

Tersedia secara online di

Jurnal Tadris IPA IndonesiaBeranda jurnal : <http://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii>**Artikel****Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM dengan Memanfaatkan *Augmented Reality* dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis**Rizka Oktaviyanti^{1*}, Ulum Fatmahanik², Wirawan Fadly³^{1,3} Prodi Tadris IPA, IAIN Ponorogo, Ponorogo² Prodi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, IAIN Ponorogo, Ponorogo*Corresponding Address: rizkaoktaviyanti17@gmail.com**Info Artikel**

Riwayat artikel:

Received: 30 Juli 2023

Accepted: 2 November 2023

Published: 30 November 2023

Kata kunci:

Bahan ajar

STEM

Augmented Reality

Kemampuan berpikir kritis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas, kepraktisan, dan efektifitas bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi getaran, gelombang, dan bunyi di kelas VIII. Peneliti menggunakan metode *Research and Development* dengan model *Borg and Gall* yang meliputi draft produk, validasi, *prototype*, uji terbatas, dan produk akhir. Bahan ajar yang telah dibuat akan divalidasi oleh dua dosen dan dua guru untuk menilai aspek konten, desain, dan konstruk. Pengumpulan data diperoleh melalui angket dan *pretest posttest*. Data yang telah terkumpul, kemudian dianalisis menggunakan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis deskriptif kuantitatif dilakukan menggunakan uji N-Gain dan uji *independent t-test two tailed*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dinyatakan valid digunakan, dengan rata-rata sebesar 84,4%. Tingkat kepraktisan bahan ajar yang dikembangkan yaitu sebesar 95%, artinya bahan ajar sangat baik dalam memberikan ketertarikan peserta didik untuk belajar serta materi dan bahasanya mudah dipahami. Bahan ajar tersebut juga efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi getaran, gelombang, dan bunyi dengan skor N-gain sebesar 60,34 atau kategori peningkatan sedang.

© 2023 Rizka Oktaviyanti, Ulum Fatmahanik, Wirawan Fadly

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin canggih tidak terlepas dari dinamika pendidikan IPA (Astuti, 2020). Pendidikan IPA dapat membantu peserta didik untuk menguasai teori dan konsep yang berhubungan dengan permasalahan di kehidupan sehari-hari. Pemberian pendidikan IPA dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dalam mengatasi permasalahan (Santoso dan Arif, 2021). Nofianti berpendapat bahwasanya pendidikan IPA dapat dijadikan sebagai tonggak untuk mengembangkan sumber daya manusia khususnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Nofianti dkk., 2022). Mereka harus mempunyai kemampuan berpikir kritis yang tinggi untuk mencari tahu kebenaran yang logis supaya tidak muncul keraguan dalam memecahkan permasalahan. Namun kenyataannya kemampuan berpikir kritis di Indonesia masih rendah. Hal ini sejalan dengan pendapat

Jamaluddin (2019), yang menyampaikan bahwa kemampuan berpikir kritis di Indonesia sangat sulit untuk dikembangkan (Nofianti dkk., 2022).

Indonesia merupakan negara yang paling banyak mengalami perubahan kurikulum. Pendidikan pada zaman dahulu hanya mengedepankan aspek pengetahuan saja, namun sekarang disempurnakan dengan mengedepankan aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Sebagaimana Lunggulung berpendapat bahwa materi pada pendidikan terdiri dari 3 aspek, yaitu aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Perbedaan lain juga dapat dilihat dari proses pembelajarannya (Miaturohmah & Fadly, 2020), dimana zaman dahulu pembelajaran terpusat kepada pendidik, sedangkan sekarang telah terpusat ke peserta didik. Namun belum semua sekolah menerapkan pembelajaran yang terpusat pada peserta didik. Hal tersebut mengakibatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik berkategori rendah. Sebagaimana Jamaluddin berpendapat bahwa di Indonesia kemampuan berpikir kritis sangat sulit dikembangkan (Miaturohmah & Fadly, 2020).

Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan yang melibatkan analisis berpikir dalam memperoleh informasi dari observasi, bernalar, dan berkomunikasi yang dapat digunakan dalam mengambil keputusan. Kemampuan ini sangat penting untuk menyampaikan pendapat berdasarkan alasan yang mendasar, dan menyimpulkan informasi yang terbukti kebenarannya. Pernyataan ini sesuai dengan pandangan Vong & Kaewurai yang menjelaskan bahwasanya setiap orang membutuhkan kemampuan berpikir kritis dalam menghadapi berita *hoax* (Vong & Kaewurai, 2017). Secara khusus, menurut Facione indikator yang terdapat dalam kemampuan berpikir kritis terdiri dari 6 aspek, antara lain interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri (A. R. Hidayati dkk., 2021). Namun di penelitian ini hanya memanfaatkan 4 indikator saja tanpa menggunakan indikator eksplanasi dan regulasi diri. Hal ini karena untuk menggunakan kedua indikator tersebut dibutuhkan waktu yang lama dalam mengamatinya.

Berdasarkan observasi penelitian yang dilakukan di salah satu MTs sekitar Ponorogo, peneliti mengamati proses pembelajaran yang masih menggunakan pembelajaran yang terpusat pada pendidik dengan bahan ajar yang disediakan Kemendikbud. Peneliti menemukan permasalahan mengenai ketidaktertarikan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran. Hal ini ditunjukkan dari perilaku peserta didik yang tidak fokus mendengarkan penjelasan guru, melainkan berbicara dengan temannya hingga menimbulkan kondisi kelas yang tidak kondusif. Peserta didik juga terlihat pasif dalam menanggapi pertanyaan yang diajukan guru. Sementara di abad 21, peserta didik dituntut untuk mempunyai kemampuan berpikir kritis dalam menanggapi suatu permasalahan yang ada. Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, peneliti mencoba mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik menggunakan 12 soal uraian. Soal yang dibuat telah disesuaikan dengan indikator berpikir kritis Facione, yang masing-masingnya terdiri dari 3 soal interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Soal tersebut dikerjakan oleh 32 peserta didik dan yang menjawab benar semua pada setiap indikator meliputi analisis hanya 7 peserta didik, interpretasi sebanyak 6 peserta didik, dan 5 peserta didik menjawab benar semua pada indikator evaluasi dan inferensi. Berdasarkan hasil tes yang didapatkan, menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik tergolong rendah.

Rendahnya kemampuan berpikir kritis diakibatkan dari penggunaan bahan ajar dan model pembelajaran yang kurang menarik. Selain itu, terdapat guru IPA yang berpendapat bahwa peserta didik kurang bijak dalam memanfaatkan *smartphone* sebagai media belajar. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti mencoba mengembangkan bahan ajar dengan memanfaatkan *smartphone* yang berorientasi pada keaktifan peserta didik dalam berpendapat. Pengembangan tersebut berupa bahan ajar interaktif yang mampu memunculkan objek 3 dimensi secara nyata. Sekarang ini dibutuhkan pengembangan bahan ajar interaktif yang mengarah pada keaktifan peserta didik. Dimana pada kurikulum Abad 21, peserta didik diharapkan mempunyai kemampuan berpikir kritis yang berguna untuk mengatasi

permasalahan secara ilmiah dan logis. Sehingga untuk meningkatkan kemampuan tersebut, pendidik harus dapat menciptakan bahan ajar yang mampu meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran.

Solusi yang tepat untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis adalah dengan mengembangkan bahan ajar berbasis STEM menggunakan *Augmented Reality*. Bahan ajar ini menyediakan materi yang menarik dengan visual 3D. Sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi serta menjawab pertanyaan secara kritis. *Augmented Reality* adalah kombinasi dari benda-benda maya yang diterapkan dalam bentuk tiga (Aprilinda dkk., 2020).

Keunggulan bahan ajar dengan memanfaatkan *Augmented Reality* adalah mampu menyajikan materi secara lebih interaktif dan efektif digunakan (Mustaqim & Kurniawan, 2017). Keunggulan *Augmented Reality* lainnya adalah peserta didik diberikan peran untuk memegang kendali pada kegiatan pembelajaran berlangsung dan menyajikan pembelajaran yang lebih terlihat nyata serta mampu dioperasikan secara mudah. Sebagaimana Husein dkk. Berpendapat bahwa bahan ajar dengan memanfaatkan *Augmented Reality* merupakan solusi untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis. Bahan ajar ini memudahkan peserta didik untuk memahami konsep dan meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam menambah wawasan (Hidayatunnajah, 2021).

Bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* telah dinyatakan efektif untuk diterapkan kepada peserta didik. Arifin dkk berpendapat bahwa bahan ajar berbasis STEM dengan bantuan aplikasi *Augmented Reality* efektif dan praktis untuk meningkatkan kemampuan Abad 21 peserta didik (Arifin dkk, 2020). Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang telah terintegrasi dari empat ilmu pendidikan, diantaranya sains, teknologi, teknik, dan matematika serta berfokus dalam pemecahan masalah. Dengan pendekatan ini, memudahkan peserta didik untuk menguasai kemampuan sains dan berpikir kritis melalui observasi, membaca, dan menulis (Sumaya dkk, 2021). Sehingga pendekatan STEM mampu mendukung pelaksanaan bahan ajar *Augmented Reality* dalam menumbuhkan minat dan berpikir peserta didik pada suatu pembelajaran.

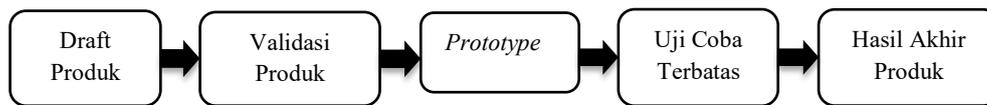
STEM mempunyai keunggulan dibandingkan pendekatan pembelajaran lainnya. Menurut Carin, A.A. & Sund, pendekatan STEM mempunyai keunggulan untuk menjawab hipotesis terhadap pendekatan yang sesuai dalam pembelajaran IPA (Santoso & Arif, 2021). STEM dibutuhkan pada bidang pekerjaan karena mampu membiasakan peserta didik untuk menganalisis suatu permasalahan (A. R. Hidayati dkk., 2021). Hal tersebut karena STEM telah terintegrasi menjadi satu kesatuan dengan empat bidang ilmu disiplin lainnya, sehingga dapat menganalisis permasalahan dan memberikan solusi untuk memecahkan berbagai permasalahan secara nyata.

METODE

Peneliti mengembangkan bahan ajar menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (RnD). Lokasi penelitian dilakukan di SMP Negeri 1 Dolopo, Madiun pada semester genap 2022/2023. Subjek penelitian yang digunakan adalah peserta didik kelas VIII. Alasan mengambil subjek penelitian tersebut sebab peneliti menemukan permasalahan kemampuan berpikir kritis yang masih rendah pada kelas VIII, sehingga materi yang dibahas dalam pengembangan bahan ajar disesuaikan dengan materi kelas VIII yang akan dipelajari, yaitu materi getaran, gelombang, dan bunyi. Sampel yang digunakan adalah 2 kelas, yang meliputi kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas kontrol dilakukan pada kelas VIII-H yang berjumlah 31 peserta didik, sedangkan kelas eksperimen dilakukan pada kelas VIII-I yang berjumlah 32 peserta didik. Sampel penelitian didapatkan melalui teknik *cluster random sampling* yang dipilih secara acak pada kelas VIII di SMP Negeri 1 Dolopo.

Berdasarkan penelitian *Research and Development* (RnD) yang dilakukan, peneliti menggunakan model pengembangan menurut Borg and Gall yang terdapat sepuluh sintaks

pengembangan. Namun karena situasi dan kondisinya tidak memungkinkan, maka peneliti meringkasnya menjadi lima langkah sebagai berikut.



Gambar 1. Prosedur Penelitian *Borg and Gall*

Dalam mengembangkan bahan ajar diperlukan referensi literatur mengenai desain *Augmented Reality* dan bahan ajar getaran, gelombang, dan bunyi. Bahan ajar divalidasi oleh validator untuk mengetahui valid tidaknya produk pengembangan untuk diuji coba. Validasi bahan ajar dilakukan oleh empat validator ahli, yaitu dua dosen Tadris IPA IAIN Ponorogo dan dua guru IPA di SMPN 1 Dolopo. Penilaian produk bahan ajar terdiri dari validasi konten, desain, dan konstruk. Validitas bahan ajar yang diberikan validator ahli diperoleh kritik dan saran mengenai revisi produk. Sehingga perlu dilakukan revisi berdasarkan masukan yang diberikan. Bahan ajar yang telah diperbaiki kemudian diuji coba kepada kelas VIII di SMP Negeri 1 Dolopo. Sesudah uji coba, maka bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* telah dinyatakan sebagai produk final dan mendapatkan kategori valid atau tidak untuk diterapkan pada kegiatan pembelajaran, khususnya pada materi getaran, gelombang, dan bunyi.

Data hasil penelitian akan dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Dimana data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi, angket respon peserta didik, dan hasil tes kemampuan berpikir kritis. Sedangkan data kualitatif diperoleh dari kritik dan saran validator mengenai pengembangan bahan ajar. Teknik analisis data yang digunakan pada pengembangan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, antara lain uji validitas ahli, angket kepraktisan, dan tes kemampuan berpikir kritis.

Persentase penilaian validator yang didapatkan, selanjutnya dianalisis kevalidannya. Produk pengembangan dapat dikatakan valid apabila nilai persentasenya $\geq 60\%$. Teknik analisis data kedua adalah angket kepraktisan. Angket ini digunakan untuk mengetahui kepraktisan produk yang diperoleh dari hasil respon peserta didik mengenai kemudahan penggunaan bahan ajar yang dikembangkan. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisis kepraktisannya. Teknik analisis data ketiga adalah soal tes kemampuan berpikir kritis. Soal ini dibuat dalam bentuk uraian yang berjumlah 12 soal dan telah disesuaikan dengan indikator berpikir kritis berikut.

Tabel 5. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Menurut Facione (2016)

No.	Indikator	Penjelasan
1.	Interpretasi	Dibutuhkan suatu pemahaman untuk menyelesaikan masalah dengan menuliskan apa yang dimengerti dan diketahui serta dapat mengaplikasikan dalam soal dengan baik dan benar.
2.	Analisis	Mengidentifikasi keterkaitan antara pernyataan dengan konsep yang diberikan dalam permasalahan yang ditunjukkan sehingga dapat memberikan penguraian yang benar.
3.	Evaluasi	Memberikan solusi yang yang diharapkan mampu untuk memecahkan permasalahan yang diberikan.
4.	Inferensi	Membuat kesimpulan yang berdasarkan ide penggunanya.

Soal tes kemampuan berpikir kritis digunakan untuk mengetahui tingkat keefektifan pengembangan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Peneliti memberikan soal tes kemampuan berpikir kritis sebanyak dua kali kepada peserta didik, yaitu *pretest* dan *posttest*. Nilai yang didapatkan akan dianalisis dengan uji *n-gain* dan uji *independen t-test two tailed*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi Bahan Ajar Berbasis STEM dengan Memanfaatkan *Augmented Reality*

Validasi bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis di lakukan selama tanggal 27 Maret 2023 sampai 1 April 2023. Hasil validasi akan dianalisis secara kuantitatif dengan rumus Persentase Penilaian Validator (PPV). Selain itu, hasil validasi juga dianalisis secara kualitatif berdasarkan kritik dan saran yang diberikan validator. Penilaian validasi terdiri dari 3 aspek, yaitu validasi konten, desain, dan konstruk.

Validasi konten berisi penilaian bahan ajar menurut BSNP, yang terdiri dari aspek konten, aspek penyajian, dan aspek bahasa serta kesesuaian bahan ajar berdasarkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Data hasil validasi konten ini dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan rumus Persentase Penilaian Validator (PPV). Hasil rekapitulasi validasi konten secara kuantitatif dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Validasi Konten

No.	Aspek Penilaian	Skor Validasi				Skor Total	% Aspek	X Sub Aspek	Simpulan
		V1	V2	V3	V4				
Materi									
1.	Materi yang disajikan berisi materi yang terkandung pada KD	4	5	5	5	19	95%		Valid
2.	Materi yang disajikan mendukung pencapaian KD yang ditetapkan	4	5	5	5	19	95%		Valid
3.	Materi yang disajikan sesuai dengan tingkat pendidikan SMP dan sesuai dengan KD	4	5	5	5	19	95%	91,4%	Valid
4.	Gambar dan <i>barcode</i> objek 3D yang disajikan sesuai dengan kenyataan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik	4	5	5	5	19	95%		Valid
5.	Gambar sesuai dengan kehidupan sehari-hari	4	5	4	4	17	85%		Valid
6.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik	4	5	4	4	17	85%		Valid
7.	Mendorong kemampuan berpikir kritis peserta didik	4	5	4	5	18	90%		Valid
Penyajian									
8.	Penyajian konsep dilakukan secara urut mulai dari tingkat yang mudah ke tingkat yang sukar	4	4	4	5	17	85%		Valid
9.	Adanya keterlibatan peserta didik untuk berpartisipasi (ada bagian praktikum ilmiah)	4	5	4	4	17	85%	83,3%	Valid
10.	Keutuhan makna dalam materi	4	4	4	4	16	80%		Valid
Bahasa									
11.	Ketepatan struktur kalimat	5	4	4	4	17	85%		Valid
12.	Keefektifan kalimat	5	5	4	4	18	90%		Valid
13.	Kebakuan istilah	4	4	4	3	15	75%		Valid
14.	Pemahaman terhadap pesan atau informasi	4	5	4	4	17	85%	83,3%	Valid
15.	Kalimat yang digunakan sesuai dengan tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	4	4	4	16	80%		Valid
16.	Ejaan yang digunakan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia	5	4	4	4	17	85%		Valid
Kemampuan Berpikir Kritis									
17.	Bahan ajar mencerminkan indikator kemampuan berpikir kritis	4	5	4	4	17	85%		Valid
18.	Mendorong kemampuan peserta didik untuk mengamati permasalahan (interpretasi)	4	5	3	4	16	80%		Valid
19.	Mendorong kemampuan peserta didik untuk menganalisis	4	5	3	4	16	80%	81%	Valid
20.	Mendorong kemampuan peserta didik untuk memberikan solusi (evaluasi)	4	5	3	4	16	80%		Valid
21.	Mendorong kemampuan peserta didik untuk menarik kesimpulan (inferensi)	4	5	3	4	16	80%		Valid
							Persentase Rata-Rata Keseluruhan	84,4%	Valid

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh rata-rata persentase validasi konten secara keseluruhan pada pengembangan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* sebesar 84,8%. Menurut tingkat kevalidan, produk bahan ajar tersebut dapat dinyatakan valid. Penilaian validasi konten terdiri dari empat aspek, yaitu aspek materi, penyajian, bahasa, dan

kemampuan berpikir kritis. Persentase rata-rata yang didapatkan pada aspek materi yaitu 91,4%. Sedangkan aspek penyajian dan aspek bahasa mendapatkan sebesar 83,3%, serta aspek kemampuan berpikir kritis sebesar 81%. Penilaian validasi konten yang diberikan validator tidak berupa angka saja, melainkan berupa kritik, dan saran juga. Kritik dan saran tersebut kemudian dianalisis secara kualitatif. Validator berpendapat bahwa penyajian materi pada bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* ini sudah baik. Adapun kritik dan saran yang diberikan validator yaitu perlu adanya revisi pada tujuan pembelajaran yang harus disesuaikan dengan indikator berpikir kritis dan revisi dibagian konteks mathematics pada STEM.

Validasi kedua adalah validasi keterbacaan/desain yang berisi tentang visual produk bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* yang telah dikembangkan. Penilaian validasi keterbacaan/desain terdapat tiga aspek, yaitu desain, tipografi, dan ilustrasi isi. Hasil rekapitulasi data kuantitatif dari validasi keterbacaan/desain dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Validasi Keterbacaan/Desain

No.	Aspek Penilaian	Skor Validasi				Skor Total	% Aspek	X Sub Aspek	Simpulan
		V1	V2	V3	V4				
Desain Bahan Ajar									
1.	Keserasian antara sampul depan, isi dan sampul belakang	4	4	4	4	17	85%		Valid
2.	Keserasian warna dan tata letak sehingga mampu memperjelas fungsi	4	5	3	4	16	80%		Valid
3.	Pemisahan antar paragraf jelas	4	5	4	4	17	85%	82,5%	Valid
4.	Ketepatan pemilihan jenis huruf sehingga mudah untuk dibaca	4	5	3	4	16	80%		Valid
5.	Warna huruf kontras dengan warna latar belakang	4	5	3	4	16	80%		Valid
6.	Kelengkapan keterangan pada gambar	4	5	4	4	17	85%		Valid
Tipografi Bahan Aja									
7.	Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf	4	5	4	5	18	90%		Valid
8.	Jenis huruf sesuai dengan isi materi bahan ajar	4	5	4	4	17	85%		Valid
9.	Penggunaan (<i>bold, italic, all capital, maupun small capital</i>) variasi huruf tidak berlebihan	4	5	4	5	18	90%		Valid
10.	Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai	4	5	4	5	18	90%	87,9%	Valid
11.	Spasi antar baris normal	4	5	4	4	17	85%		Valid
12.	Spasi antar huruf normal	4	5	4	4	17	85%		Valid
13.	Ukuran huruf sesuai dengan tingkat pendidikan peserta didik	4	5	4	5	18	90%		Valid
Ilustrasi Isi Bahan Ajar									
14.	Gambar maupun objek 3D yang digunakan mampu memperjelas isi dari materi sehingga mampu meningkatkan pemahaman peserta didik	3	5	3	4	15	75%		Valid
15.	Bentuk gambar maupun objek 3D tepat dan realistis sehingga mampu memberikan gambaran yang akurat serta tidak menimbulkan salah tafsir peserta didik	4	5	3	4	16	80%	81,7%	Valid
16.	Menampilkan gambar maupun objek 3D dari berbagai sisi sehingga mampu menambah pemahaman peserta didik	4	5	4	5	18	90%		Valid
Persentase Rata-Rata Keseluruhan								84,4%	Valid

Berdasarkan data pada Tabel 7 dinyatakan bahwa rata-rata hasil validasi keterbacaan/desain pada bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* secara keseluruhan sebesar 84%. Menurut tingkat kevalidan, bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dinyatakan valid. Validasi keterbacaan/desain memuat tiga aspek penilaian dan apabila dipersentasekan diperoleh 82,5% pada aspek desain, 87,9% pada aspek tipografi, dan 81,7% pada aspek ilustrasi isi. Lembar validasi keterbacaan/desain juga

mendapatkan kritik dan saran, yaitu cover kurang menjelaskan poin penting dalam bahan ajar dan peneliti belum mencantumkan fokus penelitian pada cover tersebut.

Lembar validasi terakhir adalah validasi konstruk. Pengembangan bahan ajar pada penelitian ini mempunyai suatu kekhasan yaitu berfokus untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sehingga peneliti mengembangkan bahan ajar yang berbeda dengan bahan ajar lainnya. Letak perbedaan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* terdapat pada fitur-fitur khusus. Fitur yang dikembangkan adalah dunia AR, praktikum ilmiah, dan berpikir kritis. Melalui ketiga fitur tersebut, dapat mendukung adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui berbagai aktivitas sains seperti mengamati masalah, mengumpulkan informasi, menganalisis permasalahan, memberikan solusi, serta menarik kesimpulan. Penilaian validasi konstruk yang diberikan validator berbeda dengan lembar validasi sebelumnya, yaitu berupa komentar validator terhadap produk pengembangan. Hasil komentar yang didapatkan selanjutnya dianalisis secara kualitatif. Komentar validator terhadap kecirikhasan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komentar Validasi Konstruk

No.	Konstruk	Komentar
1.	Fitur "Dunia AR", berupa gambar <i>barcode</i> yang dapat di <i>scan</i> untuk memunculkan objek 3D yang sesuai materi. Tujuan dari fitur "Dunia AR" adalah untuk memudahkan peserta didik untuk melihat objek yang akan dipelajari secara nyata.	Sudah baik, namun <i>Image target</i> AR sebaiknya diganti menjadi <i>barcode</i> . Sehingga peserta didik merasa penasaran untuk melihat objek 3D dengan <i>scan barcode</i> . Objek 3D sebaiknya dibuat bergerak.
2.	Praktikum Ilmiah, berisi percobaan sederhana yang sesuai dengan materi. Tujuan dari fitur "Praktikum Ilmiah" adalah memudahkan peserta didik untuk memahami konsep materi pada bahan ajar berbasis STEM.	Sudah baik, namun perlu menambahkan sedikit pengantar sebelum melakukan praktikum ilmiah. Sehingga peserta didik tahu mengapa mereka melakukan praktikum tersebut.
3.	Berpikir kritis, berisi latihan soal dengan indikator berpikir kritis. Tujuannya adalah memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menjawab pertanyaan secara kritis dan ilmiah sesuai yang pernah diamati dalam kehidupan sehari-hari.	Sudah baik

Penilaian konstruk yang didapatkan dari validator secara keseluruhan sudah baik. Namun ada beberapa aspek yang perlu direvisi supaya bahan ajar yang dikembangkan menjadi lebih sempurna. Dalam mengembangkan bahan ajar, peneliti menggunakan beberapa fitur yang menjadi ciri khas bahan ajar, antara lain praktikum ilmiah, dunia AR, dan fitur berpikir kritis. Fitur praktikum ilmiah berisi percobaan bandul sederhana untuk memahami materi getaran pada pelajaran IPA di kelas VIII dengan pendekatan STEM. Peneliti memilih pendekatan ini karena mampu memudahkan peserta didik dalam memahami konsep materi dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini sesuai dengan penelitian Nailul dkk., yang menjelaskan bahwa pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Math*) secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dan meningkatkan kepercayaan diri sebesar 95%" (Febril dkk., 2022). Praktikum ilmiah pada aspek *science* ditunjukkan dari aktivitas peserta didik dalam memahami konsep getaran pada bandul sederhana. Aspek *technology* ditunjukkan dari penggunaan fitur dunia AR untuk menampilkan objek 3 dimensi ayunan sebagai contoh getaran sebelum melakukan praktikum. Kemudian aspek *engineering* dapat dilihat dari proses pembuatan bandul sederhana, sedangkan aspek *mathematics* dibuktikan ketika peserta didik menggunakan panjang tali yang berbeda-beda untuk mengamati banyaknya getaran.

Fitur selanjutnya adalah Dunia AR. Fitur ini berisi gambar *barcode* yang dapat di *scan* untuk memunculkan objek 3D yang sesuai materi. Tujuan dari fitur Dunia AR adalah memudahkan peserta didik untuk melihat objek yang akan dipelajari secara nyata. Menurut penelitian Eka Ariyati, *Augmented Reality* dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi

modul yang cukup mahal. Dengan teknologi ini, peserta didik tetap dapat melakukan praktikum dengan melihat barang seperti aslinya, namun dalam bentuk virtual (Mustaqim & Kurniawan, 2017). Fitur Dunia AR didesain peneliti untuk dapat memunculkan objek 3D seperti contoh getaran seperti ayunan, gelombang transversal pada tali dan air, orang bermain gitar, serta lomba-lomba yang bergerak.

Selain fitur tersebut juga terdapat fitur berpikir kritis yang berisi latihan soal dengan indikator berpikir kritis. Tujuannya adalah memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menjawab pertanyaan secara kritis dan ilmiah. Kemampuan berpikir kritis mampu berkembang sebab peserta didik dilatih untuk menjawab permasalahan secara nyata melalui pendekatan STEM.

Kepraktisan Bahan Ajar Berbasis STEM dengan Memanfaatkan *Augmented Reality*

Bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* yang telah dikembangkan, selanjutnya diujicobakan pada kelas eksperimen. Peneliti menguji kepraktisan bahan ajar menggunakan angket respon peserta didik. Angket tersebut berisikan sepuluh indikator yang berkaitan dengan ketertarikan, materi, dan bahasa yang terdapat pada bahan ajar. Angket respon peserta didik dibagikan kepada 32 peserta didik dikelas eksperimen. Data yang didapatkan dari angket tersebut akan dianalisis secara kuantitatif. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kepraktisan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality*. Hasil analisis angket respon peserta didik dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Respon Peserta Didik

Aspek Penilaian	Indikator	Sangat Setuju	Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju
Ketertarikan	Penggunaan bahan ajar <i>Augmented Reality</i> mampu memberikan semangat dalam belajar	9	23	0	0
	Persentase (%)	28,1%	71,9%	0%	0%
Materi	Bahan ajar <i>Augmented Reality</i> memudahkan dalam belajar	5	23	4	0
	Bahan pelajaran dalam bahan ajar <i>Augmented Reality</i> mudah dipahami	2	29	1	0
	Soal-soal dalam bahan ajar mudah dikerjakan	12	14	6	0
	Soal-soal dalam bahan ajar mudah dipahami	14	17	1	0
	Dalam menggunakan bahan ajar <i>Augmented Reality</i> tidak memerlukan bantuan dari orang lain	4	21	5	2
	Persentase (%)	23,1%	65,%	10,6%	1,3%
Bahasa	Jenis huruf dan ukuran huruf mudah dibaca	20	10	0	2
	Dalam bahan ajar menggunakan kata-kata yang mudah dipahami	14	18	0	0
	Petunjuk bahan ajar mudah dipahami	12	18	2	0
	Bahasa dalam bahan ajar mudah dipahami	15	17	0	0
	Persentase (%)	47,7%	49,2%	1,6%	1,6%

Berdasarkan Tabel 9 didapatkan hasil respon peserta didik setelah menggunakan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality*. Aspek penilaian yang diukur pada angket respon peserta didik terdiri dari aspek ketertarikan, materi dan bahasa. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa aspek ketertarikan memperoleh respon positif sebesar 100% dengan kategori sangat praktis tanpa adanya respon negatif. Pada aspek materi memperoleh respon positif sebesar 88,1% termasuk kategori sangat praktis dan respon negatif sebesar 11,9% termasuk kategori tidak praktis. Sedangkan pada aspek bahasa memperoleh respon positif sebesar 96,9% termasuk kategori sangat praktis dan respon negatif sebesar 3,2% termasuk kategori tidak praktis. Rata-rata hasil respon peserta didik terhadap kepraktisan bahan ajar dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Distribusi Frekuensi Peserta Didik

Respon Peserta Didik	Persentase	Tingkat Kepraktisan
Sangat setuju dan setuju	95%	Praktis
Kurang setuju dan tidak setuju	5%	Tidak Praktis

Pada Tabel 10 diperoleh persentase rata-rata sebesar 95% respon positif yang memberikan jawaban sangat setuju dan setuju, sedangkan 5% respon sisanya menjawab kurang setuju dan tidak setuju. Berdasarkan hasil yang diperoleh, menunjukkan bahwa banyak peserta didik yang tertarik dengan bahan ajar yang dikembangkan. Apabila dilihat dari aspek materi dan bahasa, bahan ajar dinyatakan mudah dipahami oleh peserta didik. Bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* mampu memberikan ketertarikan peserta didik dalam meningkatkan semangat belajar. Hal ini ditunjukkan ketika peserta didik antusias mengikuti pembelajaran dan memberikan respon berupa menjawab pertanyaan. Menurut Handayani dan Putra, penggunaan objek 3D dalam bahan ajar dapat memperlancar pemahaman peserta didik serta memperkuat ingatan terhadap apa yang dipelajarinya (Sari dkk., 2017).

Selain keunggulan yang dimiliki, ada pula kendala yang dialami peserta didik, yaitu mereka memerlukan waktu lama untuk beradaptasi menggunakan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality*. Namun peneliti hanya mempunyai waktu singkat untuk mengenalkan bahan ajar tersebut. Hal ini mengakibatkan hasil yang didapatkan tidak terlalu maksimal. Dalam menggunakan *Augmented Reality*, terdapat beberapa peserta didik mengalami kendala dalam penginstalan aplikasi. Kendala tersebut terjadi karena penyimpanan *smartphone* yang digunakan peserta didik tidak mencukupi dan penginstalan gagal. Namun peneliti dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan membentuk kelompok.

Keefektifan Bahan Ajar Berbasis STEM dengan Memanfaatkan *Augmented Reality*

Pengumpulan data mengenai peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi getaran, gelombang, dan bunyi diperoleh melalui kegiatan *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dan *posttest* dibuat dalam bentuk soal uraian yang berjumlah 12 dan telah disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Data hasil *pretest* dan *posttest* akan dianalisis menggunakan uji n-gain. Hasil uji n-gain dari skor *pretest* dan *posttest* secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 11.

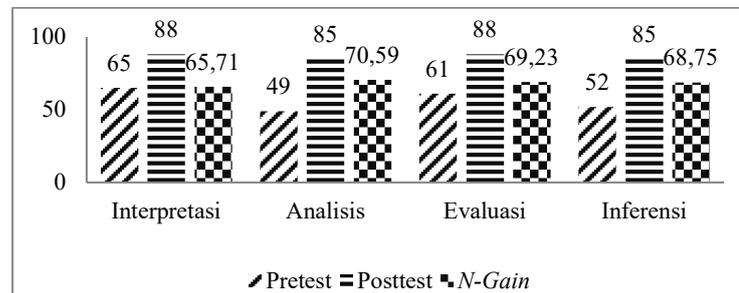
Tabel 11. Hasil Uji N-Gain

	N-Gain Skor (%)	
	Kontrol	Eksperimen
Min	0	10
Max	16,4	92
Average	8,08	60,34

Berdasarkan data pada Tabel 11 menunjukkan bahwa adanya perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis peserta didik antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen. Rata-rata peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas kontrol dapat diketahui pada hasil uji n-gain yaitu sebesar 8,08%. Sedangkan rata-rata peningkatan berpikir kritis pada kelas eksperimen diperoleh sebesar 60,34%. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* pada pembelajaran IPA dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen dengan menggunakan bahan ajar berbasis STEM yang memanfaatkan *Augmented Reality* mampu membantu peserta didik dalam berpikir ilmiah dan logis. Berdasarkan penelitian Herliandry, dinyatakan bahwa *Augmented Reality* mampu merealisasikan dunia virtual ke dunia nyata sehingga penerapan AR dalam pembelajaran IPA mampu mengarahkan peserta didik untuk menemukan konsep fisika secara mandiri, khususnya pada materi getaran, gelombang, dan bunyi. Pembelajaran seperti ini mendorong peserta didik untuk menganalisis konsep fisika secara keseluruhan yang disajikan dalam bahan ajar sehingga melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik (Vari &

Bramastia, 2021). Selain uji n-gain secara klasikal, peneliti juga melakukan uji n-gain di kelas eksperimen pada setiap indikator. Hal ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik disetiap indikator pada kelas eksperimen. Adapun hasil *pretest*, *posttest*, dan uji n-gain per-indikator pada kelas eksperimen termuat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Distribusi Nilai *Pretest*, *Posttest*, dan N-Gain per-Indikator

Berdasarkan data pada Gambar 2 didapatkan persentase nilai *pretest*, *posttest*, dan n-gain di setiap indikator kemampuan berpikir kritis. Skor n-gain pada indikator interpretasi, evaluasi, dan inferensi masing-masing diperoleh sebesar 65,71; 69,23; dan 68,75. Hal ini membuktikan bahwa ketiga indikator tersebut mengalami peningkatan sedang. Sedangkan pada indikator analisis didapatkan skor n-gain sebesar 70,59. Hal ini membuktikan bahwa indikator analisis mengalami peningkatan tinggi. Setelah mengetahui hasil n-gain, selanjutnya akan diuji analisis menggunakan statistic parametric. Analisis data ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak menurut uji normalitas *Kolmogorof Smirnov*. Sedangkan uji homogenitas *levene statistic* digunakan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh homogen atau tidak. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Normalitas *Kolmogorof Smirnov*

Kelas	Nilai Hitung	Taraf Signifikansi	Keputusan Uji
Eksperimen	0,200	0,05	Normal
Kontrol	0,073	0,05	Normal

Berdasarkan Tabel 12 diketahui bahwa nilai hitung yang diperoleh sebesar 0,200 pada kelas eksperimen dan 0,073 pada kelas kontrol. Maka disimpulkan bahwa nilai hitung lebih besar dari taraf signifikansi yaitu 0,05. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa data terdistribusi normal. Selain uji normalitas, didapatkan pula hasil uji homogenitas *pretest* dan *posttest* yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Homogenitas

Homogenitas Variabel	Nilai Hitung	Taraf Signifikansi	Keputusan Uji
Eksperimen-Kontrol	0,090	0,05	Homogen

Peneliti melakukan uji homogenitas dengan bantuan aplikasi IBM SPSS *Statistic*. Data yang dihasilkan pada Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai hitung pada uji homogenitas yaitu sebesar 0,090. Maka disimpulkan bahwa nilai hitung lebih besar dari taraf signifikansi yaitu 0,05. Sehingga data dinyatakan dapat berdistribusi homogen. Sesudah mengetahui jika data berdistribusi normal dan homogen, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji t. Uji t digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan peningkatan pada kedua kelas yang diteliti, yaitu kelas kontrol dan eksperimen. Hipotesis yang digunakan yaitu H_0 tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. H_1 terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Hasil uji *independent t-test-two-tailed* sebagai berikut.

Tabel 14. Hasil Uji *Independent T-Test-Two-Tailed*

T Test	Nilai Hitung	Taraf Signifikan	Keputusan Uji
--------	--------------	------------------	---------------

Eksperimen-Kontrol	0,00	0,05	H ₀ ditolak
--------------------	------	------	------------------------

Tabel 14 menunjukkan bahwa nilai hitung $0,00 < 0,05$. Maka dinyatakan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol. Hasil ini sesuai penelitian (Muqodas dkk., 2015) yang menjelaskan bahwa adanya bahan ajar berguna untuk mencapai tujuan pembelajaran, khususnya pada kemampuan berpikir kritis. Menurut penelitian Romy Desmara Fendi, bahan ajar dengan memanfaatkan *Augmented Reality* mampu menarik minat peserta didik untuk terlibat dalam proses pembelajaran. Keterlibatan tersebut sangat dibutuhkan untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa validitas bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dinyatakan valid, dengan persentase rata-rata yang didapatkan pada aspek materi yaitu sebesar 84,8% dan aspek keterbacaan/desain sebesar 84%. Bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality* dinyatakan layak untuk digunakan dengan sedikit revisi, sedangkan tingkat kepraktisannya didapatkan respon positif dan respon negatif. Respon positif yang didapatkan adalah sebesar 95% peserta didik memberikan jawaban sangat setuju dan setuju, sedangkan sisanya terdapat 5% respon peserta didik yang menjawab kurang setuju dan tidak setuju. Hasil tersebut membuktikan bahwa bahan ajar yang dikembangkan mampu menambah ketertarikan peserta didik untuk belajar dan bahasa yang digunakan mudah dipahami. Tingkat keefektifan bahan ajar diperoleh rata-rata n-gain sebesar 60,34% yang berkategori sedang dan efektifitas bahan ajar melalui rumus *t-two-tailed* diperoleh $0,00 < 0,05$. Perolehan ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan pada nilai peserta didik sesudah menggunakan bahan ajar berbasis STEM dengan memanfaatkan *Augmented Reality*.

REFERENSI

- Aprilinda, Y., Endra, R. Y., Afandi, F. N., Ariani, F., Cucus, A., & Lusi, D. S. (2020). Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama. *Explore: Jurnal Sistem informasi dan telematika*, 11(2), 124–133.
- Arifin, A. M., Pujiastuti, H., & Sudiana, R. (2020). Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(1), 59–73. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>
- Astuti, Y. P. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Group Investigation dengan Advance Organizer untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Pemecahan Masalah pada Siswa SMP. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(2), 83.
- Faizal, A., & Raharjo, S. (2021). Persepsi Masyarakat Kota Bandung terhadap Aksesibilitas dan Sarana Prasarana Bandar Udara Husein Sastranegara dan Bandar Udara Kertajati. *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*, 286.
- Febril, A. N., Aradia, F. F., Oktavia, F., & Fitri, R. (2022). Pengaruh Pendekatan STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik : Literature Review. *Prosiding SEMNAS BIO 2022*, 975.
- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1), 34–48.
- Hidayati, I. Z. (2019). Penilaian Uji Validitas Instrumen Skrining Anemia Pada Siswa Madrasah Aliyah Islamic Center Baiturahman Banyuwangi. *Majalah Kesehatan Masyarakat Aceh (MaKMA)*, 2(3), 51. <https://doi.org/10.32672/makma.v2i3.1293>
- Hidayatunnajah, H. (2021). Pengaruh Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Android Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Suhu Dan Kalor. In *Skripsi UIN Syarif Hidayatullah*.

- Miaturrohmah, & Fadly, W. (2020). Looking at a Portrait of Student Argumentation Skills on the Concept of Inheritance (21st Century Skills Study). *INSECTA*, *1*(1), 19.
- Muqodas, R. Z., Sumardi, K., & Berman, E. T. (2015). Desain dan Pembuatan Bahan Ajar Berdasarkan Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran Sistem dan Instalasi Refrigerasi. *Journal of Mechanical Engineering Education*, *2*(1), 108.
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Pai Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, *1*(1), 37. <https://doi.org/10.24252/lp.2018v21n1i6>
- Nida Ervina, M., & Lestariningsih, N. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Flip and Pop Up Full Games Terintegrasi Keislaman pada Konsep Sistem Pertahanan Tubuh Kelas XI. *Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan (JPSP)*, *1*(1), 14. <https://doi.org/10.23971/jpsp.v1i1.2779>
- Nofianti, E., Nurhidayanti, A., Handayani, N. A., Rosana, D., & Wilujeng, I. (2022). Profil Berpikir Kritis Peserta Didik SMP pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *10*(3), 480. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v6i3.23877>
- Sabrina, F., Hasnawati, & Anggraini, D. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Tematik dengan Metode Permainan Sesiku untuk Pengetahuan Fenomena Gempa Bumi Siswa SD Kabupaten Kepahiang. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar*, *4*(3), 443–444.
- Santoso, A. M., & Arif, S. (2021). Efektivitas Model Inquiry dengan Pendekatan STEM Education terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, *1*(2), 74.
- Sari, R., Handayani, R. D., & Putra, P. D. A. (2017). Pengembangan Buletin Mari Belajar IPA (MALAPA) Pada Pembelajaran IPA Di MTs Negeri 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, *6*(1), 42.
- Sumaya, A., Israwaty, I., & Ilmi, N. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Kabupaten Pinrang. *PENISI: Journal of Education*, *1*(2), 218.
- Susiawan, E. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mengoperasikan Sistem Operasi Komputer berdasarkan Masalah di Kelas X TEI SMK Negeri 2 Lamongan. *Jurnal Pendidikan Elektro*, *2*(2), 549.
- Taluke, D., Lakat, R. S. M., & Sembel, A. (2019). Analisis Preferensi Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Spasial*, *6*(2), 534.
- Vari, Y., & Bramastia, B. (2021). Pemanfaatan Augmented Reality Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Abad 21 Di Pembelajaran IPA. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, *10*(2), 132. <https://doi.org/10.20961/inkui.v10i2.57256>
- Vong, S. A., & Kaewurai, W. (2017). Instructional Model Development to Enhance Critical Thinking and Critical Thinking Teaching Ability of Trainee Students at Regional Teaching Training Center in Takeo Province, Cambodia. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, *38*(1), 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2016.05.002>