

## Analisis Bibliometrik Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis HOTS untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa SMA

Syafria Nur Hariyanti <sup>1</sup>, Usfin Hikmawati <sup>1</sup>, Bugar Ali Yunanto <sup>1</sup>, Fitriah Rahmawati <sup>1</sup>,  
Wirawan Fadly <sup>2</sup>, Julianto <sup>3</sup>, dan Utama Alan Deta <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya,

<sup>2</sup> Tadris IPA, UIN Kiai Ageng Muhammad Besari Ponorogo, Ponorogo, Indonesia

<sup>3</sup> Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

\* Email: [utamadeta@unesa.ac.id](mailto:utamadeta@unesa.ac.id)

### Abstrak

*Pentingnya inovasi dalam media pembelajaran mampu mendorong keterlibatan aktif siswa serta mendukung pembelajaran abad ke-21. Dalam konteks Kurikulum Merdeka, pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi menjadi keharusan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang lebih efektif dan mandiri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan dan tren penelitian terkait pengembangan e-modul fisika berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah literature review dengan pendekatan bibliometrik, yang berfokus pada analisis kuantitatif terhadap publikasi ilmiah dalam rentang waktu 2020 hingga 2025. Data sekunder diperoleh dari database Scopus dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel serta VOSviewer untuk visualisasi data dalam bentuk grafik, tabel, dan jaringan kolaborasi penulis. Proses seleksi dilakukan secara bertahap hingga diperoleh 10 dokumen yang relevan untuk dianalisis secara mendalam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tren publikasi mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2021, dengan dominasi jenis dokumen berupa prosiding konferensi ilmiah. Analisis kata kunci mengungkapkan bahwa tema 'critical thinking skills', 'students', dan 'learning media' merupakan fokus utama dalam pengembangan e-modul. Selain itu, teknologi seperti Android, augmented reality, dan e-learning banyak digunakan dalam pengembangan media pembelajaran fisika berbasis HOTS. Publikasi terbanyak berasal dari Indonesia, khususnya Universitas Negeri Jakarta sebagai institusi paling produktif. Pembahasan dalam penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan multidisipliner dalam pengembangan e-modul, yang melibatkan bidang fisika, ilmu sosial, dan ilmu komputer. Selain itu, keterlibatan penulis utama seperti Wibowo, F.C. serta kolaborasi dengan institusi luar negeri menunjukkan bahwa topik ini memiliki perhatian global. Hasil analisis bibliometrik ini tidak hanya memberikan gambaran tren dan kontribusi akademik, tetapi juga menegaskan bahwa pengembangan e-modul berbasis HOTS memiliki potensi besar dalam mendukung transformasi pendidikan fisika di era digital.*

**Kata kunci:** Analisis Bibliometrik, Media Pembelajaran, Pembelajaran Fisika, VOSviewer

### *Bibliometric Analysis of HOTS-Based Physics E-Module Development to Improve Critical Thinking of High School Students*

#### Abstract

*The importance of innovation in learning media can encourage active student involvement and support 21st century learning. In the context of Merdeka Curriculum, the utilisation of information and communication technology is a must to achieve more effective and independent learning objectives. This study aims to analyse the development and research trends related to the development of physics e-modules based on Higher Order Thinking Skills (HOTS) in improving the critical thinking skills of high school students. The method used in this research is a literature review*

with a bibliometric approach, which focuses on quantitative analysis of scientific publications in the time span of 2020 to 2025. Secondary data was obtained from the Scopus database and analysed using Microsoft Excel software and VOSviewer for data visualisation in the form of graphs, tables and author collaboration networks. The selection process was carried out in stages until 10 relevant documents were obtained for in-depth analysis. The results showed that the publication trend experienced a significant increase in 2021, with the dominance of document types in the form of scientific conference proceedings. Keyword analysis revealed that the themes of “critical thinking skills”, “students”, and “learning media” are the main focus in the development of e-modules. In addition, technologies such as Android, augmented reality, and e-learning are widely used in the development of HOTS-based physics learning media. The most publications come from Indonesia, especially Universitas Negeri Jakarta as the most productive institution. The discussion in this study highlights the importance of a multidisciplinary approach in the development of e-modules, involving the fields of physics, social science, and computer science. In addition, the involvement of lead authors such as Wibowo, F.C. as well as collaborations with overseas institutions show that this topic has global attention. The results of this bibliometric analysis not only provide an overview of trends and academic contributions, but also confirm that the development of HOTS-based e-modules has great potential in supporting the transformation of physics education in the digital era.

**Keywords:** Bibliometric Analysis, Learning Media, Physics Learning, VOSviewer

#### Histori Naskah

Diserahkan: 19 Juni 2025

Direvisi: 29 Juli 2024

Diterima: 7 Agustus 2025

#### How to cite:

Hariyanti, S.N., dkk. (2025). Analisis Bibliometri Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis HOTS untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Epistemic: Scientific Thinking and Literacy*, 1(1), 40-55. DOI: <https://doi.org/10.58706/Epistemic.v1n1.p40-55>.

## PENDAHULUAN

Kemajuan pendidikan menjadi salah satu indikator penting dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM) suatu negara. Pendidikan memberikan bekal pengetahuan yang memungkinkan seseorang untuk mengembangkan diri, meraih cita-cita, menggali potensi, dan mampu bersaing dalam berbagai bidang kehidupan. Oleh sebab itu, pemerintah terus berupaya meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia sebagai bagian dari pencapaian tujuan pembangunan nasional. Pada masa pemerintahan 2014–2019, peningkatan kualitas pendidikan menjadi prioritas utama yang terangkum dalam program Nawa Cita, terutama pada poin kelima yang menitikberatkan pada peningkatan kualitas hidup bangsa Indonesia melalui pendidikan dan pelatihan dalam program Indonesia Pintar. Secara global, hal ini juga sejalan dengan Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan keempat, yaitu menjamin pendidikan yang berkualitas secara inklusif dan merata bagi semua orang.

Untuk mewujudkan pendidikan yang berkualitas, pemerintah telah menyediakan berbagai sarana dan prasarana pendidikan. Sarana pendidikan meliputi alat atau media yang menunjang langsung proses belajar mengajar seperti kursi, meja, komputer, infokus, alat peraga, dan papan tulis. Sementara prasarana meliputi fasilitas pendukung seperti ruang kelas dan perpustakaan. Upaya lain yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan mutu pendidikan adalah dengan melakukan pembaruan kurikulum. Menurut Ainy, F. Z. Q., dan Effane, A. (2023), kurikulum adalah pedoman yang mendasar dalam setiap pembelajaran, kurikulum memiliki peranan yang penting yang mana terdapat tiga peranan yakni, peran konserfatif, peranan kreatif, dan peran kritis dan evaluatif. Kurikulum telah mengalami beberapa kali revisi, mulai dari Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK), Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), Kurikulum 2013, hingga Kurikulum Merdeka yang diluncurkan pada tahun 2022.

Kurikulum Merdeka membebaskan penggunaan perangkat ajar yang cukup banyak kepada pengajar, mulai dari asesmen literasi, buku teks, sampai modul ajar, dan perangkat lainnya. Pengembangan perangkat

perangkat tersebut dapat disesuaikan dengan perkembangan zaman yang saat ini selalu bersandingan dengan teknologi. Teknologi tersebut dapat berupa Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam proses pembelajaran, dengan tujuan agar guru dan siswa siap menghadapi tantangan di era revolusi industri 4.0, di mana teknologi dan internet memainkan peran besar dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan TIK dianggap dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta daya tarik pembelajaran.

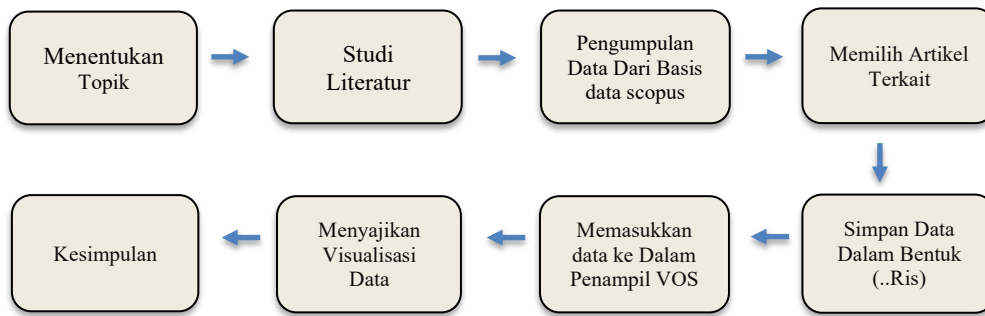
Kosasih, E. (2021) menyatakan bahwa bahan ajar termasuk media yang berisi materi terkait pengetahuan, keterampilan, serta sikap yang harus dicapai peserta didik dalam kompetensi dasar tertentu. Bahan ajar juga penting untuk memudahkan peserta didik dalam proses pembelajaran. Salah satu bentuk bahan ajar yang relevan dengan penggunaan TIK adalah modul elektronik (e-modul). E-modul merupakan bahan ajar mandiri berbasis digital yang memuat elemen multimedia seperti animasi, audio, dan navigasi yang membuat pengguna lebih interaktif (Sujanem, R., dkk, 2022). Beberapa aplikasi yang bisa digunakan untuk menyusun e-modul antara lain Kvisoft Flipbook Maker, Macromedia Flash, Microsoft Publisher, dan Sigil. Selain itu, pendidikan era sekarang juga menuntut siswa untuk memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Abraham, I., dkk (2021) mendefinisikan HOTS sebagai kemampuan mengintegrasikan pengetahuan dan pengalaman dalam proses berpikir tingkat tinggi untuk mengambil keputusan dan menyelesaikan masalah, sehingga kemampuan tersebut dapat bertahan lama dalam ingatannya. HOTS pada dimensi berpikir dan bertindak, peserta didik tidak hanya dituntut untuk memiliki kemampuan menerapkan rumus, tetapi juga kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan pengetahuan diri dalam berpikir sehingga peserta didik dapat menganalisis, mengevaluasi, dan berkreasi (Setiawati, W., dkk, 2019).

Fisika sebagai salah satu mata pelajaran sains memiliki potensi besar dalam melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Kemendikbud 2016 menyebutkan bahwa tujuan pembelajaran fisika di SMA/MA mencakup pemahaman fenomena alam, penyelesaian masalah secara ilmiah, serta kesadaran akan kontribusi fisika terhadap kehidupan dan teknologi. Salah satu materi yang diajarkan adalah kalor dan teori kinetik gas. Ketergantungan pada satu sumber belajar membuat siswa cepat bosan dan menghambat pencapaian hasil belajar yang diharapkan.

Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika masih belum maksimal karena penerapan Kurikulum 2013 belum optimal. Oleh karena itu, pengembangan e-modul menjadi solusi alternatif yang tidak hanya mendukung pembelajaran di kelas, tetapi juga memungkinkan siswa belajar secara mandiri. E-modul ini juga dilengkapi soal-soal yang dirancang untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan e-modul fisika berbasis HOTS guna meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMA dan mendukung pembelajaran mandiri yang sejalan dengan tuntutan pendidikan sekarang.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review* dengan pendekatan bibliometrik. Analisis bibliometrik adalah pendekatan untuk memeriksa evolusi dari domain penelitian, termasuk topik dan penulis, berdasarkan struktur sosial, intelektual, dan konseptual disiplin ilmu. Analisis bibliometrik umumnya digunakan dalam disiplin ilmu dan berfokus pada studi kuantitatif makalah, jurnal, buku, atau jenis komunikasi tertulis lainnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini berada pada rentang tahun 2020-2025 yang merupakan data sekunder dari database scopus yang diakses pada bulan Juni 2025. Sebanyak 55 dokumen diperoleh pada tahap awal pencarian. Dokumen tersebut kemudian disaring berdasarkan tahun terbit dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, sehingga tersisa 53 dokumen. Penyaringan selanjutnya dilakukan berdasarkan kecocokan kata kunci, menghasilkan 28 dokumen. Pada tahap akhir, dilakukan seleksi berdasarkan relevansi judul, dan diperoleh 10 dokumen yang layak untuk dianalisis lebih lanjut. Database scopus yang telah diperoleh kemudian disimpan dalam bentuk (.Ris) hingga dilakukan analisis lebih lanjut. Tahap visualisasi data menjadi tabel, grafik, dan peta menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan *VOSviewer* (Yanuarti, E. A., dan Suprpto, N., 2021; Mani, N. S., dkk, 2022). Sebagaimana alur penelitian bibliometrik yang dijelaskan didasarkan pada Gambar 1 (Suliyah, dkk, 2021).



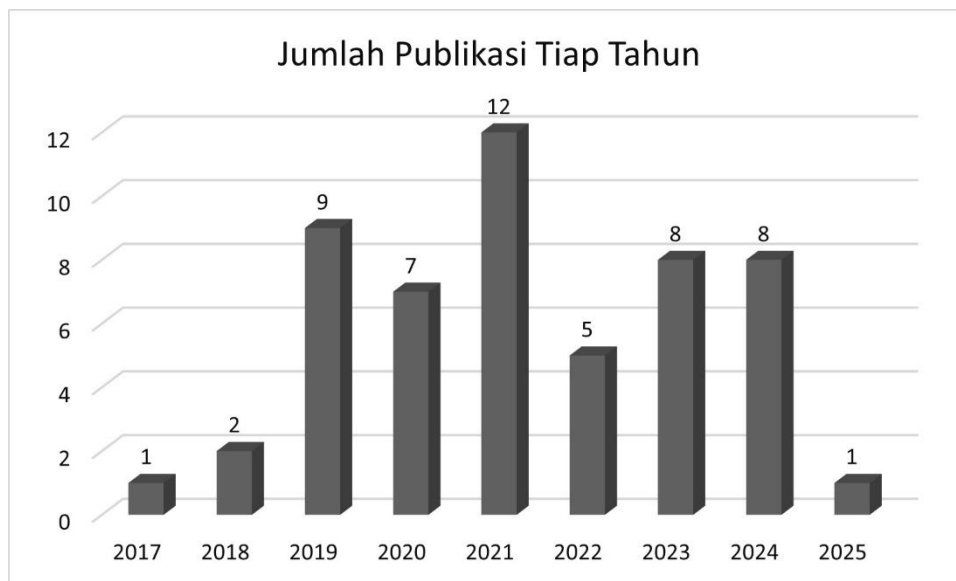
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian dimulai dengan menentukan topik penelitian, kemudian dilanjutkan dengan studi literatur untuk menentukan relevansi topik dan kata kunci yang digunakan. Setelah studi literatur selanjutnya dilakukan pengumpulan data dari basis data scopus dengan kata kunci yang relevan. Setelah data terkumpul, selanjutnya yakni pemilihan artikel yang sesuai dan relevan dengan penelitian, yang kemudian datanya disimpan dalam bentuk (.Ris) untuk dianalisis lebih lanjut. Tahap analisis dilakukan dengan memasukkan data ke dalam perangkat lunak VOSviewer untuk pemetaan visualisasi bibliometrik, seperti pemetaan kata kunci terkait dan kolaborasi penulis. Hasil visualisasi datanya kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel menggunakan Microsoft Excel untuk memperjelas pola keterhubungan dan tren yang muncul. Kemudian, penelitian ini menghasilkan kesimpulan berdasarkan data visual dan narasi analisis, yang diharapkan dapat menjadi referensi strategis bagi pengembangan kajian keilmuan di masa mendatang.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Distribusi Tahun dan Jenis Dokumen**

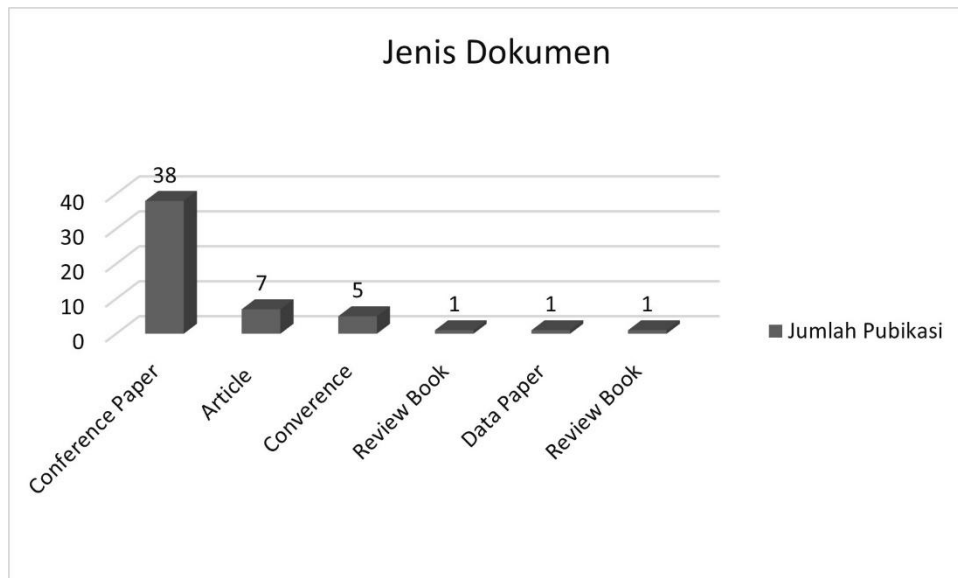
Analisis bibliometrik terhadap jumlah publikasi 10 tahun terakhir yang diambil dari basis data Scopus menunjukkan adanya peningkatan di beberapa tahun dari beberapa publikasi yang membahas terkait penelitian bidang pengembangan media pembelajaran fisika selama periode 2017 hingga 2025. Peningkatan yang sangat terlihat ada pada lima tahun terakhir, sebagaimana yang ada pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Jumlah Publikasi dalam Kurun 10 Tahun Terakhir pada Penelitian Bidang Pengembangan Media Pembelajaran Fisika

Gambar 2 menunjukkan tren jumlah publikasi dari tahun 2017 hingga tahun 2025. Dari grafik terlihat bahwa jumlah publikasi mengalami peningkatan signifikan dari tahun ke tahun hingga mencapai puncaknya pada tahun 2021 dengan total 12 publikasi. Pada tahun-tahun awal, yakni 2017 dan 2018, jumlah publikasi masih sangat rendah, masing-masing hanya 1 dan 2 publikasi. Kemudian terjadi lonjakan besar pada tahun

2019 menjadi 9 publikasi, menurun sedikit di 2020 menjadi 7, lalu melonjak tajam lagi pada tahun 2021. Setelah itu, jumlah publikasi cenderung fluktuatif: menurun ke angka 5 di tahun 2022, meningkat kembali menjadi 8 pada tahun 2023 dan tetap stabil di angka yang sama pada 2024. Namun, pada 2025 terjadi penurunan drastis menjadi hanya 1 publikasi, yang kemungkinan disebabkan karena data tahun tersebut belum sepenuhnya terisi atau masih berjalan. Secara umum, tren menunjukkan perkembangan yang cukup positif dengan titik puncak produktivitas pada tahun 2021.



Gambar 3. Grafik Jenis Dokumen pada Penelitian Pengembangan Media Pembelajaran Fisika

Gambar 3 menggambarkan distribusi jenis dokumen dari publikasi yang dihasilkan. Jenis dokumen yang paling mendominasi adalah Conference Paper dengan jumlah yang sangat signifikan, yaitu 38 publikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar publikasi berasal dari forum atau pertemuan ilmiah seperti seminar dan konferensi. Jenis dokumen lainnya seperti Article (artikel jurnal) berada di posisi kedua dengan 7 publikasi, dan diikuti oleh Convergence sebanyak 5. Terdapat pula jenis dokumen lainnya yang jumlahnya sangat sedikit, masing-masing hanya satu publikasi, yakni Review Book, Data Paper, dan Review Book (tertulis dua kali, kemungkinan duplikasi label). Dominasi publikasi dalam bentuk Conference Paper menunjukkan kecenderungan penulis untuk lebih aktif mempublikasikan hasil riset dalam forum ilmiah ketimbang jurnal atau bentuk dokumentasi lainnya.

### Sumber Jurnal, dan Bidang Ilmu

Dalam analisis bibliometrik terhadap publikasi yang berkaitan dengan pengembangan e-modul fisika berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS), diperoleh daftar sepuluh jurnal paling produktif berdasarkan jumlah artikel yang terpublikasi pada rentang tahun 2020–2025. Hasil ini diperoleh dari penyaringan dokumen dalam basis data Scopus yang telah difilter berdasarkan tahun, kesesuaian kata kunci, dan relevansi terhadap topik pembelajaran fisika dan pengembangan bahan ajar berbasis TIK.

Tabel 1. Top 10 Jurnal Paling Produktif

No.	Artikel	Jumlah
1.	<i>Journal of Physics Conference Series</i>	28
2.	<i>AIP Conference Proceedings</i>	8
3.	<i>IOP Conference Series Earth and Environmental Science</i>	4
4.	<i>International Journal of Evaluation and Research in Education</i>	2
5.	<i>ASEE Annual Conference and Exposition Conference Proceedings</i>	1
6.	<i>Advance Intelligent Systems</i>	1
7.	<i>Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching</i>	1
8.	<i>International Journal of Information and Education Technology</i>	1
9.	<i>IOP Conference Series Materials Science and Engineering</i>	1
10.	<i>Journal of Theoretical and Applied Information Technology</i>	1

Tabel 1 menunjukkan bahwa *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)* merupakan media publikasi yang paling banyak digunakan, dengan total 28 artikel. Jurnal ini memang dikenal luas sebagai wadah hasil-hasil penelitian dalam bidang fisika dan pendidikan sains, terutama dalam bentuk prosiding konferensi. Tingginya angka publikasi di jurnal ini menunjukkan bahwa tema pengembangan media pembelajaran fisika berbasis HOTS merupakan isu yang banyak diangkat dalam forum ilmiah berskala konferensi, khususnya yang berfokus pada inovasi pendidikan sains.

Di posisi kedua, *AIP Conference Proceedings* juga mencatat jumlah publikasi yang signifikan (8 artikel). Jurnal ini merupakan prosiding resmi dari American Institute of Physics yang sering memuat hasil-hasil penelitian terapan dalam pendidikan dan sains eksakta. Sama halnya dengan *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, yang menempati posisi ketiga dengan 4 artikel, jurnal ini turut menjadi media yang sering digunakan untuk publikasi topik pembelajaran berbasis teknologi dan lingkungan, termasuk pengembangan media seperti e-modul yang relevan dengan pendidikan fisika.

Sementara itu, kehadiran jurnal seperti *International Journal of Evaluation and Research in Education* mencerminkan fokus pada aspek evaluatif dari implementasi media pembelajaran, seperti efektivitas e-modul dalam meningkatkan berpikir kritis siswa. Jurnal-jurnal lainnya seperti *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching* dan *International Journal of Information and Education Technology* mengindikasikan adanya minat yang mulai berkembang terhadap topik integrasi TIK dalam pembelajaran sains di tingkat Asia Pasifik.

Menariknya, mayoritas jurnal yang masuk dalam daftar 10 besar adalah prosiding konferensi, bukan jurnal regular. Hal ini memberi gambaran bahwa tema pengembangan e-modul berbasis HOTS masih tergolong baru dan banyak dieksplorasi dalam skala diskusi akademik dan presentasi ilmiah, sebelum akhirnya dipublikasikan dalam jurnal bereputasi tinggi. Ini juga mengindikasikan bahwa penelitian di bidang ini masih sangat dinamis dan terbuka untuk dikembangkan lebih lanjut.

Dominasi publikasi dalam prosiding juga mencerminkan kecenderungan peneliti untuk mengejar diseminasi cepat terhadap gagasan atau inovasi media pembelajaran yang sedang dikembangkan. Hal ini sah saja dalam konteks eksplorasi awal, namun untuk penguatan akademik dan validitas penelitian jangka panjang, dibutuhkan peningkatan publikasi dalam jurnal-jurnal peer-reviewed dengan standar seleksi yang lebih ketat.

Selain itu, dari segi bidang ilmu, terlihat bahwa artikel-artikel tersebut tersebar dalam ranah pendidikan fisika, teknologi pembelajaran, pendidikan tinggi, dan pengembangan sumber daya manusia. Hal ini memperkuat argumen bahwa pengembangan e-modul fisika berbasis HOTS bukan sekadar inovasi teknis, tetapi juga bagian dari strategi peningkatan kualitas pembelajaran sains secara menyeluruh di era Revolusi Industri 4.0. Tabel 2 menunjukkan top 10 bidang keilmuan yang dominan.

**Tabel 2.** Top 10 Bidang Keilmuan Dominan

No	Bidang Keilmuan	Jumlah
1.	Physics and Astronomy	36
2.	Social Sciences	9
3.	Computer Sciences	4
4.	Earth and Planetary Sciences	4
5.	Engineering	4
6.	Environmental Science	4
7.	Materials Science	2
8.	Mathematics	2
9.	Decision Sciences	1
10.	Economics, Econometrics and Finance	1

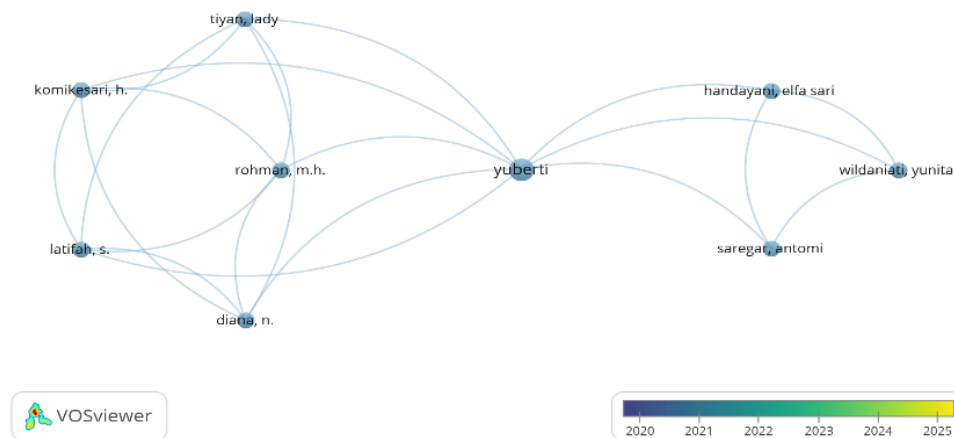
Tabel 2 menunjukkan distribusi topik artikel dalam sepuluh besar bidang keilmuan berdasarkan klasifikasi di database Scopus. Hasil ini memberikan gambaran umum tentang kecenderungan disiplin ilmu yang terlibat dalam penelitian mengenai pengembangan e-modul fisika berbasis HOTS. Dominasi bidang Physics and Astronomy (36 dokumen) menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran masih sangat terikat dengan konteks pengajaran fisika secara spesifik. Ini menunjukkan relevansi dan ketertarikan komunitas fisika terhadap topik e-modul, mengingat fisika merupakan mata pelajaran yang membutuhkan

pendekatan interaktif dan berbasis pemahaman konsep, bukan hafalan. Selanjutnya, Social Sciences menempati urutan kedua dengan 9 dokumen. Keterlibatan ilmu sosial dalam penelitian ini menandakan bahwa pengembangan e-modul tidak hanya dipandang dari aspek konten ilmiah, tetapi juga dari sisi pedagogi, psikologi belajar, hingga teknologi pendidikan yang menjadi fokus ilmu sosial-terapan. Computer Sciences (4 dokumen) juga menjadi bidang yang mendukung pengembangan media pembelajaran digital. Ini dapat dikaitkan dengan integrasi teknologi seperti penggunaan aplikasi pengembang e-modul (contohnya: Sigil, Flipbook, atau HTML5-based apps).

Bidang-bidang lain seperti Earth and Planetary Sciences, Environmental Science, dan Engineering menunjukkan bahwa aplikasi e-modul juga muncul dalam konteks pembelajaran tematik atau lintas bidang, khususnya dalam pengajaran STEM yang terintegrasi. Sementara itu, kehadiran bidang seperti Decision Sciences dan Econometrics mengindikasikan adanya beberapa pendekatan kuantitatif dan evaluatif dalam mengukur efektivitas media tersebut. Data ini memperkuat pemahaman bahwa pengembangan e-modul fisika berbasis HOTS tidak hanya menjadi ranah ilmu eksakta, namun juga melibatkan pendekatan multidisipliner, termasuk pendidikan, teknologi informasi, dan ilmu sosial.

### Visualization of online trend discussion

Analisis kolaborasi penulis penting dalam memberikan gambaran cara jejaring ilmiah terbentuk dan berkembang. Kolaborasi dalam penelitian menunjukkan bagaimana peneliti bekerja sama, serta menyoroti topik yang dominan dan penyebaran ide. Dengan memvisualisasikan hubungan antar penulis, dapat terlihat siapa saja yang paling berperan dalam memajukan riset di suatu bidang. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 4.



**Gambar 4.** Visualisasi Penulis Pengembangan Media Pembelajaran Fisika pada Tahun 2015-2025

Gambar 4 menunjukkan visualisasi jaringan kolaborasi antar-penulis dalam bidang kajian tertentu. Berdasarkan jaringan tersebut, tampak bahwa penulis dengan nama Yuberti memiliki peran sentral dalam kolaborasi penelitian. Hal ini terlihat dari posisinya yang berada di pusat jaringan dan memiliki banyak hubungan dengan penulis lain, seperti Tiyan, Lady, Komikesari, H. Rohman, M.H., hingga Wildaniati, Yunita. Jaringan kolaborasi ini terbagi menjadi dua kelompok utama yang masing-masing terdiri dari beberapa penulis, dengan Yuberti menjadi penghubung antara kedua kelompok tersebut. Warna pada garis dan simpul menunjukkan perkembangan kolaborasi dari waktu ke waktu, dengan warna biru mewakili tahun yang lebih lama (sekitar 2020) dan warna kuning menunjukkan tahun yang lebih baru (hingga 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa kolaborasi yang melibatkan Yuberti tidak hanya aktif pada tahun-tahun sebelumnya, tetapi juga berlanjut hingga saat ini.

Dalam literatur ilmiah, analisis kata kunci sangat penting untuk memahami fokus utama dan arah penelitian suatu bidang. Frekuensi kemunculan kata kunci menunjukkan pentingnya topik dan prioritas riset yang sedang berkembang. Selain itu, keterkaitan antar kata kunci dapat membantu memetakan struktur pengetahuan dan menemukan area baru untuk eksplorasi tematik yang lebih dalam. Sebagaimana yang tertera pada Tabel 3, menampilkan sepuluh kata kunci yang paling sering digunakan dalam literatur terkait.

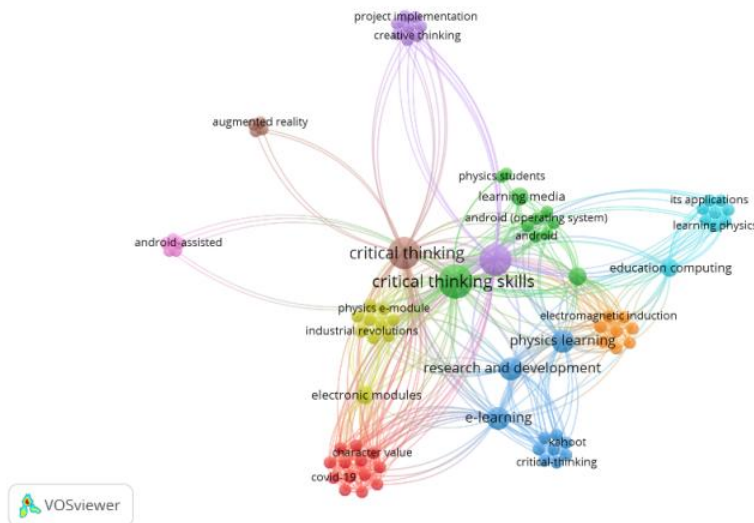
Tabel 3. Kata Kunci, Kejadian dan Total Kekuatan Tautan Pengembangan Media Pembelajaran di 10 Tahun Terakhir

Keyword	Occurrences	Total Link Strength
Students	6	74
Critical Thinkig Skills	7	73
Critical Thinking	6	65
e-Learning	3	42
Research and Development	3	38
Physics Learning	3	36
Electronic Modules	2	30
High School Students	2	25
Education Computing	2	24
Character Value	1	17

Tabel 3 menunjukkan publikasi dalam 10 tahun terakhir, diperoleh data mengenai kata kunci yang paling sering muncul dan memiliki kekuatan keterkaitan tertinggi dalam pengembangan media pembelajaran. Tiga kata kunci utama yang paling dominan adalah *Students*, *Critical Thinking Skills*, dan *Critical Thinking*. Kata *Students* memiliki total kekuatan tautan (*Total Link Strenght*) tertinggi yaitu 74, dengan 6 kali kemunculan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian sangat berorientasi pada peran aktif siswa sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran berbasis media digital. Kata *Critical Thinking Skills* muncul sebanyak 7 kali dengan kekuatan tautan sebesar 73, menandakan bahwa pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan salah satu fokus utama dalam desain media pembelajaran, terutama e-modul. Sementara itu, *Critical Thinking* yang juga muncul 6 kali dengan link strength sebesar 65 menunjukkan bahwa istilah ini digunakan dalam berbagai konteks, baik secara eksplisit maupun implisit, dalam kerangka penguatan kemampuan berpikir analitis, evaluatif, dan kreatif.

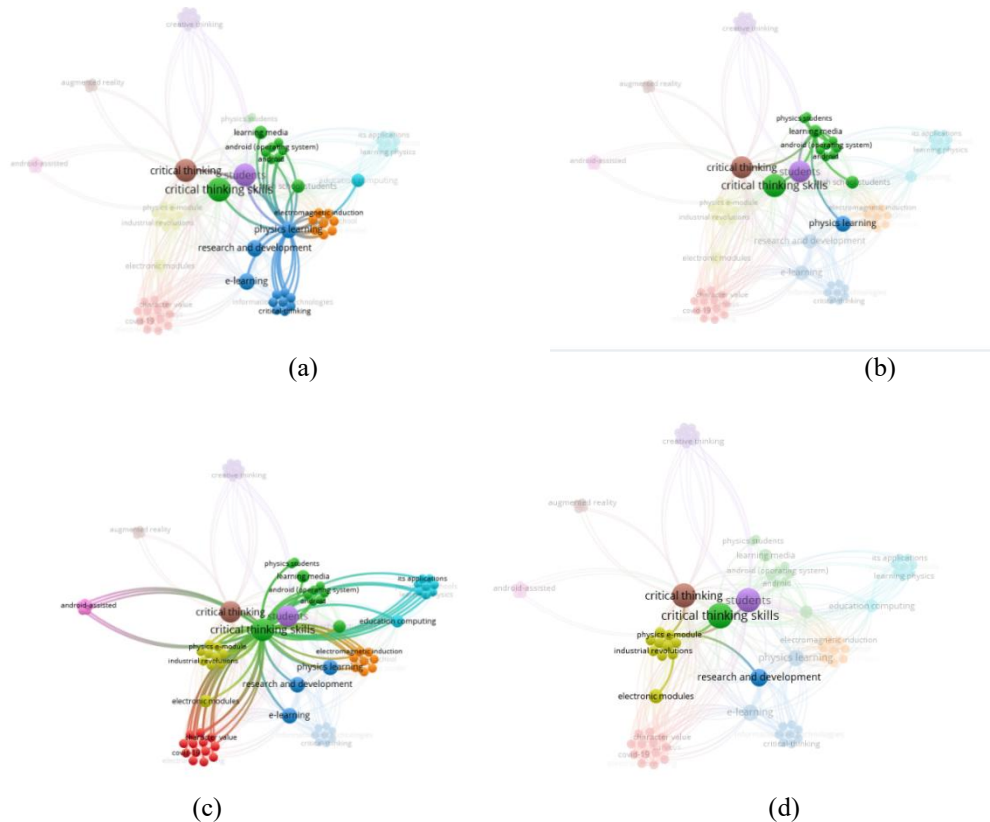
Selain tiga kata kunci utama tersebut, muncul juga beberapa kata kunci pendukung seperti *e-Learning* (*occurrences*: 3; *strenght*: 4), *Research and Development* (3; 38), dan *Physics Learning* (3; 36). Ketiganya memperlihatkan bahwa pengembangan media pembelajaran sering kali terintegrasi dengan pendekatan digital dan berbasis riset, khususnya dalam konteks pendidikan fisika. Kata kunci *Electronic Modules*, *High School Students*, dan *Education Computing* juga muncul secara signifikan, yang menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan ditujukan untuk siswa tingkat SMA dengan dukungan teknologi komputasi pendidikan sebagai platform utamanya. Sementara itu, kemunculan kata *Character Value* meskipun hanya muncul satu kali dengan kekuatan tautan sebesar 17, tetap menunjukkan bahwa aspek pembentukan karakter sudah mulai dimasukkan dalam pengembangan media pembelajaran, meskipun masih terbatas.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan media pembelajaran dalam dekade terakhir memiliki pola kuat yang berfokus pada pemberdayaan siswa melalui pendekatan berbasis teknologi dan penguatan kemampuan berpikir kritis. Kata kunci yang sering muncul menunjukkan adanya keterkaitan antara isi, pendekatan, dan tujuan media pembelajaran yang saling mendukung. Temuan ini sejalan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada pembelajaran yang aktif, mandiri, serta mampu membentuk karakter dan daya pikir tinggi pada peserta didik. Terdapat pula kemampuan yang perlu dikembangkan oleh siswa pada abad 21 yakni kemampuan kreativitas, kemampuan mengkonstruksi pengetahuan, pemecahan masalah, penguasaan materi pembelajaran, hingga kemampuan berpikir kritis (Apriliani, E., Afandi, A., & Marlina, R., 2021). Kemudian untuk visualiasi media pembelajaran fisika ditampilkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi Pengembangan Media Pembelajaran Fisika

Gambar 5 merupakan visualisasi jaringan co-occurrence dari kata kunci yang sering muncul dalam publikasi. Terlihat bahwa istilah *critical thinking* dan *critical thinking skills* menjadi pusat dari jaringan, menunjukkan bahwa topik tersebut merupakan fokus utama dalam penelitian-penelitian yang dianalisis. Kata kunci lain yang sering muncul dan memiliki hubungan erat dengan topik utama mencakup *research and development*, *physics learning*, *learning media*, *e-learning*, serta *android-assisted*. Selain itu, tampak adanya beberapa cluster atau kelompok topik yang berbeda warna, yang menandakan adanya pembagian tema atau fokus dalam penelitian, seperti penggunaan teknologi (*augmented reality*, *android*), pengembangan modul fisika (*electronic modules*, *physics e-module*), dan konteks pendidikan modern (*industrial revolutions*, *covid-19*). Hubungan yang rapat antar-kata kunci menunjukkan bahwa penelitian-penelitian tersebut saling berkaitan dalam konteks pengembangan pembelajaran fisika berbasis keterampilan berpikir kritis.



Gambar 6. Visualisasi Hubungan Variabel (a) Physics Learning, (b) Learning Media, (c) Critical Thingking Skills, (d) Physics e-Module

Gambar 6a menunjukkan visualisasi jaringan kedua dari hasil analisis VOSviewer. Hal ini menegaskan bahwa kata kunci *critical thinking* dan *critical thinking skills* menempati posisi sentral dalam struktur jaringan pengetahuan. Ini menunjukkan bahwa tema berpikir kritis menjadi fokus utama dalam berbagai penelitian yang dianalisis. Kata kunci tersebut terhubung kuat dengan beberapa istilah lain yang memiliki hubungan konseptual dan aplikatif, seperti *students*, *learning media*, serta *physics e-module*. Keterhubungan ini mencerminkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis banyak dikaji dalam konteks pendidikan, khususnya dalam pembelajaran fisika yang berbasis media dan modul elektronik. Cluster dengan warna kuning menampilkan istilah seperti *physics e-module*, *industrial revolutions*, dan *electronic modules*. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan modul fisika elektronik menjadi bagian penting dalam adaptasi pembelajaran terhadap era Revolusi Industri 4.0. Modul tersebut digunakan sebagai sarana untuk mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21, salah satunya berpikir kritis. Modul elektronik tidak berdiri sendiri, tetapi memiliki keterhubungan kuat dengan elemen seperti *research and development* dan *physics learning* yang berada dalam cluster berwarna biru. Hal ini menandakan bahwa pembuatan modul tersebut juga didasarkan pada penelitian dan pengembangan (R&D), serta diterapkan secara nyata dalam kegiatan pembelajaran fisika. Selain itu, terlihat bahwa topik-topik seperti *augmented reality*, *android-assisted*, dan *creative thinking* muncul sebagai cluster terpisah yang lebih kecil, namun tetap terhubung ke tema utama. Ini menunjukkan adanya keragaman pendekatan teknologi yang digunakan untuk mendukung pembelajaran, meskipun mungkin frekuensinya lebih rendah. Hubungan antar kata kunci dalam jaringan ini memberikan gambaran bahwa integrasi media digital, inovasi teknologi, dan pengembangan keterampilan kognitif tingkat tinggi menjadi tren utama dalam dunia pendidikan, khususnya dalam mata pelajaran fisika.

Gambar 6.b memvisualisasikan jaringan yang ditampilkan merupakan hasil analisis bibliometrik menggunakan data dari Scopus, dengan fokus pada kata kunci yang sering muncul dalam publikasi terkait. Terlihat bahwa kata kunci *critical thinking* dan *critical thinking skills* menjadi pusat utama dalam jaringan ini, ditunjukkan oleh ukuran lingkarannya yang besar dan posisinya yang berada di tengah. Hal ini menunjukkan bahwa topik berpikir kritis merupakan fokus utama atau paling dominan dalam kumpulan artikel yang dianalisis. Kata kunci ini memiliki banyak keterhubungan dengan topik-topik lain seperti *students*, *learning media*, dan *physics learning*, menandakan keterkaitan erat antara pengembangan keterampilan berpikir kritis dengan konteks pembelajaran dan peserta didik. Selanjutnya, terdapat beberapa cluster yang mewakili kelompok tematik berbeda, yang ditandai dengan warna yang berbeda. Sebagai contoh, cluster hijau memuat kata kunci seperti *learning media*, *android (operating system)*, dan *physics students* yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Android merupakan pendekatan yang cukup dominan dalam pembelajaran fisika dan berkaitan erat dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis. Di sisi lain, cluster biru yang memuat *physics learning* terhubung dengan istilah seperti *research and development* serta *electromagnetic induction*, mengindikasikan bahwa pengembangan materi pembelajaran berbasis eksperimen atau pengembangan konten juga menjadi fokus dalam studi-studi tersebut. Selain itu, terdapat cluster lain yang lebih spesifik seperti *e-learning*, *electronic modules*, *augmented reality*, dan *creative thinking* yang menunjukkan keragaman pendekatan dan inovasi dalam pengembangan pembelajaran. Kehadiran kata kunci seperti *covid-19* dan *industrial revolution* juga menunjukkan bahwa beberapa studi berupaya menyesuaikan metode pembelajaran dengan kondisi dan tantangan global. Secara keseluruhan, visualisasi ini menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan berpikir kritis menjadi tema sentral dalam berbagai penelitian, yang banyak dikaitkan dengan media pembelajaran inovatif seperti e-modul, Android, dan teknologi digital lainnya, khususnya dalam konteks pembelajaran fisika.

Gambar 6.c memperlihatkan hasil *network visualization* dari data bibliometrik yang menunjukkan keterkaitan antar-kata kunci yang sering muncul dalam literatur. Kata kunci *critical thinking skills* kembali menempati posisi paling sentral dalam jaringan, yang menandakan bahwa tema ini menjadi pusat perhatian utama dalam penelitian yang dianalisis. Ukuran lingkarannya yang besar dan jumlah garis koneksi yang banyak menunjukkan frekuensi tinggi dan keterhubungan luas dengan berbagai topik lain. Selain itu, kata *students* dan *critical thinking* juga tampak dominan dan saling terkait kuat, menunjukkan bahwa pembahasan mengenai berpikir kritis banyak difokuskan pada subjek siswa atau peserta didik. Dalam jaringan ini, terlihat pembagian topik ke dalam beberapa cluster warna yang menandai kelompok tema yang berkorelasi. Misalnya, cluster hijau berisi kata kunci seperti *students*, *android (operating system)*, dan *learning media*, yang menandakan adanya fokus pada penggunaan teknologi Android dalam proses pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis. Sementara itu, cluster biru muda berisi kata kunci seperti *education computing*, *learning physics*, dan *its applications*, menunjukkan keterkaitan antara



Gambar 7 menunjukkan visualisasi jaringan yang ditampilkan menggambarkan hubungan antar kata kunci dari berbagai publikasi yang telah dianalisis. Terlihat bahwa kata *critical thinking skills* (kemampuan berpikir kritis) menjadi pusat dari peta jaringan ini, ditunjukkan dengan ukuran node yang paling besar dan banyaknya garis penghubung ke kata kunci lainnya. Ini menunjukkan bahwa topik kemampuan berpikir kritis adalah yang paling dominan dan sering muncul dalam literatur yang digunakan. Di sekitar pusat, terdapat beberapa klaster dengan warna berbeda yang menunjukkan kelompok tema yang saling berkaitan. Klaster berwarna coklat tua, yang memuat kata *critical thinking skills* dan *critical thinking*, menjadi inti dari peta dan terhubung erat dengan klaster lain. Klaster hijau menampilkan kata kunci seperti *students*, *learning media*, dan *android*, yang mengindikasikan fokus pada pembelajaran berbasis teknologi dan keterlibatan siswa secara langsung dalam proses pendidikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis banyak dikaitkan dengan penggunaan media pembelajaran modern, seperti aplikasi Android. Sementara itu, klaster biru menonjolkan kata kunci seperti *e-learning*, *research and development*, dan *physics learning*, yang mencerminkan keterkaitan antara pembelajaran fisika, pengembangan riset, dan penerapan teknologi digital. Klaster ini memperkuat temuan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis riset dan teknologi memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hubungan antar klaster ditunjukkan oleh garis-garis yang saling mengaitkan, memperlihatkan bahwa tema-tema seperti *electronic modules*, *industrial revolutions*, hingga *education computing* saling bersinggungan dalam membentuk suatu ekosistem pembelajaran yang inovatif dan terintegrasi. Secara keseluruhan, visualisasi ini menggambarkan bahwa kemampuan berpikir kritis tidak berdiri sendiri, melainkan sangat terkait dengan inovasi dalam pembelajaran, keterlibatan siswa, dan penggunaan teknologi pendidikan.

### Ulasan 5 Artikel Pengembangan Media Pembelajaran Fisika

Tinjauan ini berfokus pada bidang pendidikan fisika dengan menelaah lima publikasi teratas yang paling banyak dikutip dan berpengaruh terhadap penelitian mengenai pengembangan media pembelajaran fisika selama sepuluh tahun terakhir. Setiap artikel dianalisis berdasarkan hasil temuan dan rekomendasi yang disampaikan oleh peneliti. Hasil analisis terhadap lima artikel teratas mengenai pengembangan media pembelajaran fisika.

**Tabel 4.** Ulasan Artikel Pengembangan Media Pembelajaran

Penulis	Temuan	Rekomendasi
Handayani, E. S., dkk (2021)	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul fisika berbasis pendekatan STEM guna melatih keterampilan berpikir kritis mahasiswa calon guru fisika. Penelitian dilakukan menggunakan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, Disseminate), namun hanya sampai tahap desain produk. Subjek penelitian adalah 26 mahasiswa Pendidikan Fisika di UIN Raden Intan Lampung. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami materi termodinamika, sebagian besar belum pernah menggunakan e-modul, dan mengungkapkan kebutuhan akan media pembelajaran yang interaktif dan mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis. E-modul yang dirancang mengintegrasikan unsur STEM dan direncanakan berisi animasi, audio, video, serta soal latihan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan e-modul berbasis STEM sangat potensial sebagai solusi pembelajaran inovatif abad ke-21.	Rekomendasi dari penelitian ini adalah agar e-modul yang telah dirancang dilanjutkan ke tahap validasi ahli dan uji coba terbatas untuk memastikan efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa.
Rahmayani, F., dkk (2024)	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-book fisika berbasis pendekatan STEM yang terintegrasi dengan teknologi Augmented Reality (AR) guna meningkatkan keterampilan berpikir	Rekomendasi dari penelitian ini adalah agar media seperti ini diperluas penggunaannya untuk materi fisika lainnya dan diimplementasikan secara lebih luas di sekolah-sekolah menengah sebagai bagian

Penulis	Temuan	Rekomendasi
	<p>kritis dan kemampuan representasi ganda siswa. Pengembangan dilakukan menggunakan model ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate), dan pengujian efektivitas dilakukan melalui desain eksperimen pretest-posttest pada tiga kelas berbeda di SMP Negeri di Kerinci, Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan e-book AR lebih efektif dibanding e-book PDF dan buku cetak biasa. Kelas eksperimen yang menggunakan e-book AR memperoleh peningkatan skor yang signifikan dalam keterampilan berpikir kritis dan multi-representasi, dengan kontribusi eta squared sebesar 78,7%. Validasi dari enam ahli menyatakan bahwa media yang dikembangkan masuk dalam kategori “sangat layak”. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi AR dalam e-book fisika berbasis STEM dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains.</p>	<p>dari transformasi digital pendidikan.</p>
<p>Santoso, A. M., dkk (2021).</p>	<p>Artikel ini membahas pengembangan lembar kerja siswa (LKS) berbasis Project Based Learning (PjBL) yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTs) dan keterampilan manajemen waktu. Penelitian dilakukan dengan model Plomp yang mencakup tahap preliminary, prototyping, dan assessment. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam kategori sedang, serta peningkatan keterampilan manajemen waktu dengan nilai effect size sangat tinggi (14,18). Terdapat korelasi positif yang kuat antara HOTs dan manajemen waktu (<math>r = 0,82</math>). Penelitian ini menegaskan pentingnya integrasi pembelajaran berbasis proyek yang terstruktur dalam mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pengelolaan waktu.</p>	<p>Rekomendasi dari penelitian ini adalah agar PjBL terus dikembangkan untuk mata kuliah lain, terutama dalam mempersiapkan mahasiswa menjadi pendidik yang inovatif dan mandiri.</p>
<p>Sani, D. M. (2021)</p>	<p>Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan guru fisika terhadap pengembangan e-modul berbasis kearifan lokal dalam konteks pembelajaran daring selama pandemi COVID-19. Menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data berupa angket dan wawancara, penelitian melibatkan 20 guru fisika di wilayah Soloraya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 95% guru merasa sangat membutuhkan media pembelajaran dalam bentuk e-modul yang mengintegrasikan nilai-nilai lokal dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan karakter siswa.</p>	<p>Penelitian ini menyoroti perlunya media yang tidak hanya informatif tetapi juga kontekstual dan relevan dengan lingkungan siswa. Rekomendasi dari penelitian ini adalah dilakukannya pengembangan e-modul lokal berbasis pencarian informasi secara kolaboratif untuk mendukung pembelajaran daring yang efektif dan bermakna.</p>
<p>Wenno, I. H., dkk (2022)</p>	<p>Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran fisika dengan pendekatan saintifik guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Model pengembangan yang digunakan</p>	<p>Rekomendasi dari penelitian ini adalah agar perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik diimplementasikan secara luas sebagai strategi peningkatan mutu pembelajaran fisika di</p>

Penulis	Temuan	Rekomendasi
	adalah 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) dengan melibatkan validasi ahli, uji keterbacaan, dan uji coba terbatas serta skala besar. Produk yang dikembangkan meliputi RPP, bahan ajar, dan instrumen tes berpikir kritis. Hasil validasi menunjukkan bahwa semua perangkat berada pada kategori baik dan sangat baik. Uji keterbacaan menunjukkan bahwa materi mudah dipahami siswa. Uji efektivitas menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis pada kategori sedang hingga tinggi.	sekolah.

### Dampak Kajian terhadap Praktik Pembelajaran dan Arah Penelitian

Hasil sintesis bibliometrik dalam studi ini memperlihatkan terhadap 10 artikel terpilih dan pemetaan data bibliometrik menggunakan VOSviewer, ditemukan bahwa tren publikasi masih didominasi oleh jurnal prosiding, seperti *Journal of Physics: Conference Series* dan *AIP Conference Proceedings*. Hal ini mengindikasikan bahwa topik ini masih banyak dibahas dalam forum akademik dan belum seluruhnya masuk dalam jurnal bereputasi tinggi. Namun demikian, penyebaran kata kunci menunjukkan keterkaitan erat antara konsep HOTS dengan penggunaan e-modul, media digital, dan strategi pembelajaran aktif, seperti project-based learning (PjBL), discovery learning, serta pendekatan STEM. Hal tersebut sejalan dengan kebutuhan pendidikan pada abad 21, yang membutuhkan strategi pembelajaran yang aktif seperti PjBL sebab menurut Undari, M. (2023) PjBL dapat meningkatkan keterampilan salah satunya berpikir kritis.

Bidang keilmuan yang mendominasi dalam dokumen yang dianalisis antara lain adalah fisika dan astronomi, ilmu sosial, pendidikan, serta ilmu komputer. Temuan ini mencerminkan bahwa pengembangan e-modul fisika tidak hanya dilihat sebagai inovasi teknologi semata, melainkan sebagai produk kolaboratif antara pedagogi, konten disiplin ilmu, dan teknologi digital. Visualisasi kata kunci memperlihatkan bahwa istilah *students*, *critical thinking skills*, dan *learning media* menjadi pusat konektivitas dalam jaringan penelitian, menunjukkan bahwa peran peserta didik sebagai subjek aktif dan pengembangan keterampilan kognitif tingkat tinggi menjadi perhatian utama para peneliti.

Temuan penting lainnya menunjukkan bahwa penelitian e-modul fisika berbasis HOTS saat ini tidak hanya berfokus pada media sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai strategi untuk membangun pemikiran kritis, mengembangkan karakter siswa, dan memfasilitasi pembelajaran yang fleksibel dan kontekstual. Analisis bibliometrik yang dilakukan berhasil mengungkap tidak hanya siapa dan apa yang mendominasi penelitian ini, tetapi juga bagaimana ide-ide dalam pengembangan e-modul berjejaring dalam satu peta keilmuan yang semakin kompleks dan relevan dengan tantangan pendidikan saat ini.

Namun demikian, hasil analisis juga mengungkap adanya ruang pengembangan yang masih terbuka lebar dalam kajian pengembangan e-modul fisika berbasis HOTS, terutama dalam hal integrasi nilai-nilai kearifan lokal dan keberlanjutan penerapannya di lingkungan nyata. Meskipun hasil penelitian menunjukkan dominasi kata berpikir kritis dan teknologi digital, pengembangan e-modul masih banyak dipublikasikan melalui prosiding konferensi dan belum sepenuhnya menjangkau jurnal bereputasi yang mencerminkan kedalaman kajian akademik (Santoso, A. M., dkk 2021). Lebih lanjut, integrasi nilai-nilai kearifan lokal yang merepresentasikan budaya belajar siswa Indonesia, seperti kerja sama, kepedulian sosial, dan ketekunan, masih jarang diimplementasikan dalam desain e-modul, padahal memiliki potensi besar dalam memperkuat pembentukan karakter dan meningkatkan makna pembelajaran (Sani, 2021). Oleh karena itu, arah penelitian selanjutnya perlu mendorong pendekatan multidisipliner dan kontekstual berbasis kearifan lokal serta memperkuat kolaborasi antara dunia pendidikan, teknologi, dan budaya agar pengembangan e-modul tidak hanya bersifat teknologis, tetapi juga edukatif, aplikatif, dan berkelanjutan dalam konteks pendidikan abad ke-21.

### KESIMPULAN

Pengembangan e-modul fisika berbasis HOTS menjadi fokus utama dalam pendidikan abad 21, dengan tren publikasi dominan di jurnal prosiding. Analisis bibliometrik menunjukkan keterkaitan erat antara e-modul, keterampilan berpikir kritis, media digital, dan strategi aktif seperti PjBL dan STEM. Penelitian ini bersifat multidisipliner dan menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam pembelajaran kontekstual dan

fleksibel. Pengembangan e-modul fisika berbasis HOTS memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan baik dalam ranah penelitian maupun implementasi di kelas. Kolaborasi antara pendekatan pedagogis inovatif, integrasi teknologi, dan perhatian terhadap karakteristik siswa menjadi fondasi utama dalam memperkuat posisi e-modul sebagai solusi pembelajaran abad ke-21 yang efektif, kontekstual, dan berkelanjutan. Namun, cakupan kajian ini masih terbatas pada satu sumber data dan belum mencakup analisis kualitatif yang dapat memberikan pemahaman lebih mendalam. Keterbatasan tersebut membuka peluang untuk pengembangan penelitian selanjutnya dengan pendekatan yang lebih kontekstual dan menggunakan metode yang beragam. Eksplorasi terhadap isu-isu lokal dan integrasi unsur budaya dalam pembelajaran juga menjadi landasan penting untuk memperluas efektivitas penerapan media pembelajaran di berbagai konteks penerapan.

#### KONTRIBUSI PENULIS

**Syafria Nur Hariyanti:** Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, dan Writing - Original Draft; **Usfin Hikmawati:** Conceptualization, Formal Analysis, Resources, dan Writing - Original Draft; **Bugar Ali Yunanto:** Formal Analysis, Resources, dan Data Curation; **Fitria Rahmawati:** Data Curation, Writing - Original Draft, dan Visualization; **Wirawan Fadly:** Validation, Supervision, dan Project Administration; **Julianto:** Validation, Supervision, dan Project Administration; **serta Utama Alan Deta:** Validation, Supervision, dan Project Administration. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

#### PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

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

#### PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

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

#### PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. ChatGPT digunakan untuk *Brainstroming* ide dan Grammarly untuk koreksi tata dan gaya bahasa. 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

- Abraham, I., Tjalla, A., & Indrajit, R.E. (2021). HOTS (high order thinking skill) dalam paedagogik kritis. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, *5*(3), 420-426. DOI: <http://dx.doi.org/10.58258/jisip.v5i3.2211>.
- Ainy, F.Z.Q. & Effane, A. (2023). Peran kurikulum dan fungsi kurikulum. *Karimah Tauhid*, *2*(1), 153-156. DOI: <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v2i1.7712>.
- Apriliani, E., Afandi, A., & Marlina, R. (2021). Memberdayakan keterampilan berpikir kritis di era abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan 2020*, *2*, 1045-1052.
- Handayani, E.S., Saregar, A., & Wildaniati, Y. (2021). Development of STEM-integrated physics e-module to train critical thinking skills: The perspective of preservice teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, *1796*(1), 012100. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012100>.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan bahan ajar*. Malang: Bumi Aksara.
- Mani, N.S., Cawley, M.A., Dodd, A., & Hayes, B.E. (2022). Applying bibliometrics to examine research output and highlight collaboration. In *Handbook of Research on Academic Libraries as Partners in Data Science Ecosystems* (pp. 75-101). Hershey: IGI Global Scientific Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9702-6.ch005>.
- Rahmayani, F., Kuswanto, H., & Rahmat, A.D. (2024). Development of e-book integrated augmented reality based on STEM approaches to improve critical thinking and multiple representation skills in learning physics. *IJJET*, *14*(4), 632-641. DOI: <https://doi.org/10.18178/ijjet.2024.14.4.2087>.

- Sani, D.M. (2021). The needs analysis for the development of electronic learning module (e-module) based on local wisdom information search in senior high schools' physics online learning during COVID-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, **1796**(1), 012020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012020>.
- Santoso, A.M., Primandiri, P.R., Zubaidah, S., & Amin, M. (2021). The development of students' worksheets using project based learning (PjBL) in improving higher order thinking skills (HOTS) and time management skills of students. *Journal of Physics: Conference Series*, **1806**(1), 012173. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012173>.
- Setiawati, W., Asmira, O., Ariana, Y., Bestary, R., & Pudjiastuti, A. (2019). *Buku Penilaian Berorientasi Higher Order Thinking Skills*. Jakarta: Kemendikbud.
- Sujanem, R., Suwindra, I.N.P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas e-modul fisika berbasis masalah berbantuan simulasi phet dalam ujicoba terbatas untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, **12**(2), 181-191. DOI: <https://doi.org/10.23887/jjpf.v12i2.54395>.
- Suliyannah, Adelia, B.D., Jauhariyah, M.N.R., Mahtari, S., Saregar, A., & Deta, U.A. (2021). A bibliometric analysis of minimum competency assessment research with VOSViewer related to the impact in physics education on 2019-2020. *Journal of Physics: Conference Series*, **2110**(1), 012022. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2110/1/012022>.
- Undari, M. (2023). Pengaruh penerapan model PJBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan abad 21. *Jurnal Tunas Bangsa*, **10**(1), 25-33. DOI: <https://doi.org/10.46244/tunasbangsa.v10i1.1970>.
- Wenno, I.H., Limba, A., & Silahoy, Y.G.M. (2022). The development of physics learning tools to improve critical thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, **11**(2), 863-869. DOI: <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.21621>.
- Yanuarti, E.A., & Suprpto, N. (2021). Ten years of research on history of science (physics): A bibliometric analysis. *Studies in Philosophy of Science and Education*, **2**(1), 7-16. DOI: <https://doi.org/10.46627/sipose.v2i1.66>.