

Urgensi Pengembangan Aplikasi Belajar Berbasis Android sebagai Media Interaktif untuk Melatihkan Berpikir Kritis pada Materi Gelombang Bunyi

Dewi Vatika Sari^{1#}, Abd. Kholid¹

¹Universitas Negeri Surabaya

#Email: dewivatika09@gmail.com

Abstrak

Penguatan keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu tujuan utama pendidikan abad ke-21. Dalam pembelajaran fisika, khususnya materi gelombang bunyi, peserta didik dihadapkan pada tantangan pemahaman konsep-konsep abstrak yang kurang didukung oleh media pembelajaran yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji urgensi pengembangan aplikasi belajar berbasis android sebagai media interaktif yang mampu melatihkan kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Pendekatan ini diterapkan melalui dua sumber data, yaitu hasil angket peserta didik dan analisis bibliometrik terhadap tren global penelitian dalam bidang media digital dan keterampilan berpikir kritis. Seluruh data dianalisis secara kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik membutuhkan media pembelajaran yang lebih interaktif untuk membantu memahami konsep gelombang bunyi, dan tren global mendukung pemanfaatan media digital, khususnya aplikasi android, dalam pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran interaktif melalui aplikasi belajar berbasis android sangat diperlukan dalam pembelajaran.

Kata kunci: Aplikasi, android, pembelajaran fisika, gelombang bunyi, berpikir kritis

Abstract

Enhancing critical thinking skills is one of the primary goals of 21st-century education. In physics learning, especially in the topic of sound waves, students face the challenge of understanding abstract concepts that are often not supported by adequate learning media. This study aims to examine the urgency of developing an Android-based learning application as an interactive medium that can train students' critical thinking skills on the topic of sound waves. This study uses a quantitative descriptive research method. This approach is applied through two data sources: students' questionnaire results and a bibliometric analysis of global research trends in the fields of digital media and critical thinking skills. All data were analyzed quantitatively. The results show that students need more interactive learning media to help them understand sound wave concepts, and global trends support the use of digital media, especially Android applications, in learning. Therefore, the development of interactive learning media through an Android-based learning application is highly needed in physics education.

Keywords: application, android, physics learning, sound waves, critical thinking

PENDAHULUAN

Keterampilan abad ke-21 menjadi pondasi penting dalam menyiapkan generasi yang mampu beradaptasi dan bersaing di era globalisasi dan digitalisasi. Keterampilan abad ke-21 dikenal dengan istilah 6C, yaitu *critical thinking, creativity, collaboration, communication, citizenship, and character education* (Montessori et al., 2023). Salah satu keterampilan yang sangat esensial adalah keterampilan berpikir kritis (Robbani, 2025). Keterampilan ini memungkinkan peserta didik untuk memiliki pengetahuan diri, bersikap sistematis, percaya diri, menganalisis, cermat dalam mengevaluasi kebenaran, serta mampu melakukan interpretasi dan menarik kesimpulan terhadap proses berpikir yang sangat dibutuhkan seseorang ketika sedang berusaha untuk memecahkan suatu masalah (Facione, 2015). Sholikhah, Sugiharto,

dan Rahardjo (2023) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih perlu ditingkatkan, karena ditemukan kesulitan dalam menyelesaikan soal yang menuntut analisis mendalam. (Sholikhah et al., 2023).

Pembelajaran abad ke-21 juga menekankan pendekatan *student-centered learning* yang menyesuaikan kebutuhan dan karakter peserta didik. Seiring dengan itu, kemajuan teknologi digital telah mendorong penggunaan media pembelajaran yang lebih interaktif dan fleksibel. Namun, pemanfaatan media interaktif dalam pembelajaran fisika di kelas masih terbatas, sehingga proses belajar masih kurang mendukung pemahaman konsep secara mendalam (Sembiring et al., 2025). Hal ini berdampak pada rendahnya pemahaman peserta didik terhadap materi abstrak seperti gelombang bunyi. (Nurdiansah et al.,

2020). Gelombang bunyi merupakan materi yang membutuhkan visualisasi dan pemahaman konseptual mendalam (Agustina et al., 2025). Konsep seperti frekuensi, amplitudo, pelayangan bunyi, dan cepat rambat tidak bisa diamati secara langsung, sehingga peserta didik hanya menghafal rumus tanpa memahami makna fisinya (Haerunnisa et al., 2022). Permasalahan lain yang ditemukan adalah kurangnya media interaktif yang sesuai menjadi faktor penghambat peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, khususnya pada materi fisika yang bersifat abstrak (Yuliani & Suparman, 2024).

Inovasi media pembelajaran interaktif diperlukan agar mampu memfasilitasi pemahaman konsep-konsep tersebut secara lebih konkret dan kontekstual. Pemanfaatan media pembelajaran yang tepat menjadi sangat penting dalam mendukung tercapainya tujuan pembelajaran (Kustandi et al., 2021). Media pembelajaran merupakan segala bentuk alat bantu yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran agar lebih interaktif, efektif, efisien, dan menarik (Permana et al., 2024). Media ini mencakup berbagai format seperti teks, gambar, video, animasi, simulasi, hingga teknologi digital interaktif (Olvah et al., 2024).

Media digital yang saat ini banyak dikembangkan adalah aplikasi pembelajaran, yaitu perangkat lunak berbasis teknologi yang dirancang untuk menyampaikan materi pembelajaran secara interaktif dan mandiri (Hasanudin, 2025). Aplikasi pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik, mempermudah pemahaman konsep abstrak, serta mendukung pembelajaran berbasis keterampilan abad ke-21 (Dewi & Muhibbin, 2024). Aplikasi pembelajaran yang berbasis android menjadi pilihan utama karena bersifat *open-source*, fleksibel, dan kompatibel dengan berbagai perangkat, sehingga mudah diakses oleh peserta didik kapan saja dan di mana saja (Sari & Wulandari, 2021). Android juga merupakan sistem operasi yang paling banyak digunakan di dunia, termasuk oleh pelajar di Indonesia, sehingga memungkinkan jangkauan pembelajaran yang lebih luas (Putra & Yuliana, 2020). Melalui aplikasi android, materi pembelajaran dapat disajikan dalam bentuk ilustrasi, teks, video, kuis interaktif, latihan soal, dan aktivitas yang dirancang khusus untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Fitur-fitur ini membantu peserta didik memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak secara lebih efektif dan bermakna (Situmorang, 2019).

Pengembangan aplikasi belajar berbasis android telah banyak digunakan namun, aplikasi belajar yang dikembangkan oleh peneliti berbeda. Dibandingkan dengan aplikasi yang telah ada dan yang dikembangkan yang berfokus pada materi dan ilustrasi. Pengembangan aplikasi belajar interaktif berbasis android menawarkan berbagai keunggulan, aplikasi ini tidak hanya menyajikan materi gelombang bunyi melalui ilustrasi dan teks, tetapi juga dilengkapi

dengan belajar interaktif melalui kuis/latihan soal/tes, terdapat menu belajar materi gelombang bunyi untuk berlatih berpikir kritis sesuai dengan indikator melalui aktivitas belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Aplikasi pembelajaran berbasis android menjadi salah satu solusi yang potensial dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif, deskriptif kuantitatif bertujuan untuk mendeskripsikan fenomena yang diteliti secara sistematis dengan cara mengumpulkan data numerik dan menganalisisnya menggunakan statistik deskriptif (Creswell & Creswell, 2018). Pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini diterapkan melalui dua sumber data, yaitu survei yang dilakukan di salah satu SMA Negeri di Surabaya untuk mengidentifikasi tantangan peserta didik dalam memahami materi gelombang bunyi serta kebutuhan terhadap media pembelajaran interaktif. Data hasil survei dianalisis untuk melihat kecenderungan dan tingkat kebutuhan peserta didik terhadap pengembangan media pembelajaran. Dan Analisis bibliometrik, yang digunakan untuk mengidentifikasi tren penelitian global terkait keterampilan berpikir kritis dan aplikasi pembelajaran. Analisis ini dilakukan dengan memanfaatkan basis data Scopus dalam rentang waktu 2020–2024 dan divisualisasikan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan keterkaitan antar topik yang relevan. Alur pengumpulan data dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah dan perumusan tujuan, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data melalui angket kepada peserta didik di salah satu SMA Negeri di Surabaya. Selain itu, dilakukan analisis bibliometrik terhadap tren global menggunakan basis data Scopus dan perangkat lunak VOSviewer. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis data secara terpisah untuk masing-masing sumber data, kemudian hasilnya diintegrasikan untuk menarik kesimpulan mengenai urgensi dan potensi pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis Android untuk melatihkan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi.



Gambar 1. Alur Pengumpulan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei analisis kebutuhan yang dilakukan di salah satu sekolah menengah atas di Surabaya dengan menggunakan angket yang diisi oleh peserta didik menunjukkan bahwa tingkat pemahaman peserta didik

terhadap materi fisika, khususnya gelombang bunyi, dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat menjadi pendukung maupun hambatan dalam proses pembelajaran (Tehuayo et al., 2024). Informasi tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Faktor Pemahaman Peserta Didik Terhadap Fisika

Faktor Kesulitan/Mudah Dalam Memahami Materi Fisika	Persentase (%)
Terdapat banyak rumus	64,1
Abstrak & tidak kasat mata	20,5
Media pembelajaran kurang mendukung	30,8
Suka menghitung	30,8
Suka tantangan	20,5

Hasil survei mengenai pemahaman peserta didik terhadap mata pelajaran fisika menunjukkan bahwa meskipun terdapat ketertarikan dari sebagian siswa, mayoritas masih menghadapi hambatan dalam belajar. Kesulitan tersebut terutama disebabkan oleh banyaknya rumus, sifat materi yang abstrak, serta kurangnya dukungan media pembelajaran yang memadai. Khusus pada materi gelombang bunyi, hasil survei menunjukkan bahwa hanya 28,2% peserta didik yang benar-benar memahami konsep, sementara 56,4% berada pada kategori cukup, dan sisanya 15,4% termasuk dalam kategori kurang atau tidak memahami. Secara keseluruhan menunjukkan bahwa 71,8% peserta didik masih memerlukan penguatan

pemahaman, sehingga diperlukan upaya peningkatan dalam pembelajaran konsep gelombang bunyi.

Dalam hal penggunaan media pembelajaran, sebanyak 59% peserta didik menyatakan bahwa metode berbasis teknologi lebih sering digunakan dibandingkan metode konvensional yang dipilih oleh 41% peserta didik. Namun demikian, masih terdapat anggapan dari sebagian peserta didik bahwa pendekatan konvensional lebih dominan. Kondisi ini menunjukkan perlunya optimalisasi pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran agar lebih efektif dan relevan (Mulyanti, 2025). Gambaran mengenai penggunaan media pembelajaran dalam pembelajaran fisika disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Penggunaan Media Pembelajaran Konvensional

Media Pembelajaran Konvensional	Persentase (%)
Papan Tulis	97,4
Buku Cetak/Paket	92,3
Alat Peraga Fisika	20,5
Alat Lab Fisika	15,4
Poster/Gambar Cetak	2,6

Tabel di atas menunjukkan bahwa media pembelajaran konvensional seperti papan tulis dan buku cetak masih mendominasi proses pembelajaran. Pendekatan konvensional ini cenderung bersifat *teacher-centered*, di mana guru menjadi pusat informasi dan peserta

didik berperan pasif (Risana et al., 2025). Di samping itu, pembelajaran juga mulai melibatkan media berbasis teknologi, hal ini ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 3. Penggunaan Media Pembelajaran Teknologi

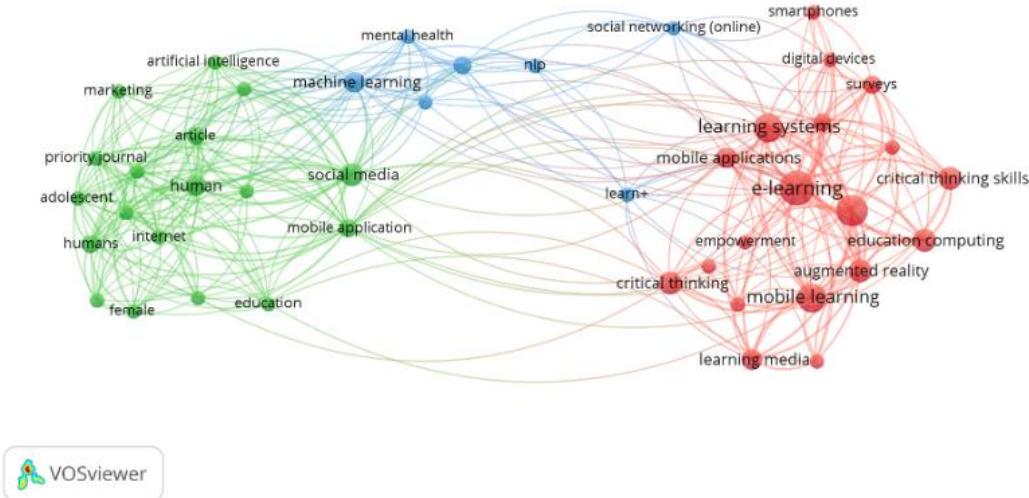
Media Pembelajaran Teknologi	Persentase (%)
Power Point (PPT)	97,4
Laboratorium Virtual (PhET)	46,2
Video Pembelajaran	46,2
Web Edukatif	30,8
Aplikasi Belajar	2,6

Tabel di atas menunjukkan bahwa media berbasis teknologi, *PowerPoint* merupakan yang paling sering digunakan, sementara aplikasi belajar merupakan yang paling jarang dimanfaatkan. Pembelajaran berbasis

teknologi sendiri mengacu pada penggunaan perangkat dan aplikasi digital sebagai alat bantu dalam menyampaikan materi (Resti et al., 2024). Berdasarkan survei mengenai ketertarikan peserta

didik terhadap aplikasi belajar interaktif yang memuat elemen visual seperti animasi, video, gambar, dan audio, sebanyak 46,7% peserta didik menyatakan sangat tertarik, 30,0% tertarik, 20,0% cukup tertarik,

dan hanya 3,3% yang tidak tertarik. Data ini menunjukkan tingginya minat peserta didik terhadap pembelajaran melalui aplikasi yang interaktif.



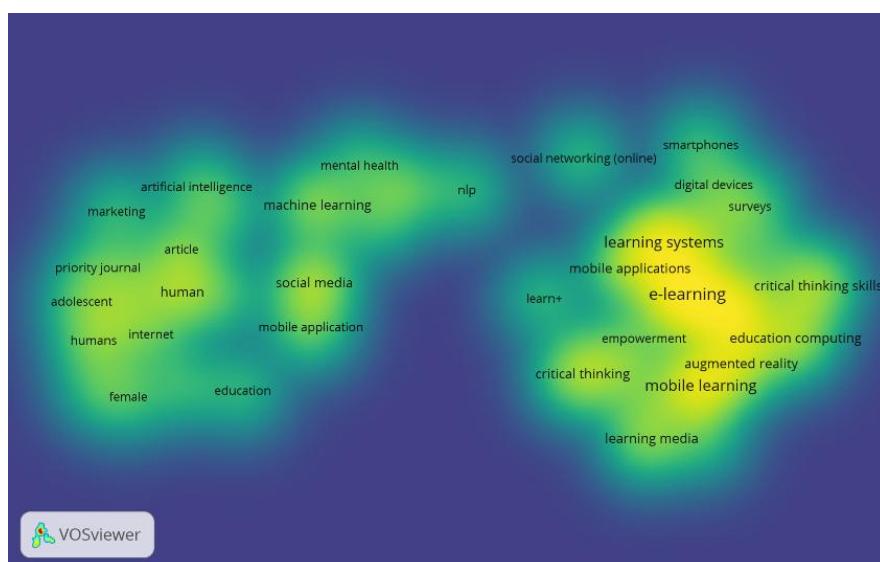
Gambar 2 Network Visualization

Berdasarkan pemetaan tersebut, terlihat bahwa node terbesar adalah *e-learning* dan *mobile learning*. Ukuran node yang besar menunjukkan bahwa kedua istilah tersebut menjadi pusat perhatian dalam riset terkait pembelajaran berbasis teknologi (Bausad et al., 2024). Node ini terhubung secara kuat dengan kata kunci lain seperti *learning systems*, *learning media*, *mobile applications*, dan *education computing*, yang mengindikasikan bahwa ekosistem pembelajaran digital telah berkembang dengan pesat.

Namun, jika diamati lebih lanjut, *critical thinking* dan *critical thinking skills* muncul sebagai node yang lebih kecil, meskipun tetap memiliki koneksi dengan *e-learning* dan *mobile learning*. Ini menunjukkan bahwa meskipun keterampilan berpikir kritis telah

mulai dibahas dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi, intensitas dan dominasi topik ini masih belum kuat. Garis-garis koneksi antara node *critical thinking* dengan teknologi pembelajaran cenderung lebih tipis, yang menunjukkan hubungan yang lemah atau kurang dieksplorasi secara mendalam dalam penelitian.

Selain *network visualization*, analisis juga dilakukan menggunakan fitur *density visualization* dengan kata kunci yang sama untuk menggambarkan tingkat kepadatan hubungan antar node dalam pemetaan data (Ananda et al., 2025). Visualisasi ini menunjukkan seberapa sering suatu topik diteliti dan seberapa kuat hubungannya dengan topik-topik lain (Fudholi, 2020).

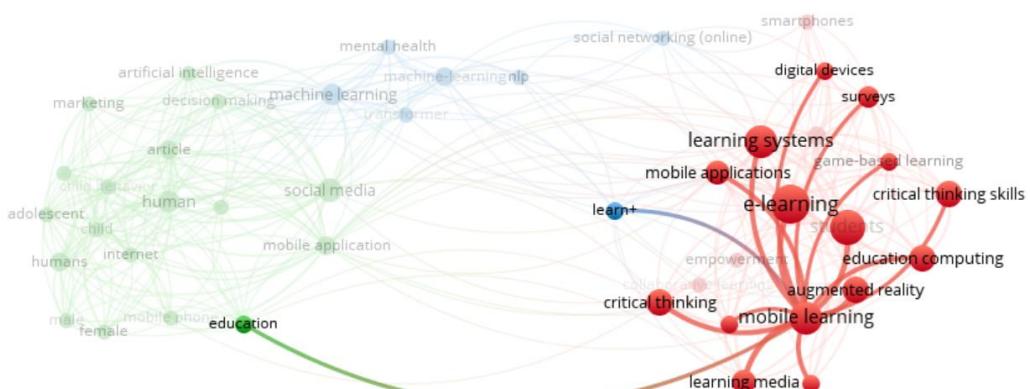


Gambar 3 Density Visualization

Hasil *density visualization* menunjukkan bahwa area dengan warna kuning terang merepresentasikan kepadatan tinggi, yang mengindikasikan topik-topik yang banyak diteliti dan memiliki keterkaitan konsep yang kuat (Judjianto et al., 2025), seperti *e-learning*, *learning systems*, dan *mobile learning*. Sementara itu, area berwarna hijau mencerminkan tingkat kepadatan sedang, yang mencakup kata kunci seperti *critical thinking*, *mobile applications*, dan *education computing*.

Analisis ini dilakukan untuk melengkapi *network visualization* dengan cara mengidentifikasi topik-topik

dominan yang paling intensif diteliti, sekaligus mengamati topik yang masih jarang dijadikan fokus utama. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun keterampilan berpikir kritis mulai dihubungkan dengan teknologi pembelajaran, topik tersebut belum menjadi fokus utama dalam pengembangan riset. Hal ini menjadi penguatan untuk mengembangkan aplikasi belajar yang secara khusus ditujukan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik (Anita et al., 2025). Selanjutnya, dilakukan pemetaan *Network Visualization* yang menghubungkan *mobile learning* dengan *mobile applications*.



Gambar 4 Network Visualization Mobile learning

Berdasarkan hasil pemetaan, *mobile learning* tampak menjadi salah satu pusat utama dalam ranah pendidikan digital, terlihat dari ukuran node-nya yang besar dan hubungan yang kuat dengan sejumlah kata kunci lainnya seperti *e-learning* dan *learning systems*. Namun, keterkaitan antara *mobile learning* dan *critical thinking* masih terlihat lemah, ditandai dengan garis koneksi yang tipis. Selain itu, node *mobile applications* memiliki ukuran yang relatif kecil, mengindikasikan bahwa pemanfaatan aplikasi dalam konteks *mobile learning* belum terlalu menonjol dibandingkan elemen lainnya. Padahal, *mobile applications* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran yang mampu mendukung keterampilan berpikir kritis (Yatni et al., 2025).

Oleh karena itu, diperlukan pengembangan *mobile application* dalam pembelajaran yang mampu secara efektif melatih keterampilan berpikir kritis melalui fitur-fitur interaktif menggunakan aplikasi yang dikembangkan berbasis android, mengingat android merupakan sistem operasi *mobile* yang paling banyak digunakan oleh peserta didik, sehingga lebih mudah diakses dan digunakan dalam berbagai perangkat. Android sebagai platform *mobile application* memberikan fleksibilitas bagi pengembang dalam menyajikan materi pembelajaran melalui berbagai media seperti video, kuis interaktif, dan simulasi, yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendukung pembelajaran keterampilan abad ke-21 (Rahmatullah, 2025).

Dengan memanfaatkan platform android, aplikasi pembelajaran yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi untuk membantu memahami konsep-konsep pada materi gelombang bunyi dan melatihkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

SIMPULAN

Hasil Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi penting dalam pendidikan abad ke-21. Namun, pembelajaran fisika masih menghadapi berbagai tantangan, terutama pada materi gelombang bunyi yang bersifat abstrak dan kurangnya media pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep secara mendalam. Berdasarkan hasil survei di salah satu sekolah di Surabaya serta analisis bibliometrik terhadap tren penelitian global, media interaktif berupa aplikasi pembelajaran berbasis android memiliki potensi besar untuk mengatasi keterbatasan tersebut sekaligus mendukung penguatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi berbasis android sangat diperlukan dalam pembelajaran fisika di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I. I., Wiyono, K., Marlina, L., & Rahman, N. F. A. (2025). Pengaruh Simulasi Phet Terhadap Pemahaman Siswa Mengenai Konsep Gelombang Bunyi Di Sekolah Menengah. *Jurnal Education And Development*, 13(1), 63-65.

- Ananda, Y., Rizal, E., & Rohman, A. S. (2025). Pemetaan pengetahuan terhadap perkembangan penelitian kebutuhan informasi pada database Scopus menggunakan VOSViewer. *Informatio: Journal of Library and Information Science*, 5(1), 49-66.
- Anita, F., & Kurniawati, T. (2025). Desain Pembelajaran Berbasis Proyek sebagai Strategi Penguatan Berpikir Kritis di Era Digital. *Jurnal Pendidikan Bahasa*, 14(1), 1-12.
- Bausad, A. A., & Setyawati, H. (2024, December). Tren Penelitian Dan Produktivitas Bidang Pendidikan Jasmani Di Indonesia: Analisis Bibliometrik. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Jasmani Dan Kesehatan Mental Peserta Didik* (pp. 64-85).
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Dewi, I. K., & Muhibbin, A. (2024). Implementasi Desain Pembelajaran Ips Yang Inovatif Melalui Aplikasi Digital Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(04), 566-580.
- Dewi, R. A., & Muhibbin, A. (2024). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis keterampilan abad 21. *Jurnal Pendidikan Sains*, 12(1), 23–30.
- Facione, P. (2015). *Critical Thinking: What It Is And Why It Counts*.
- Fudholi, D. H. (2020). Analisis Jejaring Penelitian Kesehatan Indonesia Menggunakan Text Mining.
- Haerunnisa, H., Prasetyaningsih, P., & Biru, L. T. (2022). Analisis miskonsepsi siswa SMP pada konsep getaran dan gelombang. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 428–433.
- Judijanto, L., & Apriyanto, A. (2025). Tren dan Pola Publikasi Islamic Financial Reporting dalam Akuntansi Syariah. *Sanskara Akuntansi dan Keuangan*, 3(03), 115-125
- Kustandi, C., Farhan, M., Zianadezha, A., & Fitri, A. K. (2021). Pemanfaatan Media Visual dalam tercapainya tujuan pembelajaran. *Akademika*, 10(02), 291-299.
- Montessori, V. E., Murwaningsih, T., & Susilowati, T. (2023). Implementasi keterampilan abad 21 (6c) dalam pembelajaran daring pada mata kuliah Simulasi Bisnis. *JIKAP (Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran)*, 7(1), 65-72.
- Mulyanti, D. (2025). Strategi Manajemen Pendidikan di Era Digital: Optimalisasi Infrastruktur, SDM, dan Pembelajaran Berbasis Teknologi. *Jurnal Pelita Nusantara*, 2(4), 376-383.
- Nurdiansah, I., Islami, F. H., & Nana, N. (2020). Penerapan Model POE2WE Yang Di Integrasikan dengan Bencana Tsunami Sebagai Upaya Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner Bagi Siswa Kelas XI SMA. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(01), 16-22.
- Olvah, M., Alfan, M., Nusantara, T., Suyitno, I., & Anggraini, A. E. (2024). Pemanfaatan Berbagai Media dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Literasi Siswa dalam Perspektif Multimodal Literacy. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(7), 6391-6398.
- Permana, B. S., Hazizah, L. A., & Herlambang, Y. T. (2024). Teknologi pendidikan: efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi di era digitalisasi. *Khatulistiwa: Jurnal Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 4(1), 19-28.
- Putra, A. P., & Yuliana, S. (2020). *Pemanfaatan aplikasi berbasis Android dalam menunjang pembelajaran di era digital*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 112–120.
- Rahmatullah, F. (2025). Media Interaktif sebagai Alat Efektif dalam Pembelajaran PAI. *Zaheen: Jurnal Pendidikan, Agama dan Budaya*, 1(1), 72-81.
- Resti, R., Wati, R. A., Ma'Arif, S., & Syarifuddin, S. (2024). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi sebagai alat untuk meningkatkan kemampuan literasi digital siswa sekolah dasar. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(3), 1145-1157.
- Risana, F., Hadi, A. I. M., Pratama, A., Rahmah, F., & Syafe'i, I. (2025). Transformasi metode pembelajaran pendidikan agama Islam: Dari konvensional ke pendekatan student-centered learning. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(01), 619-632.
- Robbani, H. (2025). Pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui pembelajaran berbasis masalah. *ABDUSSALAM: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan Islam*, 1(1), 79-85.
- Sari, M. K., & Wulandari, D. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 13(1), 55–63.
- Sembiring, G. A., Siagian, K. A., Rajagukguk, N. A., Arwita, W., & Nasution, A. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Peningkatan Aktivitas Dan Minat Belajar Siswa Pada Materi Komponen Ekosistem Dan Interaksinya Di Kelas X SMA Negeri 7 Medan. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(4).
- Sholikhah, S., Sugiharto, B., & Rahardjo, S. B. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (Hots) Peserta Didik di Sma Negeri 1 Ngemplak dalam Menyelesaikan Soal Asam Basa. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (pp. 267-275).
- Situmorang, M. (2019). *Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi Digital*. Jakarta: PT Gramedia.
- Tehuayo, H. M., Wattimena, H. S., Tamaela, E. S., &

- Napirah, M. (2024). Model Inkuiiri Terbimbing dengan Pemanfaatan Aplikasi Simulasi Interaktif Sebagai Strategi Pembelajaran untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Gelombang Bunyi. *Physikos: Journal of Physics and Physics Education*, 3(2), 91-100.
- Yatni, S. H., Murtikusuma, R. P., & Setiawan, Y. (2025). Kajian Literatur: Efektivitas Media Pembelajaran Ipa Berbasis Android Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Natural: Jurnal Ilmu Sains Dan Terapan*, 1(1), 31-39.
- Yuliani, F., & Suparman, U. (2024). Peran media interaktif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika. *Jurnal Penelitian Teknologi Pendidikan*, 4(2), 99–106.