

PENGEMBANGAN MODUL AJAR IPAS BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERARGUMENTASI PADA SISWA FASE C

Nanda Aulia Savitri¹, Sukamto², Siti Patonah³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Pendidikan, Univeristas PGRI Semarang

nandaauliasavitri@gmail.com¹, sukamto@upgris.ac.id², sitifatonah@upgris.ac.id³

ABSTRACT

Argumentation skills are the ability to formulate problems based on data, claims, supporters that can produce clear and logical historical arguments. Argumentation skills in its application will produce students who are able to think critically, and can present clear, logical and relevant arguments according to evidence. The development of IPAS teaching modules based on the STEM approach was carried out to be able to improve argumentation skills in phase C students. The preparation of teaching module development was carried out based on the results of the initial assessment of students. This research was conducted using one shot case study method in elementary school with Research and Development (RnD) research method. The teaching module developed has gone through the validation and limited test stages which resulted in a high level of validity with the Aiken index 0.91-0.97. The results of the limited trial conducted on phase C students resulted in an increase in argumentation skills with diverse argumentation quality. The development of this teaching module is also equipped with learning media, which is expected to complement and make this teaching module more interesting and in accordance with the quality of diverse argumentation quality of argumentation.

Keywords: Teaching Module, Phase C, Initial Assessment, STEM, Augmented Reality

ABSTRAK

Kemampuan berargumentasi merupakan kemampuan merumuskan masalah berdasarkan data, klaim, pendukung yang dapat menghasilkan argument sejara jelas dan logis. Kemampuan berargumentasi pada penerapannya akan menghasilkan peserta didik yang mampu berpikir kritis, serta dapat ,menyajikan argumentasi yang jelas, logis dan relevan sesuai dengan bukti. Pengembangan modul ajar IPAS berbasis pendekatan STEM dilakukan untuk dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada siswa fase C. Penyusunan pengembangan modul ajar dilakukan berdasarkan hasil asesmen awal peserta didik. Penelitian ini dilakukan dengan metode one shot case study di sekolah dasar dengan medote penelitian *Research and Development* (RnD). Modul ajar yang dikembangkan telah melalui tahap validasi dan uji terbatas yang menghasilkan tingkat validitas tinggi dengan indeks aiken 0.91-0.97. hasil uji coba terbatas yang dilakukan pada siswa fase C menghasilkan peningkatan kemampuan berargumentasi dengan kualitas argumentasi yang beragam. Pengembangan modul ajar ini juga dilengkapi dengan media pembelajaran, yang diharapkan dapat menjadi pelengkap serta

membuat modul ajar ini semakin menarik dan sesuai dengan kualitas argumentasi yang beragam.

Kata Kunci: Modul Ajar, Fase C, Asesmen Awal, STEM, Augmented Reality

A. Pendahuluan

Kurikulum merdeka merupakan upaya pemerintah untuk memperbaiki learning lost pasca covid-19. Hal ini dibuktikan dengan munculnya Permendikbud Nomor 3 Tahun 2020 tentang standar Pendidikan Tinggi, yang kemudian memunculkan Permendikbudristek No. 262/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2020). Langkah ini mencerminkan komitmen pemerintah untuk memitigasi dampak buruk dari kehilangan pembelajaran, serta untuk membentuk siswa yang memiliki pemahaman mendalam tentang literasi numerasi dan mampu mengintegrasikan nilai-nilai Pancasila dalam kehidupan sehari-hari mereka (Faiza, 2021). Kurikulum merdeka dirancang untuk mendorong pembelajaran yang inovatif sesuai dengan kebutuhan siswa. Berbeda dengan kurikulum sebelumnya, kurikulum merdeka memiliki capaian pembelajaran

yang dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan siswa pada setiap mata pelajaran. Pembaharuan kurikulum yang terjadi saat ini beriringan dengan berkembangnya zaman. Peleburan mata pelajaran IPA dan IPS juga merupakan hal baru yang muncul pada kurikulum ini. Hal ini membuat guru harus menyesuaikan kembali penerapan kurikulum merdeka pada setiap pembelajaran, agar sesuai dengan tujuan (Rahmayati & Prastowo, 2023). Dalam penerapan kurikulum yang terus diperbarui hingga saat ini, memerlukan kecepatan dan ketepatan dalam setiap langkahnya agar pembelajaran yang akan dilakukan dapat menyesuaikan dengan keadaan, kondisi serta situasi yang sedang berlangsung.

Kemampuan berargumentasi saat ini merupakan hal yang penting untuk dimiliki peserta didik, karena pada abad ke-21 ini dunia membutuhkan sumber daya manusia yang kompeten dan mampu dalam berpikir kritis. Maka kemampuan untuk merumuskan

serta menyajikan argument yang jelas, logis, relevan dengan disertai bukti merupakan aspek yang harus dimiliki oleh setiap individu. Untuk mewujudkan hal tersebut, pada proses pembelajaran sekolah dasar dapat menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematic* (STEM). STEM dalam pembelajaran dapat mengarahkan siswa pada keterampilan yang dibutuhkan abad ke-21 (Syadiah & Hamdu, 2020). Dari pendekatan STEM yang dilaksanakan pada pembelajaran akan memunculkan soal soal yang dapat meningkatkan cara berpikir kritis. Sehingga dapat menghasilkan siswa siswa unggul dengan kemampuan dan pemikiran yang kritis (Prasetya, Parmiti, & Bayu, 2022). Selain itu, penerapan profil pelajar pancasila juga menjadi hal yang penting dalam kurikulum merdeka ini. Profil pelajar pancasila yang diterapkan dalam rangka perwujudan pelajar Indonesia sebagai pelajar sepanjang hayat (Sutiyono, 2022). Walaupun penerapan profil pelajar pancasila sebenarnya sudah terlebih dahulu diterapkan di sekolah sebagai pembiasaan baik. Namun, saat ini masih terdapat faktor faktor

penghambat dalam penerapan profil pelajar pancasila.

Kemampuan berargumentasi merupakan kemampuan merumuskan masalah berdasarkan data, klaim, pendukung yang dapat menghasilkan argument sejara jelas dan logis. Kemampuan berargumentasi pada penerapannya akan menghasilkan peserta didik yang mampu berpikir kritis, serta dapat ,menyajikan argumentasi yang jelas, logis dan relevan sesuai dengan bukti. Pada penerapannya, kemampuan berargumentasi menghasilkan siswa yang mampu dalam bernalar sehingga dapat merumuskan dan menyajikana argumentasi berdasarkan bukti. Pada mata pelajaran IPAS kemampuan berargumentasi yang dihasilkan siswa adalah kemampuan argumentasi ilmiah. Argumentasi ilmiah merupakan proses menyatakan temuan secara ilmiah berdasarkan bukti (Utami, Sumari, & Dasna, 2022). Untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi, diperlukan pembiasaan baik dalam pembelajaran, dan peningkatan kualitas pembelajaran. pada kurikulum merdeka rancangan

pembelajaran (RPP) telah berganti menjadi modul ajar. Modul ajar kurikulum merdeka merupakan pengganti dari RPP yang berformat dan bersifat variatif yang meliputi materi/konten pembelajaran, metode pembelajaran, interpretasi, dan teknik mengevaluasi yang disesuaikan dengan pembelajaran untuk mencapai indikator keberhasilan yang diharapkan. Oleh karena itu, pengembangan modul ajar kurikulum merdeka dengan mata pelajaran IPAS diperlukan.

Pengembangan modul ajar dengan pendekatan STEM dapat mendukung berjalannya mata pelajaran IPAS yang dalam pelaksanaannya masih terdengar asing. Mata pelajaran IPAS sebenarnya tetap berisi materi IPA dan IPS, hanya saja penggabungan ini diharapkan agar anak dapat mengelola lingkungan alam dan sosial dalam satu kesatuan. Tujuannya adalah untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang hubungan antara manusia, lingkungan, dan masyarakat di sekitarnya (Interaktif, Mata, Ipas, & Mi, 2023). Pengembangan modul ajar yang dilakukan oleh peneliti berfokus

pada materi IPA pada fase C, terutama pada materi gelombang bunyi cahaya. Modul ajar digunakan sebagai bahan atau pegangan bagi guru dalam berjalannya pembelajaran. Pengembangan modul ajar dilakukan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa, meningkatkan konsentrasi belajar, serta dapat membantu siswa untuk lebih mudah dalam menguasai materi pembelajaran. Berdasarkan analisis literatur yang telah dilakukan, peneliti menemukan bahwa ketersediaan modul ajar yang berkaitan dengan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS), khususnya dalam topik Gelombang dan Cahaya, masih terbatas. Dalam upaya meningkatkan pembelajaran di bidang ini, ditemukan bahwa terdapat kekurangan dalam jumlah dan variasi modul ajar yang dapat digunakan oleh guru dan siswa. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut dalam hal ini dianggap penting guna menghadirkan sumber belajar yang lebih kaya dan mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif di sekolah-sekolah. Analisis kebutuhan pada pembuatan modul ajar diperlukan, hal itu bertujuan untuk membuat

modul ajar berdiferensiasi yang sesuai dengan kebutuhan siswa (Ndiung, Jediut, & Nendi, 2023).

Berdasarkan hasil observasi menggunakan angket dan wawancara dengan guru di SDN Bandungrejo 2 Mranggen, asesmen diagnostik untuk penyusunan modul ajar pada mata pelajaran IPAS belum dilakukan. Namun demikian, guru telah memanfaatkan modul ajar sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran juga telah diterapkan, meskipun terbatas pada media PowerPoint, adaptasi lagu dengan lirik yang diubah menjadi materi pembelajaran, serta praktik-praktik sederhana lainnya.

Meskipun pendekatan ini memberikan variasi dalam pendekatan pembelajaran, namun masih terdapat peluang yang lebih luas untuk memanfaatkan berbagai jenis media dan teknologi pembelajaran yang lebih canggih guna meningkatkan efektivitas pembelajaran dan keterlibatan siswa. Pendekatan yang umumnya diterapkan dalam setiap proses pembelajaran melibatkan model ceramah, diskusi, serta interaksi tanya jawab. Namun, pola pembelajaran tersebut masih

memiliki keterbatasan dalam hal memajukan kemampuan siswa dalam berargumentasi secara efektif. Diperlukan pendekatan lebih lanjut yang dapat merangsang perkembangan keterampilan berargumentasi siswa dengan lebih baik, sehingga mereka mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan ekspresi ide secara lebih mendalam. Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, peneliti mengidentifikasi yang menjadi permasalahan dalam penelitian yaitu untuk mengetahui karakteristik pengembangan, menganalisis validasi dan kelayakan, menganalisis kepraktisan pengembangan, dan menganalisis keefektifan pengembangan modul ajar IPAS berbasis STEM pada materi gelombang bunyi dan cahaya untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi peserta didik fase C sehingga memiliki judul penelitian yaitu *“Pengembangan Modul Ajar IPAS Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berargumentasi Pada Siswa Fase C”*.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) melalui pendekatan deskriptif. Penelitian dan pengembangan pada penelitian ini adalah pengembangan modul ajar IPAS berbasis STEM yang dibuat melalui asesmen diagnostik dan diujikan kelayakannya, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada siswa. Dalam penelitian dengan metode RnD, tahap awal yang dilakukan adalah melakukan penelitian pendahuluan (*preliminary research*).

Pelaksanaan penelitian pengembangan modul ajar dilakukan di sekolah untuk mengetahui apakah modul ajar yang dikembangkan berkualitas. Sekolah yang akan menjadi tempat penelitian adalah SDN Bandungrejo 2 Mranggen. Waktu penelitian akan dilaksanakan pada tahun ajaran 2023-2024. Observasi awal dilakukan pada tanggal 21 Agustus 2023, dan asesmen awal dilakukan pada tanggal 1-2 September 2023. Subjek penelitian yang dilakukan peneliti adalah pendidik dan peserta didik kelas V sekolah dasar di Kabupaten Demak yaitu SDN Bandungrejo 2 Mranggen. Jumlah responden 29

yaitu terdiri dari 15 siswa laki laki dan 14 siswi perempuan. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik wawancara, observasi, tes dan angket yang dilakukan bersama guru dan siswa di sekolah serta dokumentasi. Peneliti melakukan observasi awal serta wawancara terhadap guru untuk memperoleh informasi pendukung dalam perancangan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan angket. Untuk angket pertama mengenai penelitian pengembangan modul ajar berbasis STEM ini dibuat kisi kisi analisis kebutuhan modul ajar. Angket atau kuesioner yang digunakan pada penelitian ini digunakan untuk kebutuhan mendapatkan data mengenai kelayakan modul yang sedang dikembangkan berdasarkan ahli materi, ahli media pembelajaran dan guru mata pelajaran. Untuk memvalidasi produk modul ajar, peneliti juga menyusun angket validasi yang nantinya akan diberikan kepada validator ahli untuk mengetahui tingkat validitas modul ajar dari segi materi maupun struktur dalam modul ajar. Validasi dilakukan oleh beberapa ahli meliputi ahli komponen modul ajar, ahli bahasa, ahli media, serta ahli

materi. Proses pengembangan produk modul ajar ini diharapkan dapat menghasilkan modul ajar yang praktis dan efektif dan efisien. Dokumentasi juga dilakukan dalam proses pengambilan data berupa foto maupun video pada saat pelaksanaan pembelajaran menggunakan modul ajar.

Untuk mengukur apakah modul ajar tersebut dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik, maka dilakukan observasi tingkat kemampuan berargumentasi peserta didik. Peneliti juga menyusun lembar

No.	Nama Validator	Keterangan
1	Dr. lin Purnamasari, S.Pd., M.Pd.	Dosen PGSD
2	Filia Prima Artharina, S.Pd., M.Pd.	Dosen PGSD
3	Tri Sugiyono, S.Pd., M.Pd.	Kepala SDN Tambakrejo 01
4	Suryani, S.Pd., M.Pd.	Kepala SDN Karanganyar Gunung 02
5	Dhian Wijayati, S.Pd.	Guru Kelas V SDN Bandungrejo 2 Mranggen

observasi yang digunakan untuk mengapati tingkat kemampuan berargumentasi peserta didik di kelas lima selama penggunaan modul ajar yang telah disusun.

$$\text{Presentase} : \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

= ...

Skor hasil pengukuran kemampuan berargumentasi

kemudian dikonversikan menjadi beberapa kategori yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konversi Nilai Hasil Pengukuran Kemampuan Berargumentas

Validasi atau uji validitas sangat penting untuk dilakukan, agar dapat menghasilkan produk yang layak jika diterapkan dalam pembelajaran. Para ahli komponen modul ajar, ahli materi, Bahasa dan media akan menilai dan memberikan saran perbaikan jika diperlukan mengenai produk Modul Ajar IPAS Berbasis STEM materi gelombang bunyi dan cahaya untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi siswa dengan angket penilaian yang telah disusun oleh peneliti. Adapun validator dalam uji validasi ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Nama Validator

Validasi produk ini dilakukan dua kali validasi oleh para ahli,

Persentase	Kriteria
80-100%	Sangat Tinggi
60-79%	Tinggi
40-59%	Sedang
20-39%	Rendah
0-19%	Sangat Rendah

seperti ahli komponen modul ajar, ahli materi, ahli bahasa dan ahli media. Pada tahap pertama validator memberikan saran dan masukan untuk perbaikan produk modul ajar yang lebih baik. Kemudian pada tahap validasi kedua setelah melakukan perbaikan, validator akan kembali memvalidasi hasil produk yang telah dibuat untuk memperkuat tingkat validitas produk modul ajar. Hasil validasi dapat dihitung melalui kriteria dan rumus yang tertera dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Validasi

Nilai	Kriteria
5	Sangat Relevan
4	Relevan
3	Cukup Relevan
2	Kurang Relevan
1	Tidak Relevan

Tingkat validitas modul ajar dapat dihitung dengan indeks aaugiken:

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan:

V = Indeks Aiken

s = Skor yang ditetapkan setiap rater-
skor terendah

n = banyaknya rater

c = banyaknya kategori yang dapat
dipilih rater

Berdasarkan pengembangan modul ajar berbasis STEM, dalam prosedur penelitian ini hanya dilakukan dalam tiga tahap, yaitu Studi Pendahuluan. Setelahnya, Tahap Pengembangan yang menggunakan ADDIE yang terdiri dari 5 tahap *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implemetation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Pengembangan moddul ajar ini dilakukan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick and Carry (1996) serta yang terakhir Tahap Pengujian. Pengambilan data dari penyusunan pengembangan modul ajar ini dilakukan dengan metode *one shot case study*. Penelitian dari pengembangan ini menggunakan teknik analisis kuantitatif dan kulitatif atau *mix method*. Data kuantitatif berupa skor angket kebutuhan yang diberikan kepada guru dan kepala sekolah. Dalam menjawab pertanyaan responden dapat menjawab pertanyaan dan dapat memilih salah satu jawaban yang meliputi tidak paham (1), kurang paham (2), paham (3), sangat paham (4), tidak pernah (1),

jarang (2), pernah (3), dan sering (4). Data yang diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan skor yang diperoleh. Kemudian, nilai akhir yang diperoleh dikategorikan dalam lima kategori. Pengambilan keputusan untuk mengembangkan Modul ajar IPAS berbasis STEM dinyatakan diperlukan apabila rentang kriteria “cukup”, “kurang” atau “kurang sekali”. Kriteria penskoran untuk kemampuan berargumentasi pada siswa terdapat di Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Penskoran

Interval	Keterangam
81-100%	Baik Sekali
61-80%	Baik
41-60%	Cukup
21-40%	Kurang
0-20%	Kurang Sekali

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengembangan modul ajar IPAS berbasis pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi pada kelas lima fase C dirancang untuk menyesuaikan kebutuhan peserta didik dan pendidik dalam memenuhi kelengkapan bahan ajar dalam pembelajaran mata pelajaran IPAS. Modul ajar yang dirancang melalui berbagai tahap serta observasi untuk melihat tingkat validitas modul ajar, serta keefektifan dan

kepraktisan modul ajar. Modul ajar berbasis pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi dan cahaya fase C terbatas disebabkan penerapan kurikulum merdeka yang masih baru di SDN Bandungrejo 2 Mranggen. Dalam kegiatan pembelajaran guru juga belum menerapkan pendekatan STEM dalam setiap pembelajarannya terutama pada materi Gelombang Bunyi dan Cahaya. Hal ini membuat kemampuan mengemukakan pendapat atau berargumentasi masih rendah di SDN Bandungrejo 2 Mranggen.

Sebelum melakukan penelitian, peneliti terlebih dahulu melakukan persiapan agar mendapatkan hasil yang maksimal dengan membuat angket analisis kebutuhan modul ajar untuk mengetahui bagaimana penggunaan modul ajar berbasis STEM di sekolah tersebut, sehingga diharapkan dapat membuat rancangan produk yang sesuai dengan kebutuhan. Kemudian setelah angket peneliti memperkuat dengan melakukan wawancara terhadap pendidik untuk mengetahui kebiasaan yang dilakukan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Setelah melakukan observasi menggunakan angket dan

wawancara peneliti menemukan bahwa penggunaan modul ajar IPAS berbasis STEM belum dilakukan di SDN Bandungrejo 2 Mranggen.

Setelah melakukan observasi menggunakan angket dan wawancara peneliti menemukan bahwa penggunaan modul ajar IPAS berbasis STEM belum dilakukan di SDN Bandungrejo 2 Mranggen. Karena kurikulum yang ditetapkan masih baru untuk sekolah. Oleh karena itu, sumber modul ajar biasanya dicari dari internet ataupun bekerja sama dengan guru kelas lima lainnya. Sehingga dalam hal ini berdampak pada kurangnya kemampuan berargumentasi siswa pada pembelajaran IPAS. Oleh karena itu pengembangan modul ajar berbasis STEM pada mata pelajaran IPAS merupakan salah satu upaya untuk dapat meningkatkan kemampuan

berargumentasi pada peserta didik. Dari hal tersebut, maka diperlukan pengembangan dengan pendekatan STEM serta bahan ajar dan LKPD yang membuat siswa ikut aktif dalam pembelajaran, dan media pembelajaran yang bervariasi seperti adanya media konkret serta media berbasis *augmented reality*.

Oleh karena itu pengembangan modul ajar berbasis STEM pada matapelajaran IPAS merupakan salah satu upaya untuk dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik.

Modul ajar berbasis STEM dengan materi gelombang bunyi dan cahaya ini melalui tahapan validasi produk dilakukan oleh 5 ahli yaitu 2 dosen Universitas PGRI Semarang Dr. lin Purnamasari S.Pd.,M.Pd., Filia Prima Artharina S.Pd.M.Pd., serta 3 guru dari sekolah dasar yaitu Tri Sugiyono, S.Pd.,M.Pd., Suryani, S.Pd.,M.Pd., Dhian Wijayati, S.Pd. kelima validator ini memvalidasi produk sesuai dengan indikator penilaian yang telah dibuat. Validasi dilakukan sebanyak dua kali untuk memastikan keabsahan dari produk modul ajar yang telah dibuat. Validasi produk modul ajar dilakukan menggunakan indeks aiken. Hasil dari validasi pertama dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Penskoran

No.	Aspek Penelitian	Indeks Aiken	Kriteria
1	Validasi Model Ajar	0.73	Sedang
2	Validasi Materi	0.84	Tinggi
3	Validasi Bahasa	0.83	Tinggi
4	Validasi Media <i>Augmented Reality</i>	0.81	Tinggi
5	Validasi Media Konkret	0.80	Sedang

Berdasarkan tabel 5 ditunjukkan rata rata validitas ahli. Modul ajar yang telah dikembangkan tersebut divalidasi oleh lima ahli dengan aspek penilaian ahli materi, ahli Bahasa, ahli media *augmented reality*, ahli media konkret. Indeks aiken yang dipakai dalam penelitian memiliki skala kategori yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala Penilaian Indeks Aiken

Skala Nilai	Kriteria
< 0,4	Rendah
0,4 – 0,8	Sedang
> 0,8	Tinggi

Berdasarkan hasil indeks aiken diatas dapat diketahui bahwa aspek modul ajar pada isi materi, kebahasaan, serta media *augmented reality* menunjukkan kriteria tinggi, sedangkan pada aspek modul ajar dan media konkret menunjukkan kriteria sedang. Oleh

karena itu, modul ajar yang telah dikembangkan layak untuk digunakan dengan perbaikan. Setelah dilakukan validasi pertama dengan memberikan penilaian serta saran perbaikan, produk modul ajar kemudian diperbaiki dan kembali dilakukan validasi yang kedua oleh para ahli. hasil validasi kedua dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Indeks Aiken Validasi Kedua

No.	Aspek Penelitian	Indeks Aiken	Kriteria
1	Validasi Model Ajar	0.97	Tinggi
2	Validasi Materi	0.91	Tinggi
3	Validasi Bahasa	0.97	Tinggi
4	Validasi Media <i>Augmented Reality</i>	0.97	Tinggi
5	Validasi Media Konkret	0.95	Tinggi

Dari hasil validasi kedua ini, modul ajar memiliki rata rata yang lebih tinggi daripada validasi yang pertama. Pada aspek modul ajar, materi, kebahasaan, media AR maupun media konkret mendapatkan kategori tinggi sesuai dengan skala kriteria indeks aiken. Oleh karena itu Modul Ajar IPAS berbasis STEM dengan materi gelombang bunyi dan cahaya layak untuk digunakan. Nilai hasil indeks aiken berada pada rentang lebih

0,91 sampai dengan 0,97 yang menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar berbasis pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi dan cahaya ini berada pada kategori validitas tinggi (Hastuti et al., 2024).

Modul ajar yang telah layak digunakan ini kemudian diuji cobakan kepada 29 peserta didik kelas lima di SDN Bandungrejo 2 Mranggen dapat dilihat dari lembar observasi yang peneliti buat, dengan pertanyaan yang telah disediakan. Terdapat 4 peserta didik yang berargumentasi dan menjawab pertanyaan yang diberikan dengan pertanyaan *“Pada siang hari yang terik, Fano sedang bermain gelembung dari air sabun, gelembung yang dihasilkan berkilauan seperti warna pelangi. Apa sifat cahaya yang terjadi pada peristiwa tersebut? mengapa hal itu bisa terjadi? Cantumkan sumber bacaanmu!”*, *“Perhatikan di sekelilingmu! sifat cahaya apa saja yang terdapat dalam ruang kelas ini?”*, dan yang terakhir yaitu pertanyaan *“Pada materi perambatan bunyi, apa yang terjadi pada suara yang dihasilkan speaker apabila botol kaca terisi dengan air? Apa perbedaan suara yang dihasilkan jika botol kaca kosong*

dengan botol kaca yang berisi air? tuliskan sumber bacaan kalian pada buku/bahan ajar/percobaan yang telah dilakukan!”.

Penilaian kemampuan berargumentasi dengan menggunakan indikator yang salah satunya diartikan oleh Toulmin (2003) yang meliputi komponen klaim (*claim*), data (*data*), pembenaran (*warrant*), syarat (*qualifier*), dukungan (*backing*), dan sanggahan (*rebuttal*). Penilaian ini menggunakan pengelompokan jawaban pada setiap bagian. Kisi-kisi penilaian oleh Toulmin 2003 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kisi Kisi Pengukuran Kemampuan Argumentasi menurut Toulmin (2003)

Unsur	Aspek	Deskripsi	No soal
Klaim	Akurasi Data	Mengukur tingkat ketepatan dan kebenaran data	1-3
Data	Kualitas Data	Data yang dikumpulkan relevan, akurat, lengkap, dan sesuai dengan kebutuhan atau tujuan tertentu	4-6
Pembenaran	Kualitas Pembenaan	Kesesuaian data dengan klaim yang telah ada	7-9

Dukungan (Refrensi)	Kualitas Dukungan	Kesesuaian refrensi sebagai pendukung dalam klaim data.	1-12
----------------------------	-------------------	---	------

60%-79%	Tinggi
40%-59%	Sedang
20%-39%	Rendah
0%-19%	Sangat Rendah

Skor dari hasil penilaian kemampuan berargumentasi tersebut kemudian dapat dikonversikan menjadi kategori rendah-sangat tinggi dengan menggunakan perhitungan persentase jumlah skor dan jumlah skor maksimal pada setiap argumentasi yang peserta didik sampaikan.

$$\text{Presentase} : \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100 = \dots$$

Peningkatan kemampuan berargumentasi pada hasil belajar peserta didik menggunakan modul ajar ini pun turut meningkat dan memiliki kriteria argumentasi sedang-tinggi. Sehingga modul ajar berbasis STEM ini dapat membantu pendidik untuk menggunakan modul ajar berbasis pendekatan STEM untuk peserta didik fase C yang dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi dengan pertanyaan. Kategori penskoran dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Konversi Nilai Hasil Pengukuran Kemampuan Berargumentasi

Persentase	Kriteria
80%-100%	Sangat Tinggi

Kemampuan berargumentasi pada peserta didik yang dilakukan dengan dua kali pembelajaran menghasilkan 15 argumentasi dari peserta didik yang terbagi dalam dua kali pembelajaran. Hasil argumentasi yang disampaikan peserta didik pada pembelajaran pertama dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Jawaban Argumentasi Peserta didik PB 1

No.	Argumentasi Peserta didik
1.	Sama seperti pembentukan pelangi, cahaya dapat diuraikan, cahaya dari matahari
2.	Penguraian cahaya membuat gelembung ada warna pelangi, merah kuning, hijau biru, ungu
3.	Suara speaker berbeda beda jika botol diisi air akan berdentung, dikas kosong bunyinya nyaring, jika tidak ada apa apa biasa saja
4.	Di kelas ada sifat cahaya dapat menembus benda bening dari jendela, cahaya dapat dipantulkan oleh LCD

Pada pembelajaran pertama menghasilkan 4 argumentasi dengan presentase argumentasi 50%-75% dengan kriteria sedang-tinggi, Tiga diantaranya memiliki kualitas argumentasi yang tinggi dan satu peserta didik di kategori sedang pada pembelajaran pertama. Sedangkan pada pembelajaran

kedua mendapatkan argumentasi yang lebih banyak dengan 11 argumentasi. Dari 11 peserta didik 8 peserta didik memiliki argumentasi dengan kategori tinggi, sedangkan 2 peserta didik pada kategori sedang dan satu peserta didik di kategori rendah. Satu argumentasi dengan presentase 33% dalam kategori rendah, dua argumentasi dengan presentase 50% kriteria sedang, dua argumentasi dengan presentase 60%-75% kriteria tinggi, dan enam argumentasi lainnya berada pada presentase tinggi 80%-100%. Hasil jawaban argumentasi pada pembelajaran kedua dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Jawaban Argumentasi Peserta Didik PB 2

No.	Argumentasi Peserta Didik
1.	Cahaya matahari dapat diuraikan. Cahaya matahari dapat diuraikan oleh titik titik air di awan, sehingga terbentuk warna warna pelangi di gelembung
2.	Di dalam gelembung itu berwarna pelangi, juga ada sedikit cahaya di dalam ada cahaya putih menjadi berbagai warna berwarna cahaya
3.	Adanya pantulan cahaya matahari yang membuat gelembung berwarna warni
4.	Cahaya dapat diuraikan karena ada cahaya matahari
5.	Terdapat sifat cahaya dapat diuraikan karena cahaya putih menjadi berbagai cahaya berwarna
6.	Karena peristiwa penguraian cahaya (Dispersi)
7.	Botol yang tidak ada air suaranya dengung Botol yang ada airnya suaranya akan berdengung

No.	Argumentasi Peserta Didik
	Jika tidak pakai apa apa, suaranya biasa
8.	Ketika botol dikasih air, maka suara akan berdengung Ketika botol tidak dikasih air maka akan sedikit keras Jika tidak dikasih apa apa suara akan tetap
9.	Suara Speaker terdengar lebih keras jika didengar dari botol berisi air Speaker terdengar gema jika botol kosong dan suara biasa saja jika tidak ditaruh di dalam botol.
10.	Jika suara tidak dikasih ke botol suaranya menjadi biasa. Jika botol tidak diberi air suara menjadi lebih besar dan menggema. Jika botol diberi air, suara menjadi lebih kecil dan tidak jelas
11.	Botol yang tidak pake air akan menjadi lebih nyaring, yang tidak mekakai apa apa seperti suara biasa Botol yang diisi air menjadi berdengung

Pada pembelajaran kedua, argumentasi peserta didik lebih beragam. Hal ini membuktikan bahwa argumentasi pada pembelajaran kedua menghasilkan lebih banyak argumentasi yang bervariasi dan kualitas argumentasi yang lebih tinggi. Peserta didik pada pembelajaran kedua lebih berani untuk mengungkapkan argumentasi disertai dengan data, klaim, pembenaran serta dukungan untuk memperkuat argumentasi.

Pengembangan modul ajar IPAS berbasis pendekatan STEM ini dirancang untuk menyesuaikan kebutuhan peserta didik dan pendidik. Penyusunan modul ajar

dilakukan dengan berbasis *augmented reality* dan pembelajaran berdiferensiasi. Kualitas argumentasi yang disampaikan oleh peserta didik juga memiliki rata-rata tinggi, yang artinya argumentasi yang disebutkan dalam kategori berkualitas. Sehingga modul ajar IPAS berbasis pendekatan STEM materi gelombang bunyi dan cahaya dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik kelas lima fase C.

Pada modul ajar terdiri dari cover yang berisi judul modul ajar serta penyusun, kata pengantar, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran. Isi dari modul ajar yang dikembangkan terdiri dari identitas modul ajar, profil pelajar Pancasila, kompetensi awal, asesmen awal, sarana dan prasarana, model pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran, refleksi, remedial, serta pengayaan. Pada kegiatan pembelajaran selain menerapkan pendekatan STEM pada setiap langkah-langkah pembelajaran, peneliti juga membuat kegiatan pembelajaran yang disesuaikan dengan minat peserta didik, sehingga terdapat aspek pembelajaran berdiferensiasi di

dalamnya yang diharapkan dapat membantu meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik. Pada akhir perangkat modul ajar tercantum daftar pustaka, glosarium profil penyusun modul ajar serta sertifikat untuk peserta didik sebagai apresiasi karena telah belajar menggunakan modul ajar berbasis STEM dengan materi gelombang bunyi dan cahaya.

Sebelum penyusunan modul ajar, peneliti melakukan awalan asesmen diagnostik menggunakan aplikasi E-Dian dengan soal yang telah dikembangkan dari penelitian sebelumnya yang berisi soal IPAS dengan kualitas tinggi, sehingga dapat membantu peserta didik untuk dapat berpikir kritis (Yulianto & Patonah). Bahan ajar yang disusun dikemas dengan tampilan yang lebih menarik. Peserta didik tidak hanya dapat membaca materi pada bahan ajar, namun video-video penjelasan juga dihadirkan. Media pembelajaran sebagai pelengkap dari perangkat modul ajar ini dibuat dengan dua versi, yaitu media konkret dan media berbasis *augmented reality*. Media pembelajaran konkret yang dirancang oleh peneliti merupakan media yang mengenalkan sifat

sifat cahaya dan diberi nama KOSICAY.

Selanjutnya adalah penggunaan media berbasis *augmented reality*. Media berbasis AR ini menampilkan sifat cahaya dan sifat bunyi dengan elemen 3D dan 2D. Pada peserta didik di SDN Bandungrejo 2 Mranggen, media AR merupakan hal baru yang ditampilkan dalam pembelajaran, oleh karena itu media AR yang disusun diharapkan dapat lebih menarik perhatian peserta didik untuk dapat belajar dan memahami materi, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik. Cara penggunaan serta cara pembuatan juga terdapat dalam bagian media pembelajaran ini. Hal ini dilakukan untuk membantu peserta didik, pendidik, serta pembaca dalam menggunakan media pembelajaran yang telah disusun, selain itu dapat juga menjadi petunjuk bahwa media pembelajaran ini, aman digunakan untuk peserta didik. Hal ini dilakukan untuk dapat memotivasi peserta didik dalam belajar sehingga menghasilkan hasil pembelajaran yang baik (Sari et al., 2023). Media AR ini dirancang dan disesuaikan dengan materi serta kebutuhan peserta didik dan

diharapkan dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi pada siswa.

Penerapan pembelajaran berdiferensiasi oleh peneliti menghasilkan dua lembar kerja peserta didik (LKPD) yang disesuaikan dengan pengelompokan, didalamnya juga terdapat petunjuk yang jelas untuk peserta didik agar dapat mengerjakan LKPD dengan baik. Pada LKPD kelompok A berisi pengamatan terhadap sifat cahaya dengan menyusun kotak sifat cahaya KOSICAY dan menganalisis bagaimana terjadinya sifat sifat cahaya pada KOSICAY. Pada LKPD kelompok B, peserta didik juga perlu mengamati dan praktek terhadap sifat bunyi dan bagaimana sifat bunyi itu bekerja pada kehidupan sehari hari, pada kelompok B peserta didik juga diminta untuk merancang ruangan yang dapat meredam bunyi. Dua LKPD yang berbeda yang disesuaikan dengan pembelajaran berdiferensiasi diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik.

Pada bagian akhir perangkat modul ajar berbasis STEM ini

terdapat instrumen penilaian. Instrumen penelitian yang disusun terdiri dari asesmen awal, asesmen formatif serta asesmen sumatif. Asesmen awal yang dilakukan menggunakan soal soal dari hasil pengembangan berbasis STEM penelitian sebelumnya dengan E-Dian. Kemudian asesmen formatif yang dilakukan adalah penilaian sikap sesuai dengan profil pelajar pancasila, penilaian terhadap kemampuan berargumentasi siswa, penilaian pengetahuan tentang sifat bunyi dan cahaya, serta penilaian keterampilan dari hasil pengamatan, praktek serta komunikasi peserta didik. Yang terakhir adalah asesmen sumatif dengan menampilkan pertanyaan pilihan ganda untuk peserta didik.

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menghasilkan perangkat modul ajar berbasis pendekatan STEM berdiferensiasi pada materi gelombang bunyi dan cahaya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi peserta didik, sehingga dapat menjadikan generasi muda yang dapat berpikir kritis. Hal ini karena memiliki bahan ajar, media pembelajaran berbasis

Augemented reality dan konkret, serta LKPD yang disesuaikan dengan pendekatan STEM berdiferensiasi dengan mengelompokkan peserta didik menjadi dua kelompok besar dan mendapatkan kategori sangat layak berdasarkan indeks aiken yang telah dilakukan. Akan tetapi, asesmen awal yang dilakukan menggunakan E-dian diharapkan dapat menjadi acuan pendidik dalam menyusun modul ajar berbasis pendekatan STEM yang cocok untuk kurikulum merdeka. Kemampuan berargumentasi pada peserta didik ikut meningkat pada uji coba terbatas yang dilakukan sebanyak dua kali. Hasil uji validitas menggunakan Indeks Aiken pengembangan modul ajar ini mendapatkan kategori sedang-tinggi sehingga modul ajar ini memenuhi kriteria valid dan dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada peserta didik. Selain itu, Modul ajar berbasis STEM dengan materi gelombang bunyi dan cahaya memenuhi kriteria praktis, dari hasil pengamatan dan observasi pendidik atau guru kelas dalam uji coba terbatas. Modul ajar berbasis STEM dengan materi gelombang bunyi dan cahaya dapat dengan efektif meningkatkan jumlah siswa yang berargumentasi serta kualitas

argumentasi peserta didik pada pembelajaran pertama dan kedua.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Indonesia yang telah memberikan dukungan dana Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi dengan Nomor Kontrak: 076/E5/PG.02.00.PL/2023 tertanggal 12 April 2023; 0015/LL6/PL/AL.04/2023 tertanggal 13 April 2023; 5/061038/PG/SP2H/2023_PL tertanggal 14 April 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Y., Thahir, A., Komarudin, K., Suherman, S., & Rahmawati, N. D. (2021). Buku Saku Digital Berbasis STEM: Pengembangan Media Pembelajaran terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 401–412.
doi:<https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.1004>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology & Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
From <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=57388131&site=ehost-live>
- Cooper, C. (2019). Frekuensi Kenyaringan Bunyi. In A. M. Sururi. PT Pakar Raya.
- Faiza, M. N. (2021). *Jurnal Basicedu*. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3829–3840.
- Hardini, S., & Alberida, H. (2022). Analisis kemampuan argumentasi peserta didik. *Biodidaktika: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 17(1), 93–99.
- Harmita, D., & Aly, H. N. (2023). Implementasi Pengembangan dan Tujuan Kurikulum. *Jurnal Multilingual*. *Jurnal Multilingual*, 3(1), 114–119.
- Hidayat, M. G. (2012). *Ensiklopedia Bunyi*. In R. W.. PT Mediantara Semeste.
- Indriani, I. M. (2019). *Mengenal cahaya (Sains Dasa)*. PT Sarana Pancakarya Nusa.
- Interaktif, P., Mata, P., Ipas, P., & Mi, S. D. (2023). Implementasi kurikulum merdeka belajar menggunakan model pembelajaran interaktif pada mata pelajaran ipas sd/mi. 2. 51–65.
- Jasin, M. (2009). *Ilmu Ilmiah Dasar (R. Pers (ed.); Revisi Per)*. PT RajaGrafindo Persada.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2020). *Salinan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi*.
- Ndiung, S., Jediut, M., & Nendi, F. (2023). *Kebutuhan Modul Ajar Berdiferensiasi pada Pembelajaran IPAS di Sekolah Dasar*. *Mimbar PGSD Undiksha*, 11(1), 157–164.
doi:<https://doi.org/10.23887/jjpgsd.v11i1.48005>

- Nomor, V., & Salamah, E. R. (2023). Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat Pelatihan penyusunan modul ajar siswa sekolah dasar berbasis kurikulum merdeka. *Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat*(3), 28–35. From <https://mathjournal.unram.ac.id/index.php/Rengganis/article/view/307/308>
- Octaviyani, I., Kusumah, Y. S., & Hasanah. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Project-Based Learning Dengan Pendekatan Stem. *Journal on Mathematics Education Research*, 1(1), 10–14.
- Prasetya, P. M., Parmiti, D. P., & Bayu, G. W. (2022). TERPIKIR STEM: Instrumen Tes Berpikir Kritis IPA Berorientasi Pendekatan STEM. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 5(2), 363–371. doi:<https://doi.org/10.23887/jippg.v5i2.50063>
- Pratiwi, E. (2023). STEM dan Profil Pelajar Pancasila. In N. N. Azizah. *Jejak Pustaka*.
- Rahmayati, G. T., & Prastowo, A. (2023). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dan Sosial Di Kelas IV Sekolah Dasar Dalam Kurikulum Merdeka. *Elementary School Journal Pgsd Fip Unimed*, 13(1), 16. doi:<https://doi.org/10.24114/esjpsd.v13i1.41424>
- Sutiyono. (2022). Analisis Faktor Pendukung dan Faktor Penghambat Pembentukan Profil Pelajar Pancasila SD Negeri Deresan Sleman. *Journal of Nusantara Education*, 2(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.57176/jn.v2i1.39>
- Syadiah, N. A., & Hamdu, G. (2020). Analisis rasch untuk soal tes berpikir kritis pada pembelajaran STEM di sekolah dasar. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 10(2), 138. doi:<https://doi.org/10.25273/pe.v10i2.6524>
- Tajeri, Fakhruddin, A., & Hamdani, S. (2022). Pengembangan Kurikulum Merdeka (Issue 1). CV. Literasi Nusantara Abadi.
- Toulsim, S. E. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge: The Press Syndicate of the University of Cambridge. From <https://books.google.co.id/books?id=8UYgegaB1S0C&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>
- Utami, P. Q., Sumari, S., & Dasna, I. W. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7(4), 122. doi:<https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i4.15217>
- Yulianto, F., Patonah, S., & Sukamto, S. (2023). Instrumen Awal Ipa Sd Berbasis Stem Pada Materi Ekosistem Siswa Fase C. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 13(2), 190–203. <https://doi.org/10.21009/jpd.v13i2.34719>.
-