi internasional dalam pengembangan modul digital berbasis PBL. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar interaksi bersifat bilateral, dengan China menjadi salah satu pusat utama yang berkolaborasi dengan berbagai negara seperti USA, Hong Kong, India, dan Inggris. Negara-negara lain seperti

Australia, Belgia, Jerman, dan Portugal juga terlibat dalam kolaborasi lintas negara, menunjukkan keterlibatan global yang signifikan. Kolaborasi internasional yang tercermin dalam peta ini menggambarkan bahwa pengembangan modul digital berbasis PBL adalah masalah global yang melibatkan banyak pihak.



Gambar 4. Peta Dunia Kolaborasi antar Negara

Afiliasi Paling Relevan

Tabel 3 menunjukkan 10 afiliasi yang paling relevan dalam publikasi modul digital berbasis PBL, yang didominasi oleh institusi-institusi ternama dari berbagai negara. University of Limerick menempati posisi teratas dengan 14 artikel, menunjukkan kontribusi yang signifikan dalam penelitian ini, diikuti oleh Tsinghua University dan Beijing University of Posts and Telecommunications dengan masing-masing 12 dan 11 artikel. Selain itu, Huazhong University of Science and Technology dan Shanghai Jiao Tong University juga menduduki posisi penting, menandakan bahwa China adalah pusat utama inovasi dalam bidang ini. Di kawasan Asia Tenggara, Universiti Teknologi Malaysia menonjol dengan 9 artikel. Sementara itu, Deakin University dan Mississippi State University, masing-masing dengan 8 artikel, menunjukkan bahwa riset dalam topik ini tersebar di berbagai benua, mencerminkan keberagaman kolaborasi dan keikutsertaan global dalam pengembangan modul digital berbasis PBL.

Tabel 3. Afiliasi Paling Relevan

No.	Institusi	Jumlah Publikasi
1.	University of Limerick	14
2.	Tsinghua University	12
3.	Beijing University of Posts and Telecommunications	11
4.	Huazhong University of Science and Technology	11
5.	Shanghai Jiao Tong University	9
6.	Universiti Teknologi Malaysia	9
7.	Deakin University	8
8.	Mississippi State University	8
9.	Northwestern Polytechnical University	8
10.	Southwest University	8

Sumber Paling Relevan

Tabel 4 berisi 10 sumber publikasi paling relevan yang menunjukkan kontribusi signifikan dari berbagai jurnal konferensi dan prosiding. Sumber-sumber ini sangat penting karena berkontribusi terhadap publikasi yang terkait dengan modul digital dan PBL. Lecture Notes of The Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST merupakan sumber terbaik dengan 20 publikasi, diikuti oleh ACM International Conference Proceeding Series dengan 19 publikasi. Berikutnya, ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings memiliki 13 publikasi, sama dengan Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) yang juga mencatat 13 publikasi. Journal of Physics: Conference Series diikuti dengan 11 publikasi. Sementara itu, Proceedings of The European Conference On E-Learning, ECEL memiliki 8 publikasi, dan International Journal of Emerging Technologies in Learning dan Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering masing-masing memiliki 7 publikasi. Terakhir, Advances in Intelligent Systems and Computing dan International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning masing-masing mencatat 6 publikasi. Secara keseluruhan, sumber-sumber ini mencerminkan keberagaman sumber dan kolaborasi interdisipliner yang dapat memperkaya pengembangan modul digital interaktif berbasis PBL. Kontribusi dominan berasal dari sumber yang berbasis di bidang informatika, teknologi, dan pendidikan, yang secara kolektif mendukung penyebaran pengetahuan dan riset mengenai penggunaan teknologi dalam pengajaran fisika dan pendidikan berbasis PBL.

Tabel 4. Sumber Paling Relevan

No.	Sumber	Jumlah Publikasi
1.	Lecture Notes of The Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST	20
2.	ACM International Conference Proceeding Series	19
3.	ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings	13
4.	Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	13
5.	Journal of Physics: Conference Series	11
6.	Proceedings of The European Conference On E-Learning, ECEL	8
7.	International Journal of Emerging Technologies in Learning	7
8.	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering	7
9.	Advances in Intelligent Systems and Computing	6
10.	International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning	6

Kata Kunci Relevan

Gambar 5 menunjukkan kata yang sering muncul, seperti *e-learning*, *student*, *teaching*, *learning systems*, dan *curricula* yang mencerminkan integrasi teknologi dan pedagogi dalam Pendidikan, dengan fokus pada pengalaman belajar peserta didik.



Gambar 5. Wordcloud Modul digital dan Problem Based Learning

Pada tabel 5, analisis kata kunci relevan menunjukkan hal signifikan terkait modul digital interaktif dan PBL selama 10 tahun terakhir. *E-Learning* menjadi kata kunci yang paling banyak muncul, dengan pertumbuhan yang konsisten dari tahun 2014 hingga 2024. Hal ini mencerminkan semakin banyak lembaga pendidikan yang mengadopsi platform daring untuk mendukung pembelajaran interaktif. Peningkatan perhatian terhadap *students* menegaskan fokus yang besar pada kebutuhan dan pengalaman peserta didik, menunjukkan bahwa modul digital harus mempertimbangkan perspektif peserta didik. *Teaching* menjadi kata kunci terbanyak ketiga, menunjukkan perlunya inovasi dalam metode pengajaran yang memfasilitasi keterlibatan peserta didik secara aktif melalui pemecahan masalah. Kata *learning systems* mencerminkan adanya pergeseran pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif, sementara kata *curricula* menunjukkan kebutuhan untuk menyesuaikan kurikulum dengan perkembangan teknologi dan metodologi baru dalam pendidikan.

Tabel 5. 10 Kata Kunci Teratas dalam 10 Tahun Terakhir

Tahun	E-Learning	Students	Teaching	Learning Systems	Curricula	Education	Engineering Education	Human	Problem Based Learning	Computer Aided Instruction
2014	27	12	13	5	1	14	1	10	7	7
2015	40	16	24	8	3	23	4	16	13	11
2016	60	29	36	11	7	35	9	18	21	17
2017	89	41	55	19	20	54	13	25	28	20
2018	108	47	63	25	23	59	15	31	33	23
2019	133	60	69	33	29	62	18	35	34	30
2020	176	69	77	45	40	68	24	45	41	34
2021	263	103	102	67	62	71	39	52	46	42
2022	338	129	115	92	75	77	56	64	52	50
2023	415	162	132	121	95	80	69	72	60	56
2024	444	171	138	133	96	81	75	73	61	58

Berdasarkan analisis kata kunci, penelitian ini berfokus pada dua orientasi utama: (1) Teknologi dalam pembelajaran interaktif, terlihat dari dominasi kata kunci seperti *e-learning*, *students*, dan *teaching*, yang menunjukkan pengaruh kuat teknologi dalam mendukung pembelajaran interaktif. (2) Pendekatan yang berpusat pada peserta didik, terlihat dari kata kunci *education*, *human*, dan *problem based learning* yang menunjukkan orientasi pada

kebutuhan manusia dan pembelajaran berbasis masalah. Kedua orientasi ini mencerminkan hubungan yang kuat antara integrasi teknologi dan pendekatan pembelajaran berbasis masalah. Modul digital interaktif berbasis PBL tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik, tetapi juga menekankan pentingnya menyesuaikan teknologi dengan kebutuhan pendidikan yang berpusat pada peserta didik. Perkembangan teknologi, seperti *e-learning* terhubung erat dengan metode pendidikan interaktif yang berbasis masalah. Ini menciptakan peluang besar untuk penelitian lebih lanjut, termasuk dalam konteks pembelajaran fisika. Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahwa pengembangan modul digital fisika interaktif berbasis PBL semakin didorong oleh tren dan kebutuhan yang berkembang dalam pendidikan. Peneliti dapat memanfaatkan tren ini untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan efektif, serta meningkatkan hasil pembelajaran di era digital.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini telah mengeksplorasi pemetaan dan pengelompokan topik penelitian mengenai modul digital fisika interaktif dan *Problem Based Learning* (PBL) dengan mendata 541 artikel dari basis data Scopus. Penggunaan perangkat lunak Bibliometrix R memungkinkan pengolahan data statistik dan memvisualisasikan hasil analisis, berfokus pada delapan aspek, yaitu *Annual Scientific Production*, *Most Relevant Sources*, *Most Relevant Affiliations*, *Corresponding Author's Countries*, *Most Cited Countries*, *Most Global Cited Documents*, *Word Cloud*, dan *Countries' Collaboration World Map*.

Analisis bibliometrik menunjukkan tren penelitian yang signifikan terkait modul digital berbasis PBL dalam dekade terakhir. Dari 541 artikel yang diolah, terlihat fluktuasi signifikan dalam publikasi tahunan, dengan pertumbuhan yang konsisten. Dalam analisis kutipan publikasi berdasarkan negara, China mendominasi dengan total 614 kutipan, diikuti oleh Amerika Serikat dengan 293 kutipan, Korea dengan 131 kutipan, serta India dan Irlandia masing-masing mendapatkan 117 dan 96 kutipan.

Selain itu, dalam analisis penulis korespondensi, 56 negara berkontribusi, dengan China muncul sebagai negara paling dominan, dengan 181 artikel, diikuti oleh Amerika Serikat dengan 42 artikel, dan negara-negara Eropa seperti Jerman, Inggris, dan India yang juga berkontribusi signifikan. Temuan ini mencerminkan keterlibatan global yang kuat, dibidang ini. Institusi terkemuka seperti University of Limerick, Tsinghua University, dan Beijing University of Posts and Telecommunications teridentifikasi sebagai afiliasi paling relevan dalam penelitian ini. Sumber publikasi teratas mencakup Lecture Notes of The Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, ACM International Conference Proceeding Series, ASEE Annual Conference and Exposition, Lecture Notes in Computer Science (termasuk subseri Lecture Notes in Artificial Intelligence dan Lecture Notes in Bioinformatics), serta Journal of Physics: Conference Series. Sumber-sumber ini menunjukkan kolaborasi interdisipliner yang dapat memperkaya pengembangan modul digital berbasis PBL. Analisis kata kunci mengungkapkan dominasi istilah yang terkait dengan pembelajaran berbasis masalah dan modul digital, seperti *e-learning*, *students*, *teaching*, *learning systems*, dan *curricula*.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran komprehensif tentang tren penelitian global di bidang modul digital dan PBL, serta mengidentifikasi peluang untuk pengembangan modul fisika yang lebih inovatif di masa mendatang. Temuan ini sejalan dengan

tujuan penelitian untuk mengungkap pola, tren, dan dinamika dalam pengembangan modul digital fisika interaktif berbasis PBL.

REFERENCES

- Ardiansyah, A. I., Putra, A. K., & Nikitina, N. (2024). Investigating Problem-Based Learning Model's Impact on High School Student's Critical Thinking Skills in Environmental Conservation Context. *Jambura Geo Education Journal*, 5(2), 87-103.
- Arifin, I., Zurweni, & Habibi, A. (2024). Development of Interactive E-modules for High School Physics Learning Based on Problem Based Learning (PBL). *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 5(1), 42-55.
- Aziz, N. R., Wibowo, F. C., & Nasbey, H. (2024). STEAM in Physics Learning Over The Last 5 Years: Bibliometric analysis. *AIP Conference Proceedings*, 3116(1).
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377-386.
- Badmus, O. T., & Jita, L. C. (2024). Physics Difficulty and Problem-solving: Exploring the Role of Mathematics and Mathematical Symbols. *Interdisciplinary Journal of Education Research*, 6, 1-14.
- Banu, J. H., R, R., M, S., & R, G. M. (2020). IoT based Cloud Integrated Smart Classroom for smart and a sustainable Campus. *Procedia Computer Science*, 172, 77-81.
- Caputo, A., & Kargina, M. (2022). A User-Friendly Method to Merge Scopus and Web of Science Data During Bibliometric Analysis. *Journal of Marketing Analytics*, 10(2), 1-7.
- Carney, M., Gedajlovic, E. R., Heugens, P. P., Essen, M. V., & Oosterhout, J. (. (2011). Business Group Affiliation, Performance, Context, and Strategy: A Meta-analysis. *Academy of Management Journal*, 54(3), 437-460.
- Chis, A. E., Moldovan, A.-N., Murphy, L., Pathak, P., & Muntean, C. H. (2018). Investigating Flipped Classroom and Problem-based Learning in a Programming Module for Computing Conversion Course. *Educational Technology & Society*, 21(4), 232-247.
- Dayarathna, V., Karam, S., Jaradat, R. M., & Hamilton, M. (2020). Assessment of the efficacy and effectiveness of virtual reality teaching module: A gender-based comparison. *International Journal of Engineering Education*, 36(6).
- El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive E-Learning Environment Based on Learning Styles and Its Impact on Development Students' Engagement. *International Journal of Educational Technology in Higer Education*, 18(53).
- El-Seoud, M. S., Taj-Eddin, I. A., Seddiek, N., El-Khouly, M. M., & Nosseir, A. (2014). E-Learning and Students' Motivation: A Research Study on the Effect of E-Learning on Higher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 9(4), 20-26.
- Falloon, G. (2024). Investigating Pedagogical, Technological and School Factors Underpinning Effective 'Critical Thinking Curricula' in K-6 Education. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 1-16.
- Fung, K. (2015). Otolaryngology-Head and Neck Surgery in Undergraduate Medical Education: Advances and Innovations. *The Laryngoscope*, 125(S2).
- Ghaleb, B. D. (2024). Effect of Exam-Focused and Teacher-Centered Education Systems on Students' Cognitive and Psychological Competencies. *International Journal of Multidisciplinary Approach Research and Science*, 2(2), 611-631.
- Hidayati, N., Zubaidah, S., & Amnah, S. (2023). Effective Learning Model Bases Problem Based Learning and Digital Mind Maps to Improve Student's Collaboration Skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(3), 1307-1314.
- Hussein, A. M., & Al-Chalabi, H. K. (2020). Pedagogical Agents in an Adaptive E-learning System. *Science and Research Journal*, 3(1), 24-30.
- Jumriani. (2024). Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(3), 254-258.

- Koerfer, E., & Gregorcic, B. (2024). Exploring Student Reasoning in Statistical Mechanics: Identifying Challenges in Problem-Solving Groups. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1), 1-23.
- Kurilovas, E., Zilinskiene, I., & Dagiene, V. (2014). Recommending suitable learning scenarios according to learners' preferences: An improved swarm based approach. *Computers in Human Behavior*, 550-557.
- Laar, E. v., Deursen, A. J., Dijk, J. A., & Haan, J. d. (2020). Determinants of 21st-Century Skills and 21st-Century Digital Skills for Workers: A Systematic Literature Review. *SAGE Open*, 10(1), 1-14.
- Larasati, N., & Rindaningsih, I. (2024). The Quality Improvement of Education: Implementation, Development, and Human Resources. *International Journal Multidisciplinary (IJMI)*, 1(1), 68-75.
- Lei, F., Yang, Z., Yang, Y., & Que, X. (2020). Smart Mode Selection Using Online Reinforcement Learning for VR Broadband Broadcasting in D2D Assisted 5G HetNets. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 99, 1-12.
- López-Jiménez, P. A., Gil-Duque, G. M., & Garces-Gomez, Y. A. (2021). Real Problem Solving as a Teaching Strategy for Physics Education: Case study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 15-23.
- Meyputri, C. U., Budi, A. S., & Wibowo, F. C. (2024). Digital Modul Konsep Energi Terbarukan Berbasis Microsoft Sway. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 12.
- Ozer, F., & Dogan, N. (2024). Improving Middle School Students' Understanding about Scientific Inquiry through Creative Problem-Solving Modules enriched with the History of Science. *Education and Science*, 49(217), 159-200.
- Pacaci, C., Ustun, U., & Ozdemir, O. F. (2023). Effectiveness of Conceptual Change Strategies in Science Education: A Meta-Analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(6), 1263-1325.
- Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia*, 4, 1014-1025.
- Pedro, A., Le, Q. T., & Park, C. (2016). Framework for Integrating Safety into Construction Methods Education through Interactive Virtual Reality. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 142(2).
- Peine, A., Kabino, K., & Spreckelsen, C. (2016). Self-directed learning can outperform direct instruction in the course of a modern German medical curriculum - Results of a mixed methods trial. *BMC Medical Education*, 16(1).
- Rahimi, R. A., & Oh, G. S. (2024). Rethinking the role of educators in the 21st century: navigating globalization, technology, and pandemics. *Journal of Marketing Analytics*, 12(2), 1-16.
- Rahmawati, R., Santoso, H., & Asih, T. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Disertai Nilai Karakter Pada Materi Ekosistem Kelas X SMA. *Seminar Nasional Pendidikan IPA (SNPB)*.
- Rojas-Sánchez, M. A., Palos-Sánchez, P. R., & Folgado-Fernández, J. A. (2023). Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis on Virtual Reality and Education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 155-192.
- Sankar, E., & Benjamin, A. E. (2023). Studying the Student's Perceptions of Engagement and Problem-Solving Skills for Academic Achievement in Chemistry at The Higher Secondary Level. *Education and Information Technologies*, 29(7), 1-22.
- Serrano, D. R., Dea-Ayuela, M. A., Gonzalez-Burgos, E., Serrano-Gil, A., & Lalatsa, A. (2019). Technology-enhanced learning in higher education: How to enhance student engagement through blended learning. *European Journal of Education Research, Development, and Policy*, 54(2), 1-14.
- Setyabudi, R., Wibowo, F. C., & Susanti, D. (2024). Interactive Digital Module Physics (IDMP) Based on Problem Based Learning (PBL) on The Concept of Work and Energy. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 12, 159-166.
- Wibowo, F. C., Darman, D. R., Guntara, Y., & Nulhakim, L. (2024). Unveil Creative Thinking in The Physics Education: Bibliometric Analysis and Literature Review. *Electronic Physics Informatics International Conference (EPIIC) 2023*.

- Widya, Maielfi, D., & Alfiyandri. (2021). Need Analysis for Physics E-Module Based on Creative Problem Solving Integrated 21st Century Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940.
- Zhou, J., Wang, P., & Sun, H. (2020). Discriminative and Robust Online Learning for Siamese Visual Tracking. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34(07), 13017-13024.
- Ziervogel, G., Enqvist, J., Metelerkamp, L., & Breda, J. v. (2021). Supporting Transformative Climate Adaptation: Community-Level Capacity Building and Knowledge Co-Creation in South Africa. *Climate Policy*, 22(5), 607–622.