

Bibliometric analysis and trends in the development of digital audio modules: 2017-2024 in 21st century education

Usi Tri Anggraini, Agus Setyo Budi, Firmanul Catur Wibowo

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

Abstract

This study aims to analyze developments and trends in the development of digital audio modules in the context of 21st century education from 2017 to 2024. The study focuses on identifying research patterns, keyword trends, country contributions and key affiliations in this field. Bibliometric methods were applied using Bibliometrix tools and Biblioshiny software to analyze citation patterns, author collaborations, and keyword occurrences, providing insights into research trends and networks. The data for this analysis was sourced from the Scopus database, ensuring comprehensive coverage of relevant scientific publications. The results showed a significant increase in the number of publications from 2017 to 2022, with a peak of 50 publications in 2022. However, there was a drastic decline in 2023, reaching 24 publications. Globally, China dominates research in the field of digital audio modules with a contribution of 32%, followed by India (19%) and the United States (16%). Victoria University is the highest contributing institution, while ACM International Conference Proceeding Series is the most prolific source of publications. The most prevalent keywords included “audio acoustics” (20.54%), “digital storage” (14.29%), and “digital signal processing” (12.05%), indicating the main focus in this study. The conclusion of this study emphasizes the importance of interdisciplinary collaboration and the need for further research into the application of audio technology in education, including its integration with artificial intelligence and the Internet of Things to address 21st century learning needs.

Keywords: Digital audio modules · 21st-century education · Bibliometric · Research trends · Educational technology

PENDAHULUAN

Alat dan sumber daya digital menjadi elemen penting dalam meningkatkan pengalaman belajar di lanskap pendidikan abad ke-21. Di antaranya, modul audio digital telah muncul sebagai media penting untuk menyampaikan konten secara interaktif dan efektif (Temiz, 2024). Terlepas dari relevansinya yang semakin meningkat, pengembangan modul ini telah terfragmentasi di berbagai inisiatif penelitian, sehingga sulit untuk mendapatkan pemahaman yang jelas tentang kemajuan dan tren di bidang ini. Kurangnya analisis bibliometrik yang komprehensif yang memetakan pengembangan dan fokus penelitian modul audio digital dari tahun 2017 hingga 2024. Kesenjangan pengetahuan ini menimbulkan tantangan bagi pendidik, peneliti, dan pengembang yang bertujuan untuk menyelaraskan pekerjaan mereka dengan kemajuan dan kebutuhan pendidikan saat ini.

✉ Usi Tri Anggraini
Usitri2403@gmail.com

Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

How to Cite: Anggraini, U.T., Budi, A. S., & Wibowo, F.C. (2024). Bibliometric analysis and trends in the development of digital audio modules: 2017-2024 in 21st century education. *Prosiding Seminar Nasional Fisika & International Physics Conference*, 3(1), 218-227.
<https://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi/>

Selain itu, dengan beragam metode dan teknologi yang digunakan dalam mengembangkan modul audio digital, memahami tren utama dan area fokus penelitian sangat penting (Hillmayr et al., 2020). Tanpa wawasan seperti itu, sulit untuk menentukan topik mana yang diteliti dengan baik dan di mana kesenjangan tetap ada (Antons, et al., 2016). Analisis bibliometrik diperlukan untuk meninjau literatur secara sistematis, mengidentifikasi tren yang berlaku, dan menyoroti area yang kurang dieksplorasi dalam pengembangan modul audio digital (Nguyen et al., 2022). Studi ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan berbasis data yang dapat memandu penelitian dan praktik di masa depan, sehingga meningkatkan pendidikan abad ke-21 melalui alat pembelajaran audio digital yang lebih terinformasi.

Penelitian modul audio digital dalam konteks pendidikan abad ke-21 menghadapi beberapa tantangan (Xie, et al, 2020). Salah satu kendala utama adalah sifat teknologi yang berkembang pesat, yang membuatnya sulit untuk mengikuti tren dan memastikan bahwa temuan tetap relevan dari waktu ke waktu (Darman, et al., 2024). Pengembangan berkelanjutan dari alat, platform, dan metodologi pengajaran baru menciptakan lanskap yang terus berubah. Akibatnya, melacak dan menganalisis hasil penelitian dari 2017 hingga 2024 menjadi menantang, karena relevansi dan penerapan studi lama dapat berkurang dengan munculnya teknologi dan pendekatan baru (Awan, Sroufe, & Shahbaz, 2021).

Tantangan lain terletak pada sifat penelitian yang terfragmentasi di bidang ini. Studi tentang modul audio digital seringkali sangat bervariasi dalam ruang lingkup, fokus, dan aplikasi, sehingga sulit untuk menetapkan pola dan tren yang konsisten. Sifat interdisipliner dari penelitian, yang melibatkan pendidikan, teknologi, dan desain instruksional, berarti bahwa studi yang relevan sering tersebar di berbagai jurnal dan konferensi (Morel & Spector, 2022). Fragmentasi ini menimbulkan tantangan yang signifikan untuk melakukan analisis bibliometrik yang komprehensif, karena mengidentifikasi dan mengkonsolidasikan literatur yang relevan memerlukan kriteria seleksi yang cermat dan metodologi yang kuat untuk memastikan bahwa data secara akurat mencerminkan perkembangan lapangan (Ren, R., et al., 2020).

Tinjauan sistematis sebelumnya tentang alat audio digital dalam pendidikan mengungkapkan bahwa alat ini semakin terintegrasi ke dalam berbagai pengaturan pendidikan, termasuk pembelajaran bahasa, sains, dan matematika, untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan mendukung pembelajaran jarak jauh. Namun, penelitian ini juga menyoroti bahwa efektivitas alat-alat ini sangat bergantung pada pendekatan pedagogis dan desain instruksional yang diterapkan. Sementara alat audio digital telah menunjukkan janji besar dalam meningkatkan hasil pendidikan, beberapa kesenjangan penelitian tetap ada, seperti kurangnya studi jangka panjang tentang dampaknya yang berkelanjutan dan eksplorasi terbatas tentang bagaimana mereka dapat dikombinasikan dengan teknologi pendidikan lainnya untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih komprehensif. Temuan ini menggarisbawahi perlunya penelitian di masa depan untuk fokus pada teknologi audio yang muncul seperti podcasting dan penceritaan digital dan bagaimana ini dapat disesuaikan untuk memenuhi beragam kebutuhan siswa (Spinelli, et al., 2019). Wawasan ini sangat penting untuk memahami tren dan tantangan dalam pengembangan modul audio digital dan menyoroti pentingnya analisis bibliometrik dalam mengeksplorasi evolusi dan dampak alat-alat ini secara sistematis dalam pendidikan abad ke-21.

Mengatasi tantangan dalam pengembangan dan penelitian modul audio digital dalam pendidikan abad ke-21, beberapa solusi terintegrasi harus diterapkan. Memperkuat kolaborasi

interdisipliner antara pendidik, pakar teknologi, dan desainer instruksional sangat penting (Wibowo, et al., 2020). Kolaborasi ini akan menciptakan penelitian yang lebih komprehensif yang menggabungkan aspek pedagogis dan teknologi, memfasilitasi pertukaran pengetahuan yang lebih baik untuk mengidentifikasi tren dan pola yang konsisten dalam pengembangan modul audio digital.

Selain itu, penggunaan alat dan metodologi analisis bibliometrik yang lebih canggih, seperti analisis jaringan dan pengelompokan kata kunci, dapat membantu melacak dan menganalisis lanskap teknologi yang berkembang pesat (Liu, et al. 2020). Pendekatan ini akan memberikan wawasan yang lebih dalam tentang bagaimana modul audio digital telah berkembang dan di mana penelitian lebih lanjut diperlukan (Ariani, et al., 2022). Penting juga untuk mendorong penelitian yang berfokus pada evaluasi jangka panjang tentang dampak modul audio digital untuk memahami efektivitasnya dalam berbagai konteks pendidikan dan bagaimana alat ini dapat disesuaikan dengan perubahan dinamis dalam teknologi dan kebutuhan siswa.

Terakhir, pengembangan pedoman dan standar penelitian yang jelas dapat membantu mengurangi kesenjangan dalam metodologi dan pendekatan, menghasilkan penelitian yang lebih konsisten dan sebanding, sehingga menyederhanakan analisis bibliometrik dan pengambilan keputusan berbasis data (Sahoo, S. 2022). Penerapan solusi ini diharapkan dapat mendorong pengembangan modul audio digital yang lebih terstruktur dan terinformasi, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas pendidikan abad ke-21.

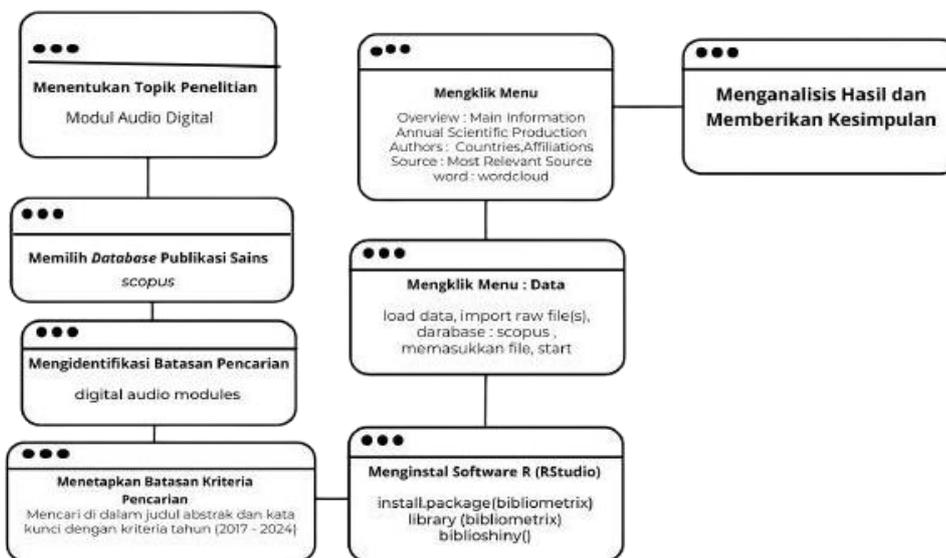
Berdasarkan tantangan dan peluang yang telah diuraikan, penting untuk melakukan analisis bibliometrik yang komprehensif pada penelitian tentang modul audio digital dalam pendidikan. Pendekatan ini tidak hanya membantu memetakan perkembangan literatur dari tahun 2017 hingga 2024, tetapi juga mengidentifikasi tren utama, kesenjangan penelitian, dan area yang belum dieksplorasi. Dengan memanfaatkan alat bibliometrik, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran sistematis yang berbasis data tentang evolusi modul audio digital. Temuan dari analisis ini diharapkan dapat menjadi panduan strategis bagi pendidik, peneliti, dan pengembang dalam menyelaraskan upaya mereka dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21, sekaligus mendorong inovasi dalam desain dan penerapan teknologi pembelajaran audio.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode bibliometrik yang dikelola dengan alat Bibliometrix untuk melakukan analisis mendalam mengenai perkembangan modul audio digital dalam konteks pendidikan abad ke-21. Bibliometrix bertujuan untuk menilai secara sistematis literatur dan tren penelitian dalam bidang ini, berfungsi sebagai metode penting untuk mengekstrak, menganalisis, serta memvisualisasikan perkembangan dan tren terkait modul audio digital dalam pendidikan (Valverde-Berrocso, et al., 2020., Prahani, et al., 2022). Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengumpulkan daftar lengkap publikasi yang relevan dengan topik yang diteliti, dengan memilih semua publikasi yang memenuhi kriteria tertentu.

Data yang diperoleh diambil dari basis data ilmiah, seperti Scopus, untuk memetakan pola sitasi, jaringan kolaborasi antar penulis, serta kemunculan kata kunci selama periode 2017 hingga 2024. Setelah data terkumpul, informasi yang diperoleh kemudian diolah menggunakan alat Bibliometrix (R- tool) dan perangkat lunak Biblioshiny untuk menganalisis, mereduksi,

memvisualisasikan, dan memetakan data. R-Studio, yang merupakan versi dari Bibliometrix, digunakan untuk melakukan analisis dan pemetaan publikasi secara terperinci.



Gambar 1. Langkah – Langkah Metode Penelitian Bibliometrix

Menerapkan metode bibliometrik, studi ini mampu memberikan wawasan kuantitatif mengenai publikasi-publikasi yang paling berpengaruh, penulis-penulis terkemuka, jurnal-jurnal utama, serta tema-tema penelitian penting yang muncul selama rentang waktu tersebut (Aisah, et al., 2024). Metode ini juga memungkinkan identifikasi kesenjangan dalam penelitian dan area yang belum banyak dieksplorasi dalam pengembangan modul audio digital (Rashid & Louis, 2020). Selain itu, fitur visualisasi dalam bibliometrix, seperti jaringan sitasi dan peta tematik, memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana bidang ini telah berkembang dari waktu ke waktu dan membantu menentukan arah penelitian di masa depan, sehingga dapat memberikan kontribusi yang efektif dalam pendidikan abad ke-21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

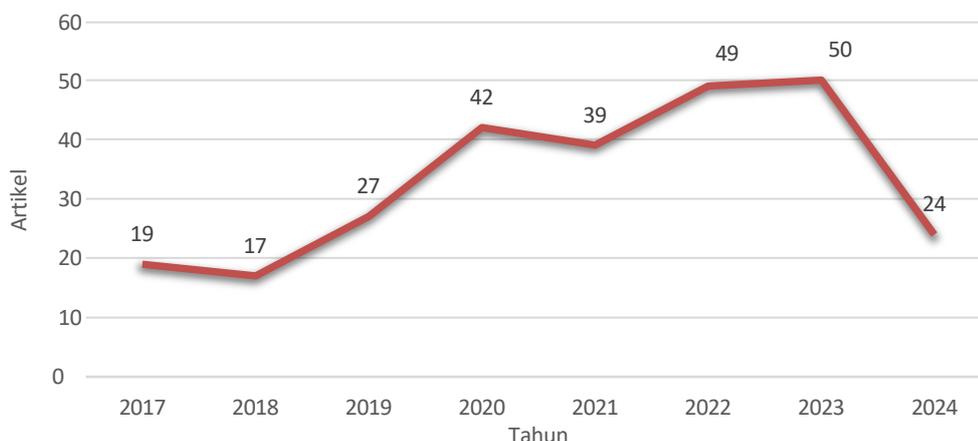
Hasil

Penggunaan metode bibliometrik melalui R-tool dan perangkat lunak Biblioshiny memungkinkan analisis mendalam terhadap perkembangan penelitian, kontribusi yang diberikan, topik yang diteliti, serta kata kunci yang muncul dalam literatur. (Forliano, C., et al., 2021). Melalui analisis frekuensi kemunculan kata kunci, kita dapat melihat bagaimana domain penelitian ini berevolusi seiring berjalannya waktu (Deng & Xia, 2020). Hasil dari penelitian ini dipresentasikan dalam berbagai bentuk, termasuk grafik, tabel, atau narasi deskriptif. Sebelum membahas temuan yang diperoleh, penting untuk melakukan analisis dan interpretasi hasil tersebut.

Studi Tentang Perkembangan Penelitian

Gambar 2 grafik yang menunjukkan perkembangan output penelitian dari tahun 2017 hingga 2024 mengungkapkan tren yang menarik dalam bidang modul audio digital. Pada awal tahun 2017, jumlah publikasi berada pada angka rendah, yaitu 19, dan sedikit meningkat menjadi 17 pada tahun 2018, mencerminkan tingkat aktivitas penelitian yang stabil namun terbatas.

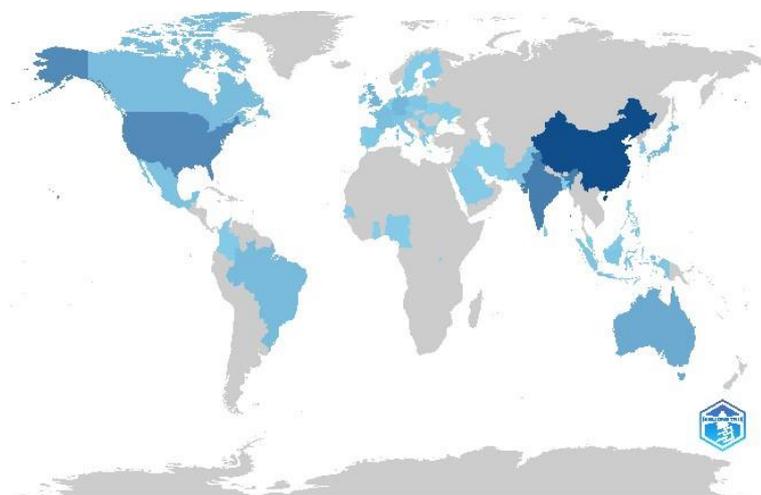
Namun, tahun 2019 menunjukkan peningkatan signifikan dengan total 27 publikasi, menandakan adanya ketertarikan yang semakin besar dalam area ini. Tahun 2020 dan 2021 mencatat kenaikan lebih lanjut, dengan puncaknya mencapai 42 publikasi pada tahun 2020 sebelum mengalami penurunan menjadi 39 pada tahun 2021. Fluktuasi ini mungkin dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pendanaan atau peristiwa eksternal.



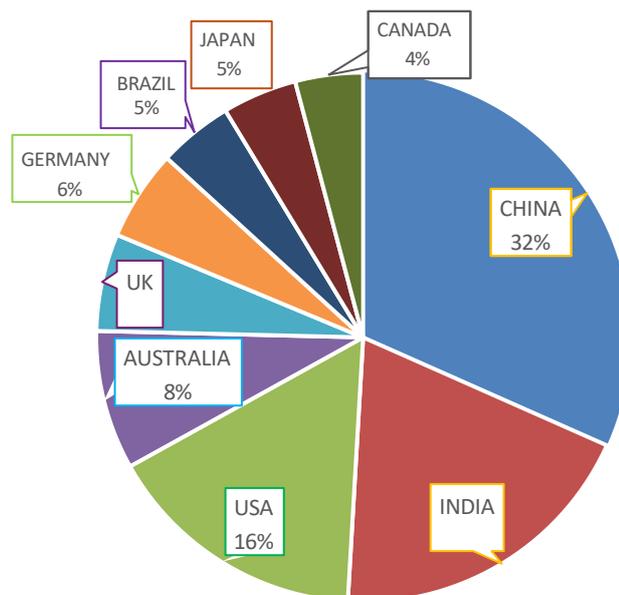
Gambar 2. Publikasi Penelitian Modul Audio Digital menurut Tahun

Pada tahun 2022, output penelitian mencapai titik tertinggi dengan 50 publikasi, menandakan peningkatan aktivitas dan minat yang signifikan. Namun, pada tahun 2023 terjadi penurunan tajam hingga mencapai 24 publikasi, yang menimbulkan kekhawatiran terkait tantangan yang mungkin dihadapi dalam bidang ini, seperti pergeseran fokus atau kejenuhan topik penelitian. Proyeksi untuk tahun 2024 menunjukkan kemungkinan kelanjutan tren penurunan ini, yang menggarisbawahi perlunya penyelidikan lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan jumlah publikasi serta dinamika yang mempengaruhi penelitian dalam domain ini. (Li, L., et al., 2024). Secara keseluruhan, grafik ini mencerminkan trajektori yang berfluktuasi, dengan tren umum yang meningkat dari tahun 2017 hingga 2022 diikuti oleh penurunan yang signifikan di tahun-tahun berikutnya, menunjukkan titik kritis untuk eksplorasi dan pemahaman lebih lanjut dalam bidang modul audio digital.

Tren Publikasi Global



Gambar 3. Peta Negara yang Berkontribusi Pada Penelitian

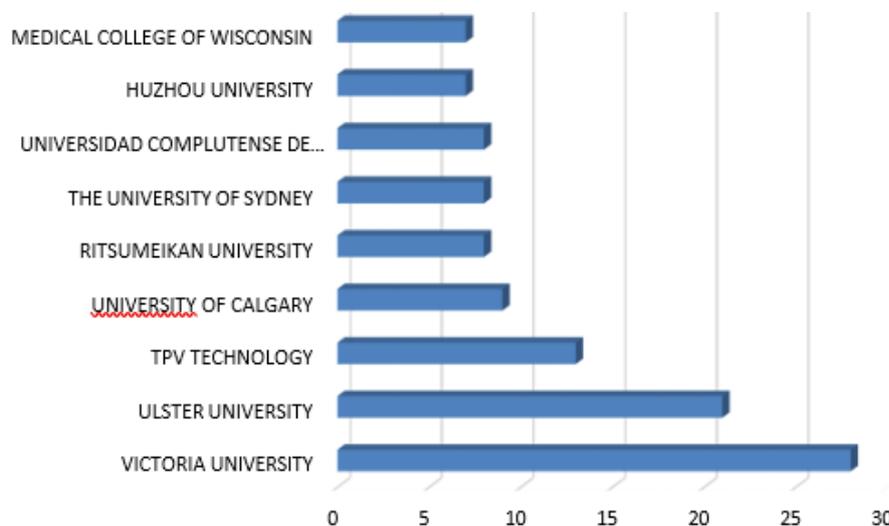


Gambar 4. Presentase 10 Negara yang Berkontribusi Pada Penelitian

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, kontribusi penelitian dari berbagai negara menunjukkan dominasi yang jelas oleh China, yang menyumbang sekitar 32% dari total. India menempati posisi kedua dengan kontribusi sebesar 19%, sementara Amerika Serikat berada di posisi ketiga dengan 16%. Australia menyusul dengan kontribusi 8%, diikuti oleh Jerman dan Inggris, masing-masing dengan 6%. Jepang dan Brasil masing-masing menyumbang 5%, sementara Kanada memberikan kontribusi sebesar 4%.

Distribusi ini, terlihat bahwa China, India, dan Amerika Serikat secara kolektif menguasai lebih dari setengah total kontribusi penelitian, dengan 67% di antara mereka. Negara-negara lain memberikan kontribusi yang lebih kecil, menyoroti adanya ketimpangan dalam distribusi output penelitian global. Grafik ini mencerminkan bagaimana beberapa negara besar memiliki peran yang dominan dalam penelitian, sementara negara lain berkontribusi pada skala yang lebih kecil.

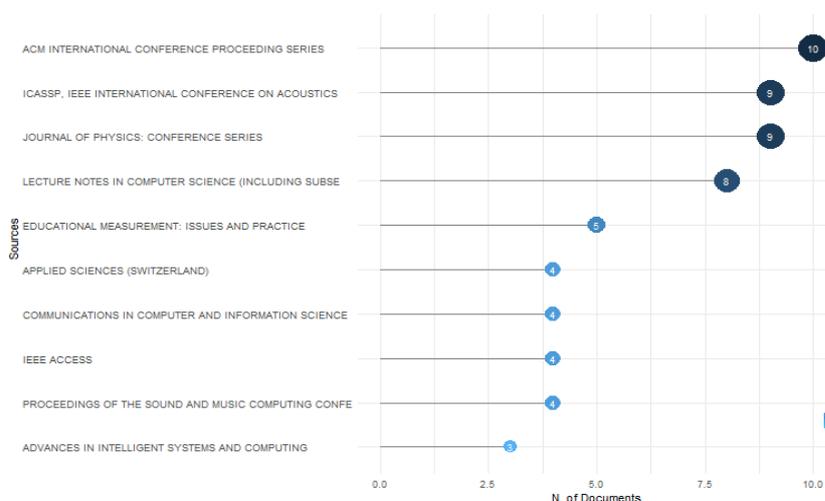
10 Afiliasi dan Jurnal teratas



Gambar 5. Diagram 10 Afiliasi yang Berkontribusi pada Penelitian

Victoria University menjadi institusi dengan kontribusi tertinggi dalam penelitian yang dianalisis, dengan sekitar 30 dokumen. Disusul oleh Ulster University dengan 20 dokumen, serta TPV Technology (15 dokumen), yang menunjukkan keterlibatan sektor industri. Institusi seperti University of Calgary, Ritsumeikan University, dan The University of Sydney juga berkontribusi secara signifikan dengan 10-15 dokumen. Sementara itu, institusi lain seperti Universidad Complutense de Madrid, Huzhou University, dan Medical College of Wisconsin memiliki kontribusi lebih kecil namun tetap relevan. Kesimpulannya, penelitian ini didominasi oleh Victoria University, dengan dukungan berbagai institusi dari sektor akademik dan industri.

Jurnal teratas



Gambar 6. 10 Sumber yang Paling Berkontribusi Pada Penelitian

Analisis grafik menunjukkan distribusi sumber-sumber paling produktif dalam bidang teknologi pendidikan. ACM International Conference Proceeding Series mendominasi dengan 9 dokumen (36% dari total yang ditampilkan), diikuti oleh tiga sumber yang masing-masing berkontribusi 4 dokumen (16% per sumber): CASSP IEEE International Conference on Acoustics, Journal of Physics: Conference Series, dan Lecture Notes in Computer Science Including Subseries. Sumber-sumber lainnya, termasuk Educational Measurement: Issues and Practice, Applied Sciences (Switzerland), Communications in Computer and Information Science, IEEE Access, dan Proceedings of the 2nd AELMA and MIRS COMP China COMP, masing-masing menyumbang 1 dokumen (4% per sumber). Distribusi ini mencerminkan keragaman dan sifat interdisipliner penelitian teknologi pendidikan, dengan prosiding konferensi internasional memainkan peran penting dalam diseminasi pengetahuan di bidang ini. (Morel, G. M., et al., 2022)

Visualisasi Pemetaan Kata Kunci

Tabel 1. 10 kata kunci yang sering muncul

<i>Words</i>	<i>Occurrences</i>	<i>Percentage</i>
<i>Audio acoustics</i>	46	20.54%
<i>Digital storage</i>	32	14.29%
<i>Digital signal processing</i>	27	12.05%
<i>Human</i>	23	10.27%
<i>Speech recognition</i>	21	9.38%

Words	Occurrences	Percentage
Deep learning	20	8.93%
Music	20	8.93%
Internet of things	18	8.04%
Audio signal processing	17	7.59%

Kata kunci relevan atau tren yang paling banyak muncul dalam penelitian teknologi audio dan pemrosesan sinyal adalah audio acoustics dengan jumlah kemunculan 46 (20.54%). Lalu disusul dengan digital storage dengan 32 kemunculan (14.29%), digital signal processing dengan 27 kemunculan (12.05%), human dengan 23 kemunculan (10.27%), dan berbagai tren lain dengan tingkat kemunculan yang lebih rendah seperti speech recognition (9.38%) dan deep learning (8.93%).

Kita lihat dan memperhatikan gambar word cloud, beberapa konsep seperti virtual reality, artificial intelligence, dan e-learning muncul dengan ukuran yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tren tersebut masih memiliki potensi untuk diteliti dan dikembangkan lebih lanjut dalam konteks teknologi audio dan pemrosesan sinyal.



Gambar 7. Wordcloud

Perkembangan pesat teknologi dalam pemrosesan sinyal audio serta integrasi dengan konsep seperti Internet of Things (IoT) dan deep learning menandai peluang besar bagi pengembangan modul audio digital dalam pendidikan. Data dari word cloud dan hasil analisis bibliometrik dapat digunakan untuk memperkuat argumen tentang pentingnya pengembangan modul audio digital. Sebagai contoh, meskipun teknologi audio telah mengalami kemajuan signifikan dalam beberapa bidang seperti Internet of Things (8.04%) dan deep learning (8.93%), penelitian mengenai modul audio digital, terutama dalam konteks pendidikan, masih minim. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian lebih berfokus pada aspek teknis dan aplikatif teknologi audio dalam musik (8.93%) dan speech recognition (9.38%), sementara penerapan teknologi ini dalam bentuk modul pembelajaran, khususnya audio digital, belum banyak dijelajahi. Meskipun area ini semakin berkembang, hasil analisis bibliometrik dan representasi word cloud menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan dalam penelitian mengenai penggunaan modul audio digital secara spesifik, terutama dalam konteks pembelajaran berdiferensiasi. Hal ini menegaskan bahwa belum banyak kajian yang secara

mendalam membahas efektivitas dan pengembangan modul audio digital, khususnya untuk konsep fisika seperti gelombang bunyi.

Modul audio digital memiliki keunggulan fleksibilitas dan aksesibilitas, yang memungkinkan siswa untuk belajar dengan cara yang lebih dinamis dan sesuai dengan kebutuhan mereka. Mengingat potensi besar dari teknologi audio dalam pendidikan, pengembangan modul ini diharapkan mampu mengisi kesenjangan penelitian dan memberikan solusi yang relevan untuk pembelajaran abad ke-21. Oleh karena itu, pengembangan modul audio digital berbasis PBL ini menjadi penting untuk memberikan kontribusi baru dalam dunia pendidikan, memanfaatkan kemajuan teknologi dan menjawab kebutuhan pembelajaran yang semakin bervariasi dan berdifferensiasi.

SIMPULAN

Penelitian ini menekankan pentingnya modul audio digital sebagai alat pembelajaran interaktif dalam pendidikan abad ke-21, serta berbagai tantangan yang muncul dalam proses pengembangan dan penelitian di bidang ini. Meskipun relevansi modul audio digital semakin meningkat, perkembangan dalam bidang ini masih terfragmentasi, sehingga sulit untuk mendapatkan pemahaman yang jelas tentang tren dan kemajuan yang terjadi. (Brøvig, R., et al., 2016).

Analisis bibliometrik yang dilakukan, terlihat bahwa pada tahun 2017 hanya terdapat 19 publikasi terkait modul audio digital, dan jumlah ini hanya mengalami sedikit peningkatan menjadi 17 publikasi pada tahun 2018. Hal ini mencerminkan stabilitas namun keterbatasan dalam aktivitas penelitian di bidang ini. Berdasarkan data yang dianalisis, penelitian di bidang modul audio digital didominasi oleh China, yang menyumbang sekitar 32% dari total publikasi. India menempati urutan kedua dengan 19%, diikuti oleh Amerika Serikat dengan 16%. Kontribusi Australia sebesar 8%, sementara Jerman dan Inggris masing-masing menyumbang 6%. Jepang dan Brasil masing-masing menyumbang 5%, dan Kanada menyumbang 4%.

Melalui pendekatan bibliometrik, penelitian ini berhasil memetakan pola sitasi, kolaborasi antar penulis, serta tren kata kunci yang muncul dari publikasi terkait antara tahun 2017 hingga 2024. (Farooq, R., 2024). Hasil analisis menekankan bahwa kolaborasi lintas disiplin antara pendidik, ahli teknologi, dan desainer pembelajaran sangat penting untuk memperkaya dan memperluas cakupan penelitian di bidang ini. (Downie, S., et al., 2021). Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti perlunya pendekatan yang lebih terarah dan berbasis informasi dalam pengembangan modul audio digital untuk meningkatkan kualitas pendidikan serta menjawab kebutuhan siswa di era digital (Örtengren, A., 2022).

REFERENCES

- Aisah, S. N., Sunarti, T., Prahani, B. K., Habibullo, M., Deta, U. A., Wibowo, F. C., & Sanjaya, L. A. (2024, May). Bibliometric analysis related to culture-based physics learning to improve critical thinking ability. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 3116, No. 1). AIP Publishing.
- Antons, D., Kleer, R., & Salge, T. O. (2016). Mapping the topic landscape of JPIM, 1984–2013: In search of hidden structures and development trajectories. *Journal of Product Innovation Management*, 33(6), 726-749.
- Ariani, D. N., Sumantri, M. S., & Wibowo, F. C. (2022). The impact of Android module-based inquiry flipped classroom learning on mathematics problem solving and creative thinking ability. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(24).

- Awan, U., Sroufe, R., & Shahbaz, M. (2021). Industry 4.0 and the circular economy: A literature review and recommendations for future research. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 2038-2060.
- Brøvig, R., & Danielsen, A. (2016). Digital signatures: The impact of digitization on popular music sound. *MIT Press*.
- Darman, D. R., Suhandi, A., Kaniawati, I., Samsudin, A., & Wibowo, F. C. (2024). Development and Validation of Scientific Inquiry Literacy Instrument (SILI) Using Rasch Measurement Model. *Education Sciences*, 14(3), 322.
- Downie, S., Gao, X., Bedford, S., Bell, K., & Kuit, T. (2021). Technology enhanced learning environments in higher education: A cross-discipline study on teacher and student perceptions. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 18(4).
- Farooq, R. (2024). A review of knowledge management research in the past three decades: A bibliometric analysis. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 54(2), 339-378.
- Forliano, C., De Bernardi, P., & Yahiaoui, D. (2021). Entrepreneurial universities: A bibliometric analysis within the business and management domains. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, 120522.
- Hillmayr, D., Ziemwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.
- Kusuma, A. A. K., Maharani, W. A. D., Wibowo, F. C., Nasbey, H., & Costu, B. (2024). Effectiveness of artificial intelligent independent learning (AAIL) with physics chatbot of global warming concept. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(1), 42-54.
- Li, L., Fu, M., Zhu, Y., Kang, H., & Wen, H. (2024). The current situation and trend of land ecological security evaluation from the perspective of global change. *Ecological Indicators*, 167, 112608.
- Liu, X., Sun, R., Wang, S., & Wu, Y. J. (2020). The research landscape of big data: A bibliometric analysis. *Library Hi Tech*, 38(2), 367-384.
- Morel, G. M., & Spector, J. M. (2022). Foundations of educational technology: Integrative approaches and interdisciplinary perspectives. *Routledge*.
- Nguyen, T., Duong, Q. H., Van Nguyen, T., Zhu, Y., & Zhou, L. (2022). Knowledge mapping of digital twin and physical internet in Supply Chain Management: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 244, 108381.
- Örtengren, A. (2022). Digital citizenship and professional digital competence—Swedish subject teacher education in a postdigital era. *Postdigital Science and Education*, 4(2), 467-493.
- Prahani, B. K., Saphira, H. V., Wibowo, F. C., & Sulaeman, N. F. (2022). Trend and Visualization of Virtual Reality & Augmented Reality in Physics Learning from 2002-2021. *Journal of Turkish Science Education*, 19(4), 1096-1118.
- Rashid, K. M., & Louis, J. (2020). Activity identification in modular construction using audio signals and machine learning. *Automation in construction*, 119, 103361.
- Ren, R., Hu, W., Dong, J., Sun, B., Chen, Y., & Chen, Z. (2020). A systematic literature review of green and sustainable logistics: bibliometric analysis, research trend and knowledge taxonomy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 261.
- Sahoo, S. (2022). Big data analytics in manufacturing: A bibliometric analysis of research in the field of business management. *International Journal of Production Research*, 60(22), 6793-6821.
- Temiz, G. (2024). Investigating the role of a teacher professional development programme in cultivating 21st-century skills in a flipped learning EFL environment: Towards a framework.
- Valverde-Berrocoso, J., Garrido-Arroyo, M. D. C., Burgos-Videla, C., & Morales-Cevallos, M. B. (2020). Trends in educational research about e-learning: A systematic literature review (2009–2018). *Sustainability*, 12(12), 5153.
- Wibowo, F. C., Nasbey, H., Sanjaya, L. A., & Darman, D. R. (2020). Development of game open online physics instructional (GOOPI) for improving 21st-century careers: creativity skill (21-CC: CS). *International Journal*, 9(3).
- Xie, H., Zhang, Y., Wu, Z., & Lv, T. (2020). A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions. *Land*, 9(1), 28.