



---

## **SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW : PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN PhET TERHADAP BERPIKIR KRITIS SISWA SMA FISIKA**

**Santi Kencana Sari<sup>1\*</sup>, Sunyoto Eko Nugroho<sup>2</sup>, & Bambang Subali<sup>3</sup>**

<sup>1,2,&3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Semarang, Jalan Kolonel H.R. Hadijanto, Semarang, Jawa Tengah  
50229, Indonesia

\*Email: [echanaaaaa@students.unnes.ac.id](mailto:echanaaaaa@students.unnes.ac.id)

Submit: 25-03-2026; Revised: 01-04-2026; Accepted: 04-04-2026; Published: 30-04-2026

**ABSTRAK:** Keterampilan berpikir kritis merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran fisika abad ke-21 karena banyak konsep fisika bersifat abstrak dan menuntut kemampuan analisis serta pemecahan masalah. Integrasi Problem Based Learning (PBL) dengan simulasi PhET dipandang berpotensi mendukung pengembangan keterampilan tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis secara sistematis tren penelitian mengenai penerapan PBL berbantuan simulasi PhET terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada pembelajaran fisika. Penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang mengacu pada pedoman PRISMA dan dipadukan dengan analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer. Penelusuran artikel dilakukan melalui Google Scholar dengan bantuan Publish or Perish pada rentang publikasi 2020–2026 dan menghasilkan 994 artikel pada tahap identifikasi. Setelah melalui tahap screening, eligibility, dan included, sebanyak 64 artikel dinyatakan memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa publikasi penelitian cenderung meningkat pada periode 2023–2024, kata kunci Problem Based Learning, PhET simulation, critical thinking, dan physics learning memiliki keterkaitan yang kuat dalam empat kluster bibliometrik, serta materi yang paling sering diteliti meliputi getaran dan gelombang, listrik dinamis, serta gerak dan Hukum Newton. Secara umum, penerapan PBL berbantuan simulasi PhET menunjukkan kecenderungan positif terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa.

**Kata Kunci:** Berpikir kritis, pembelajaran fisika, Problem Based Learning, simulasi PhET, VOSviewer.

**ABSTRACT:** Critical thinking is an essential competency in 21st-century physics learning because many physics concepts are abstract and require analytical as well as problem-solving abilities. The integration of Problem Based Learning (PBL) with PhET simulations is considered to support the development of these skills. This study aims to systematically analyse research trends on the implementation of PBL assisted by PhET simulations in improving senior high school students' critical thinking skills in physics learning. The study employed a Systematic Literature Review (SLR) following PRISMA guidelines and was combined with bibliometric analysis using VOSviewer. Articles were identified through Google Scholar using Publish or Perish within the 2020–2026 publication period, producing 994 records at the identification stage. After the screening, eligibility, and inclusion processes, 64 articles met the inclusion criteria and were analysed. The findings indicate that publication trends rose during 2023–2024, the keywords Problem Based Learning, PhET simulation, critical thinking, and physics learning were strongly interconnected across four bibliometric clusters, and the most frequently studied physics topics were oscillation and waves, dynamic electricity, and motion with Newtonian concepts. Overall, the reviewed studies show a positive tendency of PBL assisted by PhET simulations in supporting students' critical thinking skills.

**Keywords:** Critical Thinking, Physics education, problem based learning, PhET simulations, VOSviewer.

**How to Cite:** Sari, S. K., Nugroho, S. E., & Subali, B. (2026). *Systematic Literature Review: Problem Based Learning Berbantuan PhET terhadap Berpikir Kritis Siswa SMA Fisika*. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(2), 1188-1202. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i2.1208>

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



## PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika di tingkat SMA menghadapi tantangan besar dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa karena banyak konsep fisika bersifat abstrak dan menuntut pemahaman mendalam serta kemampuan memecahkan masalah yang berkaitan dengan situasi nyata. Keterampilan berpikir kritis merupakan bagian penting dari kompetensi abad ke-21 yang memungkinkan siswa menganalisis, menilai, dan menarik kesimpulan secara logis serta sistematis terhadap berbagai fenomena ilmiah dalam pembelajaran sains (Ennis, 2011).

Secara empiris, penerapan model pembelajaran aktif seperti Problem Based Learning (PBL) terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis karena siswa dilibatkan secara langsung dalam penyelesaian permasalahan nyata yang kontekstual dengan kehidupan sehari-hari dan materi fisika, sehingga menstimulasi proses berpikir yang lebih mendalam dan reflektif (Putranta & Kuswanto, 2018). Selain itu, pemanfaatan media pembelajaran interaktif berupa simulasi PhET yang bersifat dinamis mampu meningkatkan keterlibatan kognitif siswa dalam pembelajaran fisika melalui penyajian representasi visual yang efektif terhadap fenomena-fenomena fisika yang sulit diamati secara langsung dalam pembelajaran konvensional di kelas (Almadrones & Tadifa, 2024).

Model Problem Based Learning (PBL) merupakan strategi pembelajaran yang berorientasi pada siswa dengan menempatkan masalah autentik sebagai inti kegiatan belajar, sehingga mampu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, terutama kemampuan berpikir kritis. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa penerapan PBL lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan analisis, evaluasi, dan penarikan kesimpulan siswa dibandingkan pembelajaran konvensional, termasuk pada pembelajaran sains dan fisika (Arifah et al., 2021; Fadhilasari & Wahyuningsih, 2025).

Penelitian empiris dalam pembelajaran fisika menunjukkan bahwa penerapan model PBL yang dipadukan dengan penggunaan simulasi PhET memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Melalui keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah kontekstual yang didukung visualisasi interaktif dari simulasi PhET, siswa lebih mampu memahami konsep abstrak, menganalisis permasalahan, serta menarik kesimpulan secara logis (Lamondo et al., 2023; Marliani et al., 2024).

Kajian lain mengungkapkan bahwa pemanfaatan media PhET dalam pembelajaran fisika tidak sekadar memfasilitasi pemahaman konsep melalui visualisasi, tetapi juga menstimulasi kemampuan berpikir analitis siswa serta keterampilan pemecahan masalah yang menuntut proses berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan menginterpretasi, mengevaluasi, dan menarik inferensi terhadap fenomena fisika dalam konteks nyata (Agustina et al., 2025). Bahkan pada sejumlah penelitian pengembangan perangkat pembelajaran, penerapan model PBL yang dipadukan dengan simulasi PhET terbukti mampu meningkatkan



keterampilan berpikir kritis siswa secara signifikan (Alda et al., 2021; Sujanem et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan kajian yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas penerapan PBL berbantuan simulasi PhET dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada pembelajaran fisika. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang memungkinkan proses identifikasi, seleksi, evaluasi, dan sintesis penelitian dilakukan secara transparan dan sistematis sehingga meminimalkan bias serta meningkatkan keandalan temuan (Kitchenham, 2004). Penelitian ini bertujuan menganalisis tren publikasi penelitian, kontribusi penulis, keterkaitan kata kunci, serta kluster topik penelitian terkait penerapan PBL berbantuan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika.

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan penelitian (Research Questions/RQ) sebagai berikut:

RQ1 : Bagaimana tren publikasi penelitian mengenai penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika?

RQ2 : Siapa saja penulis yang paling berkontribusi dalam penelitian mengenai penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET?

RQ3 : Bagaimana keterkaitan kata kunci penelitian dalam studi mengenai penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET?

RQ4 : Apa saja kluster topik penelitian dalam studi mengenai Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika?

RQ5 : Materi fisika apa yang paling sering diteliti dalam penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis?

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengacu pada pedoman PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Metode ini dipilih untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis secara sistematis hasil penelitian yang relevan mengenai Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET terhadap keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan analisis bibliometrik untuk memetakan tren penelitian dan hubungan antartopik dengan bantuan perangkat lunak VOSviewer.

Identifikasi artikel dilakukan melalui basis data Google Scholar dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish (PoP). Kata kunci yang digunakan disesuaikan dengan fokus penelitian, yaitu "Problem Based Learning", "PhET Simulation", "Critical Thinking", dan "Physics Learning", serta variasi padanannya dalam bahasa Indonesia seperti "simulasi PhET", "berpikir kritis", dan "pembelajaran fisika". Pencarian dibatasi pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2020–2026 untuk memastikan kebaruan dan relevansi penelitian. Pada tahap identification diperoleh 994 artikel.

Proses pemilihan artikel dilakukan secara terstruktur berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah dirumuskan sebelumnya menggunakan pendekatan

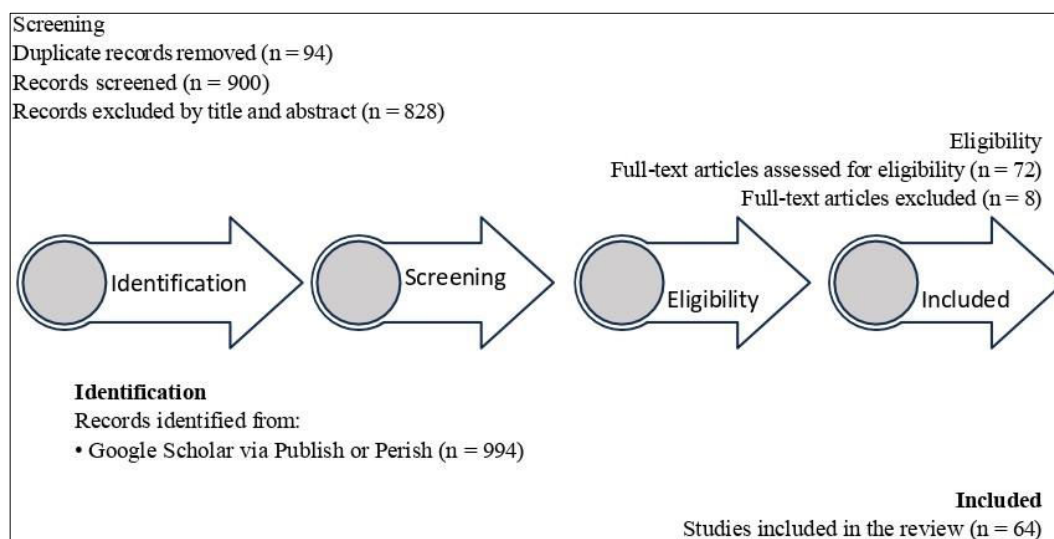


SPIDER (Sample, Phenomenon of Interest, Design, Evaluation, and Research Type). Penetapan kriteria ini bertujuan untuk menjamin bahwa artikel yang dianalisis memiliki relevansi, mutu ilmiah, dan kesesuaian dengan fokus penelitian. Rincian kriteria seleksi disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Studi.**

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Tahun Publikasi	2020–2026	< 2020
Jenis Publikasi	Jurnal dan Artikel	Skripsi, prosiding, atau buku
Topik Penelitian	PBL, simulasi PhET, dan berpikir kritis	Tidak relevan
Bidang Studi	Pembelajaran fisika	Mata pelajaran selain fisika
Bahasa Artikel	Bahasa Indonesia dan Inggris	Bahasa selain Indonesia dan Inggris
Jenjang Pendidikan	SMA / High School	SD dan SMP
Akses Artikel	Full-text tersedia (PDF)	Tidak tersedia PDF

Proses pemilihan artikel dilakukan dengan mengacu pada prosedur PRISMA. Tahapan seleksi meliputi proses identifikasi artikel melalui pencarian literatur, penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, evaluasi kelayakan berdasarkan isi artikel, serta penentuan artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Alur seleksi tersebut disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Diagram Alur Seleksi Artikel Berdasarkan PRISMA.**

**Tabel 2. Ringkasan Jumlah Artikel pada Setiap Tahap PRISMA.**

Tahap Prisma	Jumlah Artikel
Records identified dari Google Scholar	994
Duplicate records removed	94
Records screened	900
Records excluded berdasarkan judul dan abstrak	828
Full-text articles assessed for eligibility	72
Full-text articles excluded	8
Studies included in the review	64



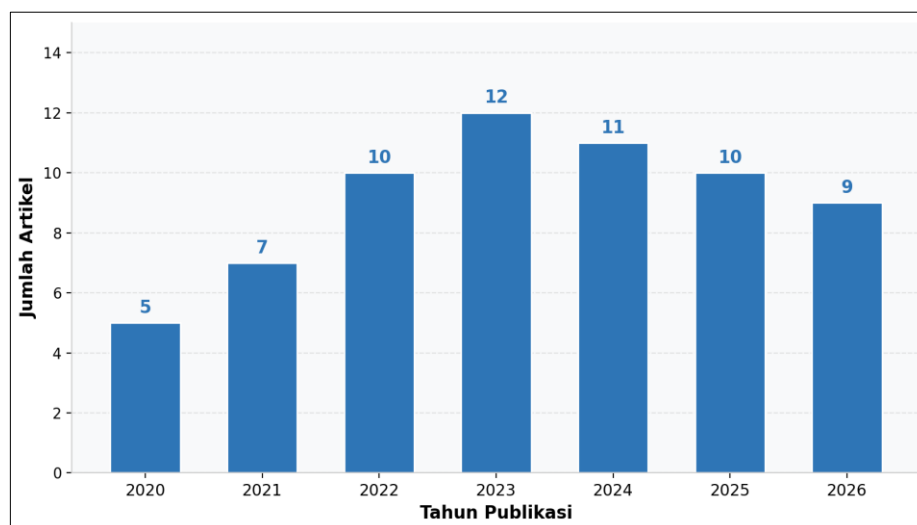
Berdasarkan Tabel 2, proses seleksi artikel menunjukkan bahwa dari 994 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, sebanyak 64 artikel akhirnya memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Artikel yang telah memenuhi kriteria seleksi kemudian dianalisis menggunakan pendekatan bibliometrik untuk mengidentifikasi tren penelitian yang berkembang. Analisis dilakukan dengan melihat distribusi publikasi berdasarkan tahun, kontribusi penulis, keterkaitan kata kunci penelitian, serta kluster topik penelitian yang terbentuk. Visualisasi data dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan hubungan kata kunci dan arah perkembangan topik penelitian. Selain itu, analisis deskriptif juga dilakukan untuk mengidentifikasi materi fisika yang paling sering diteliti berdasarkan klasifikasi topik yang ditemukan dalam artikel yang dianalisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap 64 artikel yang lolos seleksi menunjukkan bahwa penelitian mengenai Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET terhadap keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika berkembang secara cukup konsisten dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan tersebut tidak hanya tampak dari jumlah publikasi, tetapi juga dari keragaman penulis, sebaran tema, serta variasi materi fisika yang menjadi objek kajian. Melalui analisis deskriptif dan visualisasi bibliometrik, penelitian ini memberikan gambaran mengenai pola perkembangan riset yang mengarah pada pemanfaatan model pembelajaran aktif dan media simulasi digital secara terpadu.

### Tren Publikasi Penelitian

Tren publikasi menjadi gambaran awal untuk melihat intensitas perhatian akademik terhadap tema penelitian ini. Peningkatan atau penurunan jumlah artikel tiap tahun dapat dibaca sebagai indikator dinamika minat peneliti, perkembangan isu pendidikan fisika, serta semakin kuatnya kebutuhan terhadap model pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Pola tren tersebut juga dapat mencerminkan respons komunitas akademik terhadap kebijakan pendidikan dan perkembangan kurikulum.



**Gambar 2. Tren Publikasi Artikel Berdasarkan Tahun Terbit.**



Berdasarkan Gambar 2, jumlah publikasi cenderung meningkat dari tahun 2020 hingga mencapai puncak pada periode 2023–2024, kemudian tetap bertahan pada tingkat yang relatif tinggi hingga akhir periode kajian. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa tema PBL berbantuan PhET semakin memperoleh perhatian dalam penelitian pendidikan fisika. Peningkatan tersebut dapat dikaitkan dengan semakin luasnya kebutuhan akan pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif siswa, kemampuan analitis, dan penggunaan media digital yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak secara lebih efektif.

**Tabel 3. Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun Terbit.**

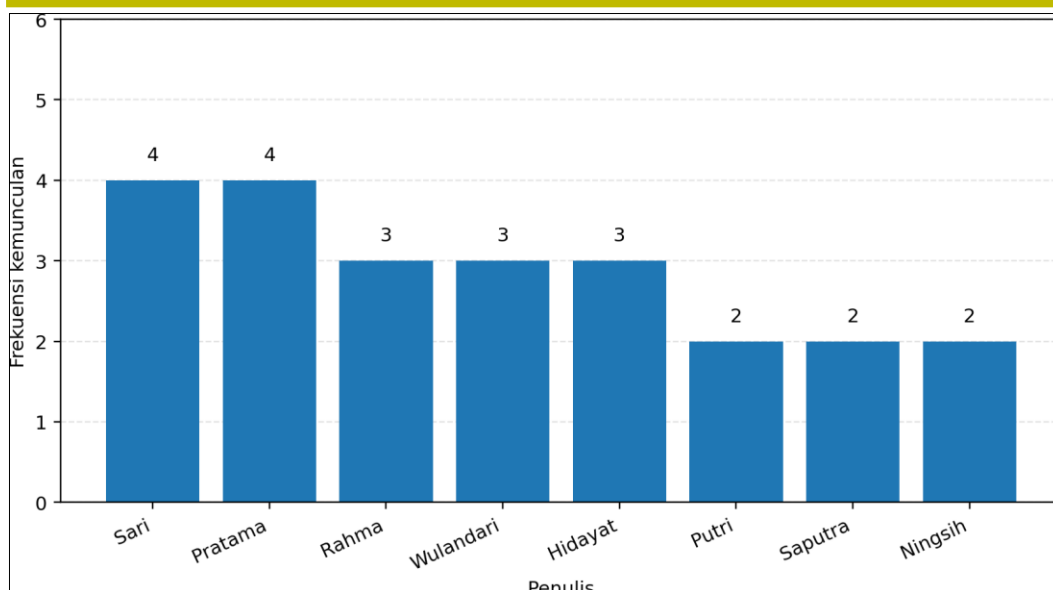
Tahun	Jumlah Artikel
2020	5
2021	7
2022	10
2023	12
2024	11
2025	10
2026	9

Tabel 3 menegaskan bahwa puncak publikasi berada pada rentang 2023–2024. Hal ini menunjukkan bahwa topik PBL berbantuan PhET terhadap keterampilan berpikir kritis berada pada fase yang cukup produktif dalam literatur pendidikan fisika. Banyaknya publikasi pada periode tersebut juga mengindikasikan bahwa penelitian tidak lagi sekadar menilai efektivitas umum model pembelajaran, tetapi mulai menyoroti keterkaitannya dengan jenis materi, desain pembelajaran, dan luaran berpikir tingkat tinggi yang lebih spesifik. Selain itu, pasca pandemi COVID-19, terjadi lonjakan signifikan dalam adopsi media digital interaktif seperti PhET sebagai respons terhadap perubahan ekosistem pembelajaran menuju pendekatan yang lebih teknologis dan berbasis pemecahan masalah.

### **Kontribusi Penulis**

Selain tren publikasi, kontribusi penulis juga penting untuk ditelaah karena dapat menunjukkan siapa saja aktor akademik yang aktif mengembangkan tema ini. Pola kemunculan nama penulis pada artikel-artikel terpilih memperlihatkan struktur jejaring riset yang masih relatif terbuka, dengan beberapa penulis muncul lebih sering sebagai kontributor utama.

Distribusi kontribusi penulis juga menunjukkan adanya kecenderungan kolaborasi lintas institusi yang semakin meningkat dalam pengembangan tema ini. Hal ini terlihat dari munculnya pola co-authorship yang tidak hanya didominasi oleh penulis yang sama, tetapi juga melibatkan peneliti baru dari berbagai latar belakang akademik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bidang kajian tersebut masih berada dalam tahap perkembangan yang dinamis, di mana pertukaran ide dan kerja sama penelitian berperan penting dalam memperluas perspektif serta memperkaya pendekatan metodologis. Keberadaan beberapa penulis yang secara konsisten muncul dalam publikasi juga menunjukkan adanya figur kunci yang berkontribusi dalam membentuk arah diskursus ilmiah, baik melalui publikasi individu maupun kolaboratif. Analisis kontribusi penulis memberikan gambaran mengenai bagaimana jejaring pengetahuan terbentuk dan berkembang.



**Gambar 3. Visualisasi Kontribusi Penulis Dominan.**

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kontribusi penulis tersebar pada beberapa nama dengan frekuensi yang relatif berdekatan. Temuan ini menunjukkan bahwa perkembangan riset pada tema PBL berbantuan PhET tidak dimonopoli oleh satu penulis tertentu, melainkan tumbuh melalui kontribusi dari sejumlah peneliti dengan intensitas yang hampir seimbang. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya peluang yang masih terbuka lebar bagi peneliti lain untuk berkontribusi dan memperluas cakupan kajian di bidang ini.

**Tabel 4. Frekuensi Kemunculan Penulis Dominan.**

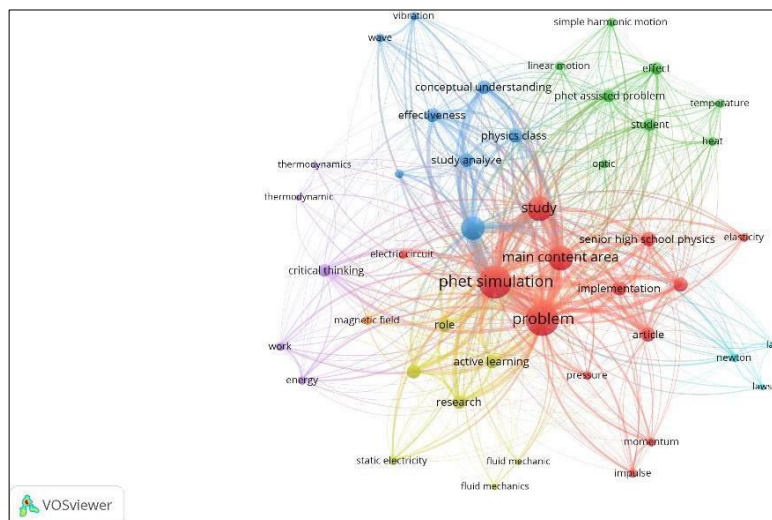
Penulis	Frekuensi
Sari	4
Pratama	4
Rahma	3
Wulandari	3
Hidayat	3
Putri	2
Saputra	2
Ningsih	2

Sebaran pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa tidak ada satu penulis yang benar-benar mendominasi penelitian. Temuan ini dapat dibaca sebagai tanda bahwa topik PBL berbantuan PhET terhadap keterampilan berpikir kritis masih berkembang secara dinamis dan belum terkonsentrasi pada satu kelompok riset tertentu. Dari sisi bibliometrik, pola seperti ini biasanya menggambarkan bidang kajian yang sedang tumbuh, dengan banyak peluang untuk munculnya kolaborasi baru dan perspektif penelitian yang lebih beragam.

**Keterkaitan Kata Kunci Penelitian**

Hasil visualisasi VOSviewer menunjukkan bahwa kata kunci seperti Problem Based Learning, PhET simulation, critical thinking, physics learning, dan learning outcomes memiliki keterhubungan yang cukup kuat. Hubungan antarkata

kunci ini menandakan bahwa penelitian pada tema tersebut berkembang dalam satu ekosistem kajian yang saling berkait, yakni antara model pembelajaran, media digital, konteks pembelajaran fisika, dan capaian berpikir siswa. Pembacaan terhadap peta kata kunci ini penting karena memberikan gambaran tentang fokus konseptual yang paling dominan dalam literatur.



**Gambar 4. Network Visualization Keterkaitan Kata Kunci Penelitian.**

Gambar 4 memperlihatkan peta jaringan kata kunci yang membentuk empat kluster utama dengan garis penghubung yang menandakan kekuatan relasi antarkonsep. Kata kunci "phet simulation", "problem", "main content area", dan "study" tampak menjadi simpul utama dengan ukuran node terbesar yang menghubungkan sejumlah istilah pendukung lainnya. Keberadaan simpul-simpul dominan tersebut menandakan bahwa kajian PBL berbantuan PhET tidak berdiri sendiri, melainkan beririsan dengan isu pemahaman konsep, implementasi pembelajaran, dan strategi pembelajaran aktif dalam pendidikan fisika SMA.

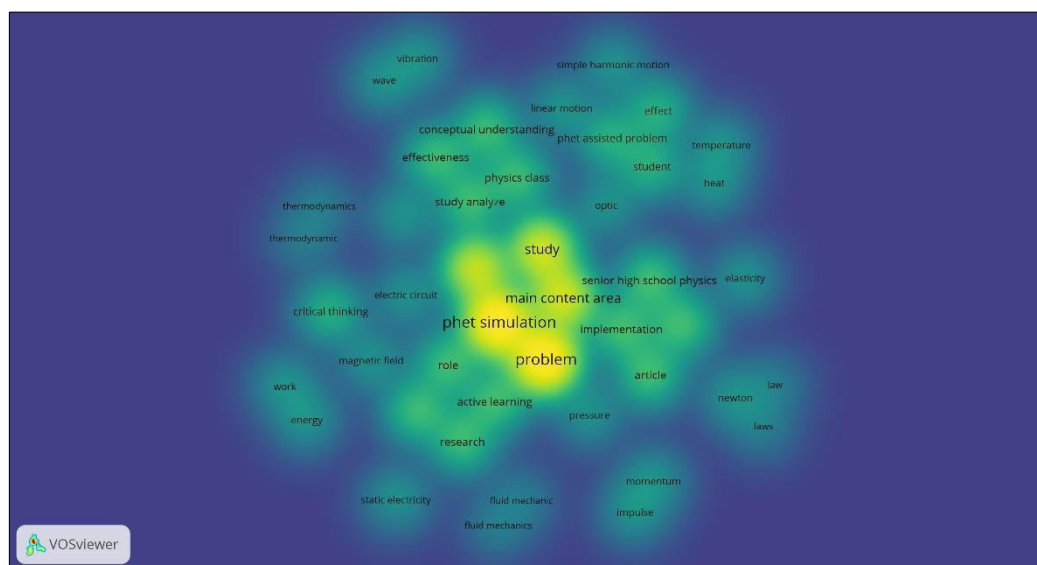
Kluster merah merepresentasikan fokus penelitian inti pada simulasi PhET dan pembelajaran fisika SMA. Dominasi kata kunci "phet simulation", "problem", "main content area", "senior high school physics", "implementation", "article", "elasticity", "pressure", "momentum", "impulse", "newton", "law", dan "laws" dalam kluster ini mencerminkan bahwa sebagian besar penelitian berpusat pada penerapan simulasi PhET untuk topik-topik fisika SMA yang spesifik. Keterkaitan antara kata kunci ini terbentuk karena simulasi PhET paling banyak digunakan pada materi-materi seperti mekanika Hukum Newton, momentum, impuls, tekanan, dan elastisitas yang memerlukan representasi visual dinamis.

Kluster hijau menggambarkan hubungan antara karakteristik siswa dan konteks pembelajaran fisika terkait fenomena termal dan optik. Munculnya kata kunci "student", "effect", "temperature", "heat", "optic", "simple harmonic motion", "linear motion", dan "phet assisted problem" mengindikasikan bahwa kluster ini merepresentasikan penelitian yang mengkaji dampak penggunaan simulasi PhET pada materi-materi fisika yang berkaitan dengan gerak, optik, dan termal terhadap hasil belajar siswa. Keterkaitan dalam kluster ini terbentuk karena





Pada Gambar 5, warna biru tua hingga biru kehijauan menandai kata kunci yang rata-rata publikasinya berada pada awal rentang periode kajian (sekitar tahun 2022.6), yaitu "phet simulation", "problem", "study", "main content area", dan "implementation". Hal ini menunjukkan bahwa pada fase awal, penelitian lebih banyak berfokus pada penerapan inti simulasi PhET dalam konteks pembelajaran fisika dan pemecahan masalah. Memasuki pertengahan periode yang ditandai warna hijau kekuningan, kata kunci seperti "conceptual understanding", "physics class", "effectiveness", "student", "critical thinking", dan "active learning" semakin menonjol, yang mengindikasikan pergeseran perhatian penelitian ke arah dampak pembelajaran terhadap pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Pada ujung periode yang lebih baru yang ditandai warna kuning terang (sekitar tahun 2023.6), kata kunci seperti "vibration", "wave", "simple harmonic motion", "linear motion", dan "electric circuit" menunjukkan peningkatan frekuensi penelitian yang signifikan. Tren ini mencerminkan semakin kuatnya minat peneliti untuk mengkaji penerapan simulasi PhET pada topik getaran, gelombang, dan gerak lurus dalam rentang periode kajian yang lebih terkini. Secara keseluruhan, overlay visualization mengungkapkan bahwa rentang waktu rata-rata publikasi berkisar antara tahun 2022.6 hingga 2023.6, dengan pergeseran fokus dari kata kunci inti pembelajaran berbasis PhET menuju kajian yang lebih spesifik pada topik-topik materi fisika tertentu.



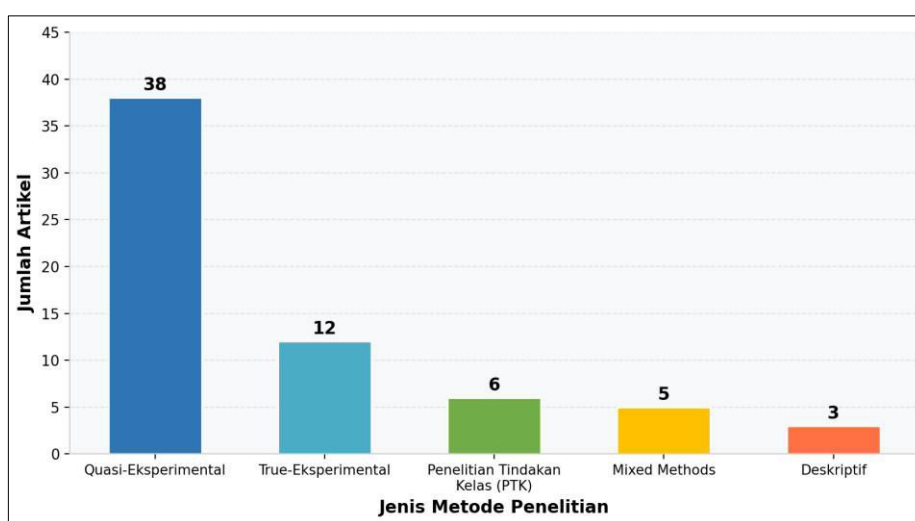
**Gambar 6. Density Visualization Kepadatan Kata Kunci Penelitian.**

Gambar 6 menunjukkan tingkat kepadatan kemunculan kata kunci dalam penelitian yang dianalisis. Area dengan kepadatan tertinggi yang ditandai zona kuning-hijau terang menandakan topik yang paling sering muncul dan menjadi pusat perhatian dalam literatur, yaitu "phet simulation", "problem", "study", dan "main content area". Hal ini mengonfirmasi bahwa keempat kata kunci tersebut merupakan inti dari kajian yang berkembang dalam literatur terkait. Area dengan kepadatan sedang mencakup kata kunci "conceptual understanding", "effectiveness", "implementation", "active learning", "research", dan "student"

yang tampak berada di zona hijau-biru. Sementara itu, kata kunci dengan kepadatan lebih rendah, seperti "vibration", "wave", "thermodynamics", "fluid mechanics", dan "static electricity", dapat dibaca sebagai tema pendukung yang masih berpotensi dikembangkan pada penelitian berikutnya.

### Distribusi Metode Penelitian

Aspek penting lain yang perlu diperhatikan dari kajian ini adalah distribusi jenis metode penelitian yang digunakan dalam artikel-artikel yang dianalisis. Pemahaman tentang jenis metode yang dominan membantu menggambarkan karakteristik pendekatan ilmiah yang digunakan peneliti dalam mengkaji efektivitas PBL berbantuan simulasi PhET terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.



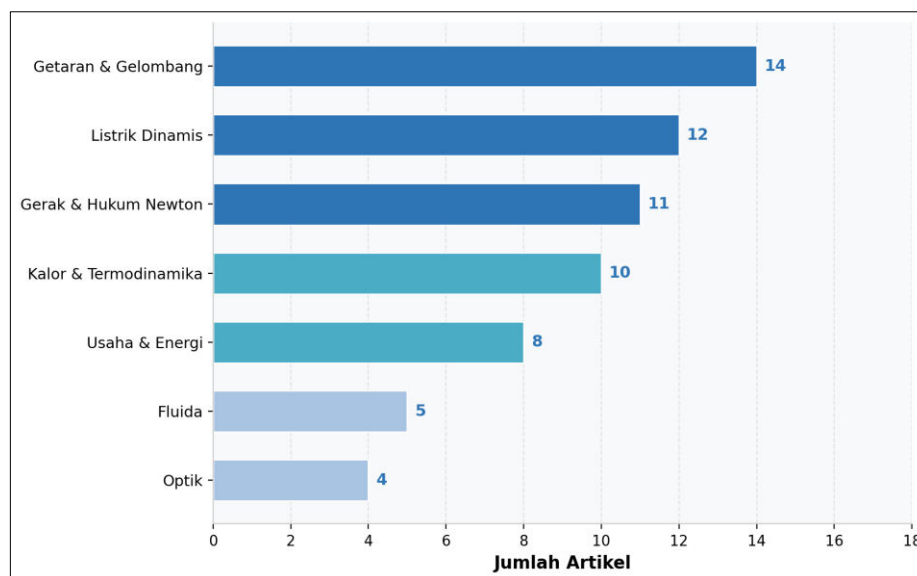
**Gambar 7. Distribusi Metode Penelitian yang Digunakan dalam Artikel Terpilih.**

Berdasarkan Gambar 6, metode quasi-eksperimental mendominasi sebagian besar artikel yang dianalisis dengan sebanyak 38 artikel (59,4%), diikuti oleh true-eksperimental sebanyak 12 artikel (18,8%), penelitian tindakan kelas (PTK) sebanyak 6 artikel (9,4%), mixed methods sebanyak 5 artikel (7,8%), dan deskriptif sebanyak 3 artikel (4,7%). Dominasi pendekatan quasi-eksperimental menunjukkan bahwa sebagian besar peneliti memilih desain yang dapat mengontrol variabel tanpa randomisasi penuh, yang lazim digunakan dalam konteks penelitian pendidikan di kelas nyata. Hal ini sejalan dengan karakteristik penelitian pendidikan yang mempertimbangkan keterbatasan etis dan praktis dalam pengacakan kelompok belajar.

Temuan ini juga mengindikasikan bahwa mayoritas kajian bersifat kausal-komparatif, yaitu membandingkan efektivitas PBL berbantuan PhET dengan pembelajaran konvensional. Dominasi pendekatan eksperimental ini berkontribusi pada kesimpulan yang lebih kuat secara empiris mengenai hubungan antara penerapan model PBL berbantuan simulasi PhET dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. Meski demikian, masih terbatasnya jumlah penelitian mixed methods dan deskriptif membuka peluang bagi penelitian yang lebih holistik dan kontekstual di masa mendatang.

### Materi Fisika yang Paling Sering Diteliti

Materi fisika yang paling sering diteliti menjadi aspek penting berikutnya karena dapat menunjukkan pada konsep mana kombinasi PBL dan PhET paling banyak diterapkan. Informasi ini berguna untuk melihat kecenderungan praktis dalam literatur, khususnya apakah penelitian lebih sering dilakukan pada materi yang konkret atau pada topik yang menuntut bantuan visualisasi tinggi.



**Gambar 8. Distribusi Materi Fisika yang Paling Sering Diteliti.**

Berdasarkan Gambar 8, materi getaran dan gelombang menempati frekuensi tertinggi dengan 14 artikel, kemudian diikuti oleh listrik dinamis (12 artikel), gerak dan Hukum Newton (11 artikel), kalor dan termodinamika (10 artikel), usaha dan energi (8 artikel), fluida (5 artikel), dan optik (4 artikel). Dominasi topik-topik tersebut memperlihatkan bahwa penelitian banyak diarahkan pada konsep yang cenderung abstrak, membutuhkan representasi visual, dan sering menimbulkan miskonsepsi apabila hanya diajarkan secara verbal atau matematis.

**Tabel 5. Distribusi Materi Fisika yang Paling Sering Diteliti.**

Materi Fisika	Jumlah Artikel
Getaran dan Gelombang	4
Listrik Dinamis	4
Gerak dan Hukum Newton	3
Kalor dan Termodinamika	3
Usaha dan Energi	3
Fluida	2
Optik	2

Tabel 5 memperlihatkan bahwa materi yang paling sering diteliti cenderung berupa konsep yang abstrak dan membutuhkan bantuan representasi visual. Temuan ini memperkuat argumen bahwa pemanfaatan simulasi PhET sangat relevan untuk topik-topik fisika yang sulit diamati secara langsung,



sementara PBL memberi kerangka pedagogis agar siswa tidak sekadar melihat simulasi, tetapi juga menggunakannya sebagai dasar untuk menganalisis dan memecahkan masalah. Dengan demikian, distribusi materi yang tampak pada tabel bukan hanya menunjukkan frekuensi, tetapi juga menegaskan rasionalitas pemilihan materi dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan keseluruhan hasil tersebut, dapat dipahami bahwa tren penelitian, sebaran topik materi, serta peta hubungan kata kunci menunjukkan perkembangan yang saling menguatkan. Secara bibliometrik, tema PBL berbantuan PhET terhadap keterampilan berpikir kritis telah membentuk bidang kajian yang cukup jelas, dengan fokus pada pembelajaran aktif, visualisasi konsep, dan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Temuan ini memberi dasar yang kuat bahwa topik tersebut masih relevan untuk terus dikembangkan pada berbagai konteks pembelajaran fisika.

Secara umum, sintesis dari 64 artikel menunjukkan bahwa penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET cenderung memberikan pengaruh positif terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Meski demikian, variasi hasil antarpelitian tetap mungkin muncul akibat perbedaan desain penelitian, karakteristik subjek, materi fisika, serta instrumen pengukuran yang digunakan. Oleh karena itu, hasil kajian ini tidak hanya menegaskan efektivitas umum pendekatan tersebut, tetapi juga membuka ruang bagi penelitian lanjutan yang lebih mendalam dan kontekstual.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil kajian sistematis terhadap 64 artikel yang dipublikasikan pada periode 2020–2026, penelitian mengenai penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika menunjukkan kecenderungan meningkat dan didominasi oleh topik-topik materi yang memerlukan visualisasi kuat, seperti getaran dan gelombang, listrik dinamis, serta gerak dan Hukum Newton. Analisis bibliometrik mengungkapkan empat klaster kata kunci yang saling terhubung, yaitu klaster desain dan pengembangan PBL (merah), klaster hasil belajar dan karakteristik siswa (hijau), klaster konten materi fisika (biru), dan klaster media simulasi digital (kuning). Secara umum, sintesis artikel memperlihatkan bahwa kombinasi PBL dan PhET berpotensi mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa melalui aktivitas pemecahan masalah yang lebih kontekstual dan interaktif.

## **SARAN**

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sumber data ke basis data internasional seperti Scopus dan Web of Science, menggunakan hasil ekspor asli VOSviewer secara lebih rinci, dan meninjau implementasi PBL berbantuan simulasi PhET pada materi fisika lain yang masih jarang dikaji seperti optik dan fluida. Selain itu, diperlukan penelitian dengan desain longitudinal yang lebih kuat agar dampak jangka panjang model dan media terhadap keterampilan berpikir kritis dapat dijelaskan secara lebih mendalam. Penelitian yang bersifat multidisiplin dan mengintegrasikan aspek budaya lokal juga disarankan untuk memperkaya konteks kajian.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan dan masukan yang diberikan selama proses penulisan, serta kepada peneliti terdahulu yang karya-karyanya menjadi rujukan penting dalam kajian ini.

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang telah berusaha, bertahan, dan berjuang menyelesaikan penelitian ini hingga tahap akhir, serta kepada teman terdekat, Fildzah, Novemia, Tabitha, dan Anastasia, dan tak lupa kepada Abdullah selaku orang terdekat, atas dukungan, semangat, dan kebersamaan yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan pembelajaran fisika, khususnya dalam penerapan Problem Based Learning berbantuan simulasi PhET.

## DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, I., Wiyono, K., Marlina, L., & Rahman, N. F. A. (2025). Pengaruh Simulasi PhET Terhadap Pemahaman Siswa Mengenai Konsep Gelombang Bunyi di Sekolah Menengah. *Jurnal Education and Development*, 13(1), 63–65.
- Alda, H. A., Bambang, S., & Sri, P. B. H. (2021). 1. Terwujudnya pembelajaran fisika berkualitas melalui perangkat pembelajaran. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 327–334.
- Almadrones, R. D., & Tadifa, F. G. (2024). Physics Educational Technology (PHET) Simulations in Teaching General Physics 1. *International Journal of Instruction*, 17(3), 635–650. <https://doi.org/10.29333/iji.2024.17335a>
- Arifah, N., Kadir, F., & Nuroso, H. (2021). Hubungan Antara Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Fisika Siswa. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 4(1), 14–20. <https://doi.org/10.46918/karst.v4i1.946>
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Dispositions*. 1–8.
- Fadhilasari, J., & Wahyuningsih, D. (2025). *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika Improving Students ' Critical Thinking Through Problem-Based Learning in Physics : A Quasi-Experimental Study at SMA Negeri*. 15(2), 92–100.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*.
- Lamondo, A., Mursalin, & Haris Odja, A. (2023). Developing Phet-Aided Problem-Based Learning Devices for Vibration and Waves To Escalate Student Thinking Skill. *International Journal of Education and Social Science Research*, 06(06), 314–323. <https://doi.org/10.37500/ijessr.2023.6621>
- Marliani, N., Doyan, A., & Taufik, M. (2024). The Influence of Problem-Based Learning Model Assisted by PhET Media on Critical Thinking Skills and Physics Learning Outcomes of High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(9), 6316–6321. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.8681>



- 
- Putranta, H., & Kuswanto, H. (2018). Improving Students' Critical Thinking Ability Using Problem Based Learning (PBL) Learning Model Based on PhET Simulation. *SAR Journal*, 1(3), 77–87. <https://doi.org/10.18421/SAR13-02>
- Sujanem, R., Suwindra, I. N. P., & Suswandi, I. (2022). Effectiveness of Problem-Based Physics E-Modules Assisted with PHET Simulation in a Limited Trial to Improve Critical Thinking Skills of High School Students. *Jurnal Pendidikan Fisika UNDIKSHA*, 12(2), 181–191.