

Analisis Bibliometrik: Tren Penelitian Alat Peraga Energi Terbarukan pada Tahun 2020-2025

Desy Tri Sekarwahyu^{1#}, Abd. Kholid²

^{1,2}Universitas Negeri Surabaya

#Email: desytri.21038@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tren dan perkembangan kajian mengenai penggunaan alat peraga dalam pembelajaran energi terbarukan dengan pendekatan analisis bibliometrik. Penelitian dilakukan merupakan penelitian study literatur dengan menggunakan metode analisis bibliometrik. Data diperoleh dari publikasi ilmiah selama satu dekade terakhir (2015–2025) sebanyak 300 jurnal nasional melalui pencarian pada Google Scholar menggunakan kata kunci “alat peraga”, “media pembelajaran”, “energi terbarukan”, dan kata kunci relevan lainnya. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer dengan tiga jenis visualisasi utama, yaitu network visualization, overlay visualization, dan density visualization. Hasil network visualization menunjukkan bahwa “alat peraga” menjadi pusat utama dalam jaringan, yang terhubung erat dengan topik-topik seperti “media pembelajaran”, “energi terbarukan”, dan “fisika”. Overlay visualization menunjukkan pergeseran tren dari fokus pedagogis di awal (2021–2022) menuju penerapan teknologi spesifik seperti PLT, tenaga surya, dan tenaga angin pada tahun-tahun terakhir (2023). Sementara itu, density visualization menguatkan temuan bahwa topik “alat peraga” dan “medium” memiliki kepadatan tertinggi, menandakan dominasi dan relevansi yang kuat dalam literatur. Temuan ini menunjukkan bahwa penelitian terkait alat peraga dalam pembelajaran energi terbarukan masih sangat berkembang dan terbuka untuk eksplorasi lebih lanjut, khususnya dalam mengintegrasikan teknologi energi alternatif dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

Kata kunci: Bibliometrik, *VOSviewer*, alat peraga, energi terbarukan, media pembelajaran, tren penelitian.

Abstract

This study aims to map trends and developments in research on the use of teaching aids in renewable energy education using a bibliometric analysis approach. Data were obtained from scientific publications over the past decade (2015–2025) through a search on Google Scholar using the keywords “teaching aids,” “learning media,” “renewable energy,” and other relevant keywords. The analysis was conducted using VOSviewer software with three main types of visualization: network visualization, overlay visualization, and density visualization. The network visualization results show that “teaching aids” are the central hub in the network, closely connected to topics such as “learning media,” “renewable energy,” and “physics.” Overlay visualization shows a shift in trends from an initial pedagogical focus (2021–2022) toward the application of specific technologies such as PLT, solar power, and wind power in recent years (2023). Meanwhile, density visualization reinforces the finding that the topics “teaching aids” and “medium” have the highest density, indicating strong dominance and relevance in the literature. These findings suggest that research on teaching aids in renewable energy education is still evolving and open to further exploration, particularly in integrating alternative energy technologies into 21st-century learning contexts.

Keywords: Bibliometrics, *VOSviewer*, teaching aids, renewable energy, learning media, research trends.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi berkembang begitu cepat dalam kurun waktu beberapa dekade belakangan. Perkembangan tersebut terjadi secara signifikan semenjak ditemukannya komputer dan jaringan internet (Fricticarani, Hayati, Ramdani, Hoirunisa, & Rosdalina , 2023). Perkembangan teknologi juga

membawa perubahan yang mendalam terhadap kehidupan manusia di seluruh dunia mulai dari aspek ekonomi, kebudayaan, komunikasi, politik bahkan pendidikan (Maritsa, Salsabila, Wafiq, Anindya, & Ma'shum, 2021). Pada masa lampau teknologi yang digunakan masih sangat sederhana. Dalam aspek industri, hampir seluruh kegiatan produksi dilakukan

secara manual menggunakan tenaga manusia dan hewan. Namun seiring berkembangnya teknologi, tenaga manusia dan hewan mulai tergantikan oleh mesin-mesin canggih (Gulo, 2023). Peralihan ini memberikan dampak yang besar pada jenis pekerjaan manusia dengan tingkat keterampilan menengah dan rendah. Situasi tersebut mengharuskan setiap manusia untuk membekali diri dan memiliki potensi yang berkualitas agar mampu bersaing di era yang serba modern ini (Mukhadis, 2013). Hal ini tidak hanya mencakup penguasaan teknologi dan informasi, namun juga keterampilan abad ke-21. Manusia pada era ini harus memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, karakter, komunikasi dan kewarganegaraan untuk dapat bertahan dalam menghadapi dinamika kehidupan yang semakin beragam dan kompleks (Wijayanto, Sutriani, & Luthfi, 2020).

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang penting untuk dimiliki oleh seluruh manusia pada masa kini. Menurut Facione (2011) berpikir kritis merupakan kemampuan untuk berpikir logis, reflektif, dan konstruktif guna mengevaluasi suatu situasi secara objektif serta mengambil keputusan yang tepat dan bijaksana. Keterampilan berpikir kritis menjadi sangat penting di masa ini karena membantu seseorang dalam menilai informasi secara tepat, mempertimbangkan bukti dan mengenali kesalahan dalam sebuah argumen. Dengan kemampuan ini, seseorang dapat menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dengan efektif (Utami, 2022). Di dunia pendidikan, keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi penting yang harus dikuasai oleh peserta didik. (Ariadila, Silalahi, Fadiyah, Jamaludin, & Setiawan, 2023). Kemampuan ini mendukung proses belajar yang lebih mendalam, analitis, dan reflektif, serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi berbagai tantangan di kehidupan.

Keterampilan berpikir kritis tercermin dalam pembelajaran abad ke-21. Pembelajaran abad ke-21 memiliki tujuan untuk mendorong pengembangan kemampuan berpikir peserta didik, termasuk di dalamnya keterampilan berpikir kritis (Susilawati, Agustinasari, Samsudin, & Siahaan, 2020). Kurikulum Merdeka hadir untuk membantu pendidikan agar lebih relevan dengan kebutuhan pada masa kini. Kurikulum ini dirancang dengan mempertimbangkan minat dan potensi peserta didik yang beragam. Melalui pendekatan kreatif dan pemecahan masalah dengan melibatkan berbagai cabang ilmu, peserta didik didorong untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara optimal (Kollo & Suciptaningsih, 2024). Dengan demikian, kurikulum merdeka berperan dalam mendukung pengembangan kemampuan abad ke-21 pada peserta didik seperti keterampilan berpikir kritis (Usilo, 2022).

Kurikulum merdeka memberikan peluang terciptanya pembelajaran yang berorientasi pada

peserta didik sebagai subjek utama dalam proses pembelajaran (Elitasari, 2022). Pembelajaran tersebut selaras dengan pendekatan pembelajaran sains yang mendorong eksplorasi, observasi, dan pemecahan masalah secara mandiri. Pembelajaran sains tidak hanya menekankan pada aktivitas praktis, namun juga mendorong peserta didik untuk berpikir secara aktif dan mendalam dalam memahami berbagai fenomena alam melalui penerapan metode ilmiah yang sistematis (Yuliati & Saputra, 2019). Dalam pembelajaran fisika, penerapan metode ilmiah membantu peserta didik dalam mengembangkan pemahaman yang mendalam terhadap konsep-konsep fisika seperti gaya, energi, dan fluida melalui proses pengamatan dan penalaran. Dengan demikian peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, namun juga terlatih dalam berpikir kritis ketika mengevaluasi hubungan sebab-akibat dalam berbagai fenomena fisika yang terjadi dalam kehidupan.

Fisika merupakan salah satu dasar ilmu yang menjelaskan berbagai fenomena yang ada di alam (Kumar, Kumar, & Lakshmi, 2022). Ilmu fisika menjadi salah satu mata pelajaran yang penting karena penerapannya dapat ditemukan di kehidupan sehari-hari. Hal ini seharusnya mendorong peserta didik untuk lebih bersemangat dan tekun dalam mempelajari berbagai konsep fisika. Namun dalam praktiknya banyak peserta didik yang memandang fisika sebagai pelajaran yang sulit dipahami karena banyaknya rumus dan beberapa konsep yang dianggap abstrak (Samudra, Suastra, & Suma, 2014). Kesulitan tersebut dapat diminimalkan melalui penerapan pembelajaran fisika yang dirancang secara tepat dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. salah satu upaya yang dapat mendukung penerapan pembelajaran fisika yang efektif adalah dengan memanfaatkan alat peraga sebagai media pembelajaran yang menarik dan konkret (Sari, Uspayanti, & Dinata, 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, energi terbarukan menjadi salah satu perhatian global yang mendesak untuk diintegrasikan dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran fisika. Konsep energi terbarukan sangat relevan diajarkan melalui pendekatan kontekstual sehingga peserta didik mampu memahami secara teoritis dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2020) mengenai pengembangan *solar-cell kit* terbukti bahwa alat yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi konversi energi dan sumber energi alternatif (Lestari & Sucayyo, 2023). Namun, kajian yang memetakan tren dan perkembangan penelitian alat peraga energi terbarukan dalam konteks pendidikan fisika selama periode 2020-2025 masih terbatas. Padahal pada periode tersebut terjadi transformasi pendidikan nasional melalui kurikulum merdeka yang mendorong integrasi isu perubahan iklim dalam pembelajaran

lintas disiplin. Kemendikbudristek secara resmi mendorong integrasi isu perubahan iklim ke dalam kurikulum sebagai upaya untuk mendorong peserta didik sebagai agen perubahan di masa depan untuk melakukan aksi nyata menghadapi permasalahan lingkungan secara bersama-sama (Vioreza, Hilyati, & Lasminingsih, 023). Dengan demikian, penting dilakukan kajian untuk mengidentifikasi tren, kata kunci dan celah riset dalam bidang ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan penggunaan media pembelajaran alat peraga terutama pada materi energi terbarukan dalam pembelajaran fisika menggunakan pendekatan bibliometrik dengan bantuan software VOSViewers. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi tren penelitian dan perkembangan media pembelajaran yang paling berpengaruh dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis dengan memanfaatkan software bibliometrik, peneliti dapat memvisualisasikan hubungan antara konsep dan kata kunci dalam jaringan literatur yang luas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian study literatur dengan menggunakan metode analisis bibliometrik sebagai pendekatan utamanya. Analisis bibliometrik dilakukan dengan melihat persebaran publikasi untuk mengevaluasi kontribusi artikel terhadap kemajuan pengetahuan berbagai literatur menggunakan pendekatan statistika (Yulianingsih, Kurnia, & Julia, 2020). Penelitian yang dilakukan berfokus untuk menganalisis perkembangan penelitian media pembelajaran alat peraga fisika terutama pada materi energi terbarukan di SMA (Saputra, Hariyadi, & Anggereini, 2023). Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak *Publish or Perish* pada data base *Google Scholar* dengan kata kunci "alat peraga", "media pembelajaran", "pembangkit listrik tenaga surya", "pembangkit listrik tenaga air", dan "pembangkit listrik tenaga angin" dengan jumlah artikel yang ditelusuri sebanyak 300 artikel. Rentang tahun yang digunakan dalam pencarian artikel adalah 10 tahun terakhir yaitu mulai tahun 2015 sampai tahun 2025 untuk memastikan sejauh mana keterbaruan artikel. Meta data yang telah diperoleh kemudian dipetakan menggunakan perangkat lunak *VOSviewers*. Terdapat 2 bentuk peta yang dapat dilakukan oleh perangkat lunak *VOSviewer* ini antara lain *density visualization*, *overlay visualization*, dan *network visualization* (Al Husaeni & Nandiyanto, 2022).

Tabel 1 menunjukkan jumlah publikasi yang terjadi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2020 sampai tahun 2025.

Tahapan analisis data dilakukan setelah semua data PoP terkumpul secara lengkap. Berikut merupakan langkah analisis data yang dilakukan mengadaptasi teknik analisis data (Ayudha & Setyarsih, 2021). Setelah mendapatkan data dari PoP, kemudian data dipetakan menggunakan software VOSViewers sehingga diperoleh beberapa kelompok berdasarkan *cluster-cluster* dan diperoleh 3 visualisasi peta data antara lain *density visualization*, *overlay visualization*, dan *network visualization*.

Tahapan analisis data dilakukan setelah semua data PoP terkumpul secara lengkap. Berikut merupakan langkah analisis data yang dilakukan mengadaptasi teknik analisis data (Ayudha & Setyarsih, 2021). Setelah mendapatkan data dari PoP, kemudian data dipetakan menggunakan software VOSViewers sehingga diperoleh beberapa kelompok berdasarkan *cluster-cluster* dan diperoleh 3 visualisasi peta data antara lain *density visualization*, *overlay visualization*, dan *network visualization*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pencarian data menggunakan software PoP diperoleh publikasi sebanyak 300 artikel. Data yang telah diperoleh kemudian diseleksi dengan batasan jurnal penelitian dan batasan pembahasan alat peraga energi terbarukan. Dari seleksi yang dilakukan, terdapat 138 publikasi judul artikel yang relevan dengan topik artikel yang dimaksud. Secara umum jumlah publikasi setiap tahun dalam kurun waktu 5 tahun (2020-2025) mengalami cenderung kenaikan, dari tahun 2021 sampai 2024. Berikut merupakan grafik jumlah publikasi artikel pada 5 tahun terakhir.

Tabel 1 Perkembangan penelitian tentang alat peraga dalam pendidikan fisika untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis

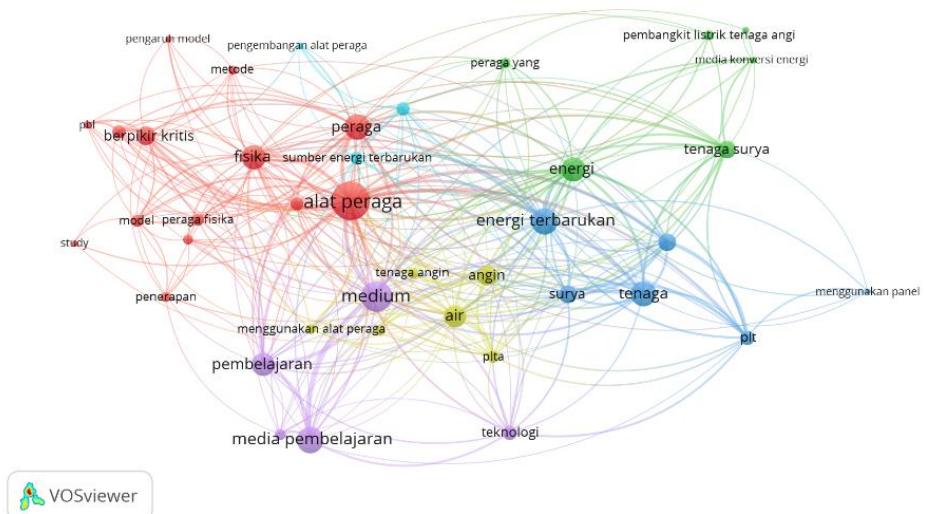
Tahun	Jumlah Publikasi
2020	18
2021	18
2022	21
2023	35
2024	37
2025	9
Jumlah	138
Rata Rata	23



Gambar 1. Jumlah Publikasi Per tahun

Gambar 1. Menunjukkan bahwa jumlah publikasi pada tahun 2020-2021 cenderung stabil yaitu sebanyak 18 publikasi (13,04%). Pada tahun berikutnya yaitu tahun 2022 jumlah publikasi meningkat menjadi 21 publikasi (15,22%). Jumlah publikasi mengalami peningkatan secara signifikan pada tahun 2023 yaitu sebanyak 35 (25,36%) publikasi. Pada tahun 2024 jumlah publikasi menjadi 37 publikasi (26,81%). Jumlah publikasi mengalami penurunan yang sangat signifikan pada tahun 2025 yaitu sebanyak 9 publikasi (6,52%). Penurunan ini dapat terjadi karena beberapa faktor antara lain yaitu tahun 2025 masih berlangsung, sehingga data yang ditampilkan pada PoP masih bersifat sementara dan belum mencerminkan jumlah publikasi secara keseluruhan pada tahun tersebut. Faktor yang kedua

adalah keterlambatan dalam proses publikasi atau indeksasi. Beberapa artikel yang telah ditulis dan dikirimkan pada pertengahan tahun 2025, mungkin masih dalam proses review atau peninjauan, perbaikan atau belum terindeks dalam database sehingga belum dapat ditampilkan dalam PoP, namun jumlah publikasi pada tahun 2025 masih memungkinkan untuk terjadi peningkatan. Peningkatan publikasi mengenai penelitian alat peraga memberikan dampak yang sangat penting bagi dunia pendidikan. Hal tersebut dikarenakan alat peraga termasuk dalam media pembelajaran yang penting karena membantu untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran terutama pada pembelajaran fisika (Guswantoro, et al., 2024).



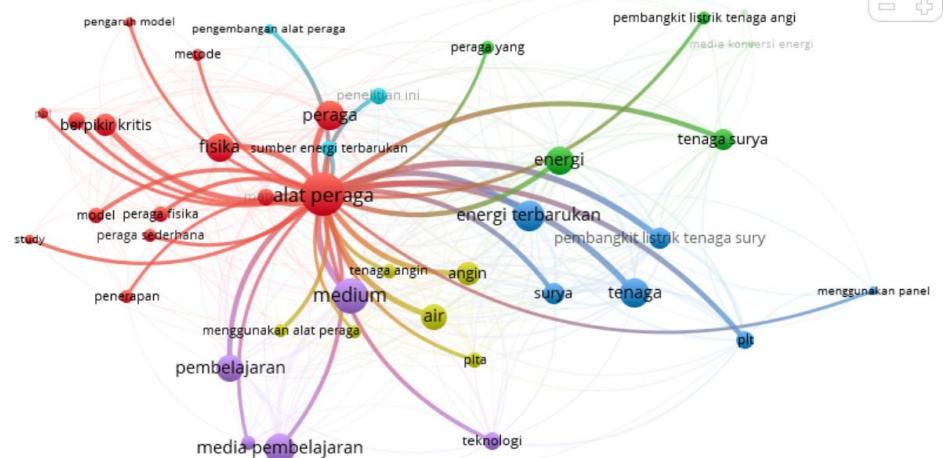
Gambar 2. Network Visualization Alat Peraga Energi Terbarukan

Gambar 2 menunjukkan hasil visualisasi peta klasifikasi berdasarkan kumpulan istilah yang diperoleh melalui PoP. Berdasarkan peta klasifikasi metadata menggunakan VOSviewer, diperoleh 138

artikel yang dikelompokkan menjadi 40 item yang terbagi dalam 6 klaster dengan total keterkaitan sebanyak 315 links dan kekuatan hubungan (link strength) sebanyak 1046. Visualisasi VOSviewer

terdiri atas node atau bulatan yang menggambarkan kata kunci yang digunakan dalam publikasi (Habibi, Fitriana, & Sulistyowati, 2022). Besar dan kecil ukuran dari node mempresentasikan sering atau tidaknya kata kunci tersebut muncul dalam publikasi. Semakin besar node yang terbentuk, maka semakin sering kata kunci tersebut muncul dalam publikasi. Setiap klaster memiliki warna node yang berbeda beda. Pada klaster 1, terdapat 14 item yang ditandai dengan node warna merah. Item yang termasuk dalam klaster 1 antara lain alat peraga, berpikir kritis, materi, metode, PBL, penerapan, pengaruh model, peraga, peraga fisika, peraga sederhana, problem, dan study. Pada klaster 2 terdapat 6 item yang ditandai dengan node warna hijau. Kata kunci tersebut memberikan bukti bahwa alat peraga juga digunakan untuk menjembatani pemahaman peserta didik terhadap prinsip kerja pembangkit listrik dalam kehidupan nyata. Item yang termasuk dalam klaster 2 antara lain energi, *energy experiment teaching kit*, media konversi energi, pembangkit listrik tenaga angin, peraga yang, dan tenaga surya. Kata kunci tersebut Pada klaster 3 terdapat 6 item yang ditandai dengan warna biru. Item yang tergolong dalam klaster 3 antara lain energi

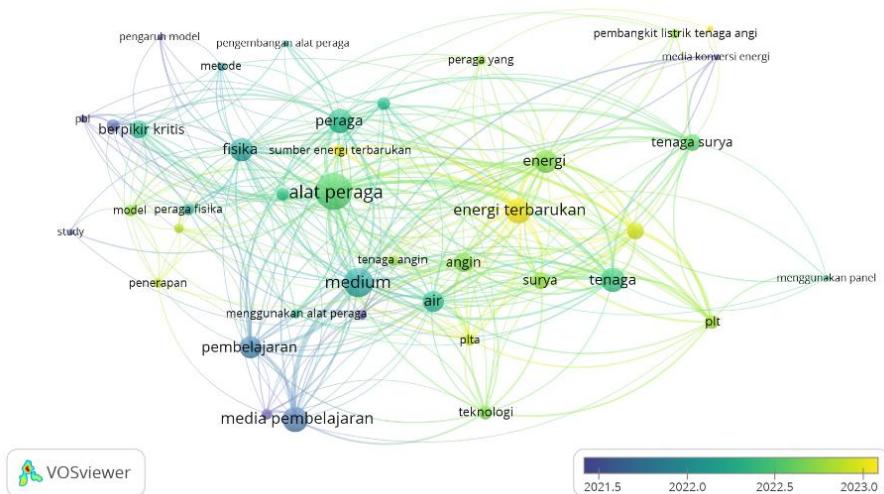
terbarukan, menggunakan panel, pembangkit listrik tenaga surya, PLT, surya, dan tenaga. Klaster tersebut menunjukkan kecenderungan penelitian untuk mengintegrasikan materi pembelajaran dengan isu-isu global terkait energi ramah lingkungan. Pada klaster 4 terdapat 6 item yang ditandai dengan warna kuning. Item yang tergolong dalam klaster 4 antara lain air, angin, menggunakan alat peraga, PLTA, rancang bangun, dan tenaga angin. Klaster tersebut menunjukkan adanya hubungan antara bentuk media yang digunakan berdasarkan sumber energi lokal sehingga mampu mendukung terciptanya pembelajaran yang kontekstual . Pada klaster 5 terdapat 5 item yang ditandai dengan node warna ungu. Item yang termasuk dalam klaster 5 antara lain media, media pembelajaran, medium, pembelajaran, dan teknologi. Klaster ini menunjukkan bahwa terdapat kajian yang mendalam mengenai strategi implementasi media visual dan fisik dalam kegiatan pembelajaran. Sedangkan untuk klaster 6 terdiri atas 3 item yang ditandai dengan warna biru muda. Item yang termasuk dalam klaster 6 sendiri antara lain penelitian ini, pengembangan alat peraga, dan sumber energi terbarukan.



Gambar 5 Istilah Alat Peraga dalam Visualisasi jaringan

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa topik mengenai alat peraga cukup banyak dikaji dalam berbagai publikasi artikel. Kata kunci alat peraga muncul sebagai pusat utama jaringan dan berada dalam klaster merah yang terhubung kuat dengan kata kunci fisika, media pembelajaran dan berpikir kritis. Hal tersebut menunjukkan bahwa topik penggunaan alat peraga masih sangat dominan dalam konteks pembelajaran sains, terutama pada pembelajaran fisika untuk mendukung peningkatan pemahaman

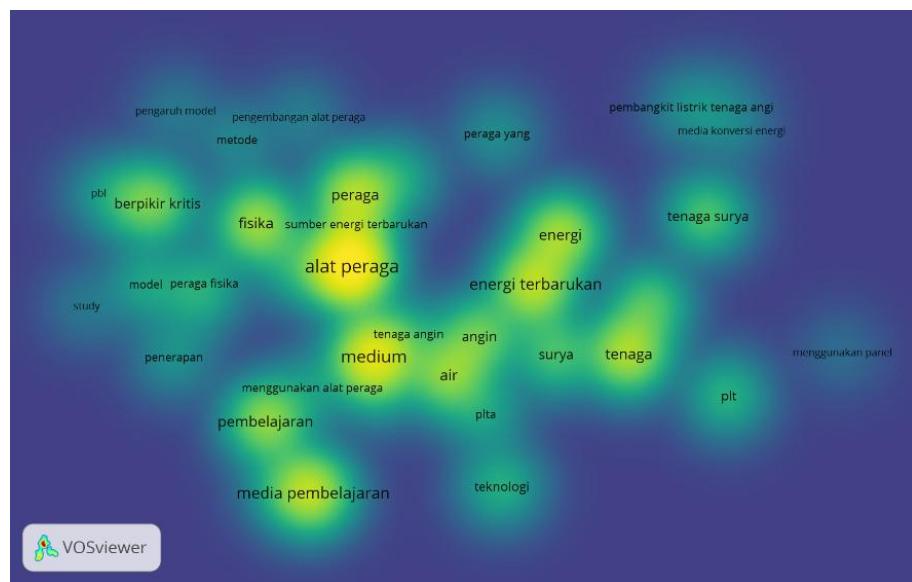
konsep dan pengembangan keterampilan berpikir kritis. Selain itu alat peraga juga memiliki hubungan erat dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Kata kunci energi terbarukan merupakan kata kunci yang menjadi penghubung antara klaster 1 dengan klaster 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa topik energi alternatif memiliki hubungan secara langsung dengan penggunaan alat peraga dalam pembelajaran.



Gambar 3 Overlay Visualization

Gambar 3 menunjukkan hasil Overlay Visualization dari VOSviewers untuk mengetahui tren penelitian yang dilihat dari kata kunci berdasarkan tahun publikasi artikel (Nandiyanto & Al Husaeni, 2021). Warna pada setiap node menggambarkan rata-rata tahun kemunculan kata kunci dalam publikasi dalam tahun 2020-2025. Node berwarna biru menunjukkan bahwa kata kunci tersebut muncul dalam artikel publikasi pada tahun terlama dalam rentang waktu yang dianalisis. Sedangkan kuning menandakan bahwa kata kunci tersebut muncul dalam

artikel publikasi pada tahun terbaru dalam rentang waktu yang dianalisis. Misalnya pada kata kunci media pembelajaran dan pembelajaran yang memiliki warna node tua menandakan bahwa kata kunci tersebut muncul pada publikasi artikel di tahun 2020-2021. Contoh lain adalah pada kunci energi terbarukan dan pembangkit listrik tenaga angin yang memiliki warna node kuning. Warna kuning tersebut menunjukkan bahwa kata kunci tersebut muncul pada publikasi artikel di tahun 2023-2025.



Gambar 4 Density Visualization

Gambar 4 menunjukkan densitas penelitian alat peraga energi terbarukan. Visualisasi tersebut menunjukkan frekuensi atau intensitas kemunculan kata kunci yang dipublikasi. Semakin sering kata kunci tersebut digunakan dalam publikasi maka warna visualisasi akan semakin cerah atau berwarna kuning. Namun sebaliknya, semakin jarang kata kunci tersebut

digunakan dalam publikasi, maka warna visualisasi akan semakin pudar atau berwarna hijau (Saifi & Santiani, 2024). Pada kata kunci alat peraga merupakan pusat densitas tertinggi yang ditunjukkan oleh area yang paling terang atau berwarna kuning di sekelilingnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat peraga merupakan topik yang paling sering diteliti

dalam publikasi. Selain itu terdapat kata kunci berpikir kritis, tenaga surya, dan pembangkit listrik tenaga angin yang memiliki warna lebih gelap atau lebih pudar. Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun kata kunci tersebut masih relevan, namun penelitian mengenai topik atau kata kunci tersebut belum terlalu

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga sebagai media pembelajaran pada materi energi terbarukan dalam pembelajaran fisika memiliki keterkaitan erat dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. analisis bibliometrik menggunakan VOSviewers terhadap 138 artikel dalam rentang waktu 2015–2025 mengungkap bahwa tren publikasi mengenai alat peraga energi terbarukan cenderung meningkat, khususnya pada tahun 2022 hingga 2024, meskipun terjadi penurunan sementara di tahun 2025 yang kemungkinan disebabkan oleh keterlambatan publikasi. Visualisasi data dalam bentuk network, overlay, dan density visualization menunjukkan bahwa kata kunci seperti *alat peraga*, *media pembelajaran*, dan *energi terbarukan* mendominasi publikasi, serta memiliki hubungan yang kuat satu sama lain. Temuan ini menegaskan menegaskan bahwa penggunaan dan pengembangan alat peraga sebagai media pembelajaran tidak hanya relevan secara teoritis namun juga secara praktis dalam medukung pelaksanaan kurikulum merdeka. Oleh karena itu, pendidik serta pengembang kurikulum perlu lebih proaktif dalam mengintegrasikan alat peraga berbasis energi terbarukan dalam pembelajaran fisika guna mendorong peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Husaeni, D. F., & Nandiyanto, B. A. (2022). Bibliometric Computational Mapping Analysis Publication on Mechanical Engineering Education Using VOSViewer. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17(2), 1135-1149.
- Anjarwati, N., Patricia, H. L., & Sugiarti. (2021). Pengembangan Lkpd Berbasis Discovery Learning Berbantuan Software Tracker Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Kelas X Materi Gerak Lurus. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika)*, 9(2), 226-238. doi:10.24127/jpf.v9i2.3953
- Ariadila, S. N., Silalahi, Y. F., Fadiyah, F. H., Jamaludin, U., & Setiawan, S. (2023). Analisis Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis Terhadap Pembelajaran Bagi Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(20), 664-669.
doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.8436970>
- Ayudha, F. C., & Setyarsih, W. (2021). Studi Literatur : Analisis Praktik Pembelajaran Fisika di SMA untuk Melatih Keterampilan Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11(1), 15-28. doi:<https://doi.org/10.23887/jjpf.v11i1.33427>
- Elitasari, H. T. (2022). Kontribusi Guru dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(6), 9508-9516. doi:<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.4120>
- Fricticarani, A., Hayati, A., Ramdani, Hoirunisa, I., & Rosdalina , G. M. (2023). Strategi Pendidikan Untuk Sukses di Era Teknologi 5.0. *JIPTI : Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi*, 4(1), 56-68. doi:<https://doi.org/10.52060/pti.v4i1.1173>
- Gulo, R. P. (2023). Peran Generasi Z dalam Mengekspansi Misiologi di Era Society 5.0. *Jurnal Teologi dan Pendidikan Kristen*, 2(1), 132-137. doi:<https://doi.org/10.56854/pak.v2i1.210>
- Guswantoro, T., Faradiba, Daniaty, N., Sianturi, M., Lumbantobing, S. S., Masta, N., . . . Olla, Y. M. (2024). Pelatihan Pembuatan Alat Peraga Motor Listrik Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sederhana Kepada Siswa Di SMA Yadika 9 Bekasi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara*, 6(1). doi:<https://doi.org/10.57214/pengabmas.v6i1.481>
- Habibi, F., Fitriana, A., & Sulityowati, E. (2022). Pemetaan Bibliometrik terhadap Perkembangan Penelitian E-Learning pada Google Scholar Menggunakan VosViewers. *Attractive : Innovative Education Journal*, 4(2), 383-395. doi:<https://doi.org/10.51278/aj.v4i2.505>
- Kemendikbud. (2023). *PISA 2022 dan Pemulihan Pembelajaran di Indonesia*. Riau: Balai Bahasa Provinsi Riau.
- Khoiriah, M., & Kholiq, A. (2020). Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbantuan E-Book Literasi Sains pada Materi Fluida Dinamis. *IPF : Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(1), 1-4.

- Kholiq, A. (2020). Development of B D F-AR 2 (Physics Digital Book Based Augmented Reality) to train students' scientific literacy on Global Warming Material. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 50-58. doi:10.20527/bipf.v8i1.7881
- Kollo, N., & Suciyaningsih, O. A. (2024). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa melalui Penerapan Kurikulum Merdeka. *JIIP : Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(2), 1452-1456. doi:<https://doi.org/10.54371/jiip.v7i2.3845>
- Kumar, K. N., Kumar, B. L., & Lakshmi, V. B. (2022). The Methodology of Physics Relation Between Physics and Other disciplines and Society. *International Journal of Advances in*, 4(3), 439-445.
- Lestari, D. A., & Sucayahyo, I. (2023). Pengembangan Alat Peraga Mini Sopetric (Solar Powered Electricity) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(2), 77-90. doi:<https://doi.org/10.58706/jipp.v1n2.p77-90>
- Maritsa, A., Salsabila, U. H., Wafiq, M., Anindya, P. R., & Ma'shum, A. M. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharrahah: Jurnal Penelitian dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91-100. doi:<https://doi.org/10.46781/al-mutharrahah.v18i2.303>
- Mukhadis, A. (2013). Sosok Manusia Indonesia Unggul dan Berkarakter dalam Bidang Teknologi Sebagai Tuntutan Hidup di Era Globalisasi. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 4(2), 115-136. doi:<https://doi.org/10.21831/jpk.v2i2.1434>
- Nandiyanto, A. D., & Al Husaeni, D. F. (2021). A bibliometric analysis of materials research in Indonesian journal using VOSviewer. *Journal of Engineering Research*. doi:<https://doi.org/10.36909/jer.ASSEE.16.037>
- Novriani, S., Lukman, H., & Lefudin. (2021). Development of Android-Based Momentum and Impulse E-LKPD To Improve Student's Concept Understanding. *Jurnal Phenomenon*, 11(1), 29-44. doi:10.21580/phen.2021.11.1.7136
- OECD. (2017). *PISA for Development Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.
- Rahayu, R., Sofyan, I., & Yunus, A. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 Dan Penerapannya Di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099-2104. doi:10.31004/basicedu.v6i2.2082
- Samudra, G. B., Suastra, I. W., & Suma, K. (2014). Permasalahan-Permasalahan yang Dihadapi Siswa SMA di Kota Singaraja dalam Mempelajari Fisika. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1).
- Saputra, I. f., Hariyadi, B., & Anggereini, E. (2023). Analisis Bibliometrik Perkembangan Riset Media Pembelajaran Biologi Berbasis Teknologi diSMA Menggunakan Vosviewer. *BIODIK : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(2), 13-23.
- Sari, D. K., Usayanti, R., & Dinata, C. P. (2021). Provision of Physics Props and Bilingual E-Book for SMA YPK Merauke: Pengadaan Alat Peraga Fisika dan E-Book Bilingual untuk SMA YPK Merauke. *Mattawang : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 67-74. doi:<https://doi.org/10.35877/454RI.mattawa ng332>
- Sari, I. P., Ismail, H. B., Al-Hamidy, H., & Mhd, B. (2023). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4), 209-215. doi:10.56211/helloworld.v1i4.142
- Saufi, A., & Santiani. (2024). Analisis Bibliometrik Perkembangan Pendidikan Agama Islam Berbasis Metaverse Menggunakan VOSviewers pada Tahun 2020-2024. *JUKIM : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(3), 95-102. doi:<https://doi.org/10.56127/jukim.v3i03.1343>
- Susilawati, E., Agustinasari, Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *JPFT : Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(1), 11-16. doi:<https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1453>
- Usilo, A. (2022). Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Kurikulum Merdeka untuk Pengembangan Keterampilan Abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 120-135.
- Utami, H. B. (2022). Pentingnya Kemampuan Berpikir Kritis dalam Dunia Pendidikan Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 529-538. doi:<https://doi.org/10.31932/j-pimat.v4i2.2025>
- Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (023). Education for Sustainable Development: Bagaimana Urgensi dan Peluang Penerapannya pada Kurikulum Merdeka? *PUSAKA: Jurnal of Educational Review*, 1(1), 34-48. doi:<https://doi.org/10.56773/pjer.v1i1.1111>
- Wahyudi, Agus, S., & Andi, S. (2023). Trend and Opportunity of Science Education Research

- Related Optical Waves: A Systematic Literature Network Analysis. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 8(2), 168-182. doi:10.26737/jipf.v8i2.3685
- Wibowo, F. C., Nasbey, H., Sanjaya, L. A., Darman, D. R., Ahmad, N. J., & Ismail, H. N. (2021). The technology of interactive book augmented reality (IBAR) for facilitating student 21-century skills. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99(22), 5276-5286.
- Wijayanto, B., Sutriani, W., & Luthfi, F. (2020). Kemampuan Berpikir Spesial Dalam Pembelajaran Abad Ke-21. *Jurnal Samudra Geografi*, 42-50. doi: <https://doi.org/10.33059/jsg.v3i2.2495>
- Yulianingsih, S., Kurnia, D., & Julia, J. (2020). Pemetaan Sistematik dalam Topik Kajian Problem Posing Berdasarkan Analisis Bibliometrik. *JPI : Jurnal Pena Ilmu*, 3(2). doi:<https://doi.org/10.17509/jpi.v3i2.26477>
- Yuliaty, Y., & Saputra, D. S. (2019). Pembelajaran Sains di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 5(2), 168-171.