



Pengembangan bahan ajar digital berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) pada sub materi mitigasi bencana alam di Indonesia

Indana Zulfiya, Sumarmi*, Satti Wagistina, Fatiya Rosyida

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: sumarmi.fis@um.ac.id

Paper received: 10-06-2023; revised: 21-06-2023; accepted: 09-07-2023

Abstract

Teaching materials are essential in teaching and learning activities that help students achieve learning goals. STEM-based teaching materials can support geography learning, encouraging students to solve problems actively, creatively, and innovatively because they use various scientific perspectives. The aim of this research is to produce STEM (science, technology, engineering, and mathematics)-based digital teaching material development products in the sub-material natural disaster mitigation in Indonesia. The development research model uses the ADDIE procedure and is limited to the development stage, which focuses on making product development. The quality of teaching materials is measured by the level of validity and feasibility when used in learning. Based on the results of the assessment by experts, it proves that digital teaching materials are very valid for use in learning. The feasibility test that has been carried out on geography teachers and 32 class XII students at MAN Batu City states that the development product is very feasible to use. Based on the results of this study it can be concluded that STEM-based digital teaching materials with a high level of feasibility can be used for learning Geography.

Keywords: digital teaching materials; STEM; natural disaster mitigation

Abstrak

Bahan ajar adalah komponen penting dalam kegiatan belajar mengajar yang membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Bahan ajar berbasis STEM dapat menunjang pembelajaran geografi yang mampu mendorong siswa untuk menyelesaikan permasalahan dengan aktif, kreatif, dan inovatif dikarenakan menggunakan berbagai sudut pandang keilmuan. Tujuan dalam penelitian ini adalah menghasilkan produk pengembangan bahan ajar digital berbasis STEM (*science, technology, engineering, and mathematic*) pada sub materi mitigasi bencana alam di Indonesia. Model penelitian pengembangan menggunakan prosedur ADDIE dan dibatasi sampai tahap *development* yang fokus pada pembuatan produk pengembangan. Kualitas bahan ajar diukur dari tingkat validitas dan kelayakan jika digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil penilaian oleh ahli membuktikan bahwa bahan ajar digital sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran. Uji kelayakan yang telah dilakukan pada guru geografi dan 32 siswa kelas XII di MAN Kota Batu menyatakan bahwa produk pengembangan sangat layak untuk digunakan. Berdasarkan hasil kajian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa bahan ajar digital berbasis STEM dengan tingkat kelayakan yang tinggi dapat digunakan untuk pembelajaran Geografi.

Kata kunci: bahan ajar digital; STEM; mitigasi bencana alam

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan sarana yang dapat mempersiapkan siswa untuk mengembangkan keterampilan 4C, yaitu *communication, collaboration, critical thinking, and creative thinking*. Keterampilan 4C merupakan kemampuan yang perlu dimiliki siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21 (Zubaidah, 2016). Dengan demikian, peningkatan kualitas pendidikan merupakan hal krusial yang harus terus dilakukan agar keterampilan 4C dapat

dikuasai siswa. Cara yang dapat dilakukan agar peningkatan kualitas pendidikan dapat terwujud salah satunya dengan mengembangkan bahan ajar yang tepat dan sesuai (Bappenas, 2013). Bahan ajar adalah seperangkat alat atau bahan yang diorganisasikan untuk menjadi alat bantu dalam sistem pembelajaran. Pengembangan pada bahan ajar menjadi sangat penting untuk dilakukan karena dapat membantu guru untuk berinteraksi secara aktif dengan siswa. Kajian yang dilakukan oleh Cahyadi (2019) menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar dapat memfasilitasi pembelajaran yang efektif dan efisien. Pemanfaatan bahan ajar membantu guru dalam proses pemberian materi yang dapat mempengaruhi kualitas belajar siswa (Al Azril & Al Rashdi, 2014). Penggunaan bahan ajar yang tepat dapat membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran.

Penyusunan bahan ajar harus didasarkan pada karakter dan kebutuhan siswa saat ini. Siswa saat ini dikenal dengan sebutan *digital native* dimana siswa sangat dekat dengan perangkat digital dan penggunaan jaringan internet. Hasil temuan di lapangan menunjukkan bahwa remaja di Indonesia merupakan kelompok umur yang paling banyak menggunakan internet dengan tingkat penetrasi mencapai 99,16% pada 2021–2022 (Kominfo, 2022). Adanya pandemi COVID-19 berpengaruh signifikan terhadap peningkatan jumlah pengguna internet di berbagai bidang kehidupan, salah satunya pendidikan. Hal ini berdampak pada perubahan gaya belajar siswa, dimana mereka akan lebih familiar dan tertarik dengan bahan ajar digital.

Pemanfaatan bahan ajar digital berperan penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Penggunaan bahan ajar digital merupakan wujud dari pemanfaatan media pembelajaran yang memberikan manfaat dalam kegiatan belajar (Zaini *et al.*, 2019). Bahan ajar digital yang interaktif juga membantu siswa untuk berkomunikasi dan berkolaborasi dengan lingkungan sekitar, sehingga dapat meningkatkan keterampilan, kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Ruhiat & Djumena, 2019; Kunchayono, 2018; Yuliana *et al.*, 2021). Kajian analisis kebutuhan yang melibatkan 32 siswa menunjukkan bahwa 97% siswa lebih mudah belajar menggunakan bahan ajar yang dapat diakses menggunakan perangkat digital dan 100% siswa lebih tertarik menggunakan bahan ajar yang dilengkapi dengan gambar, ilustrasi, video, dan tautan. Semua fitur tersebut dapat dimuat menggunakan bahan ajar digital, maka penggunaan bahan ajar digital sejalan dengan karakter dan kebutuhan siswa serta mendukung proses pembelajaran abad 21.

Di dunia pendidikan, dikenal suatu pendekatan yaitu STEM. STEM merupakan pendekatan antar bidang ilmu pengetahuan, yaitu sains, teknologi, rekayasa/teknik, dan matematika. Keempat aspek tersebut apabila diintegrasikan dalam pembelajaran mampu mengoptimalkan kemampuan belajar siswa (Pangesti *et al.*, 2017). Penerapan aspek-aspek STEM dalam proses belajar dapat mewujudkan pembelajaran yang efektif dan berkualitas. Selama proses pembelajaran, pendekatan STEM mengarahkan siswa untuk menggunakan keterampilan berkolaborasi, berkomunikasi, berpikir kreatif dan berpikir kritis, hal ini sejalan dengan kompetensi siswa abad 21 dan tujuan pendidikan nasional (Lestari *et al.*, 2018). Integrasi STEM dapat dilakukan dalam penyusunan dan pengembangan bahan ajar. Banyak penelitian membuktikan bahwa bahan ajar yang disusun menggunakan pendekatan STEM dapat diaplikasikan dalam kegiatan belajar. Beberapa penelitian lain juga membuktikan bahwa bahan ajar dengan pendekatan STEM yang dimanfaatkan pada proses pembelajaran berdampak pada penguasaan konsep (Pangesti *et al.*, 2017 & Khadzir, 2020).

Pendekatan STEM menggabungkan keempat aspek ilmu pengetahuan secara sistematis ke dalam suatu metode pembelajaran berbasis masalah (Mulyani, 2019). Pembelajaran dengan STEM mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan secara bersamaan untuk menyelesaikan suatu kasus secara utuh tidak hanya dengan satu sudut pandang saja. Gabungan multidisiplin antara ilmu sains, teknologi, rekayasa (teknik), dan matematika sangat tepat diterapkan untuk menganalisis permasalahan lingkungan (Mulyani, 2019). STEM dapat membentuk karakter siswa yang mampu memahami sebuah konsep atau pengetahuan (*sains*) dan menggabungkan pengetahuan tersebut dengan keterampilan (*technology*) yang dikuasai dan berkembang guna menciptakan atau mengkonstruksi sebuah cara (*engineering*) dengan analisa dan perhitungan yang akurat (*mathematic*). Konsep utama pendekatan STEM yang fokus pada penyelesaian kasus secara kompleks memiliki keterkaitan dengan karakteristik pembelajaran Geografi.

Fokus pembelajaran geografi adalah menganalisis hubungan antara aspek fisik dan manusia dalam suatu ruang di muka bumi (Handoyo, 2022). Studi geografi menekankan siswa untuk memiliki kemampuan dalam memaknai adanya perbedaan dan persamaan karakteristik lokasi yang ada di permukaan bumi (Aksa *et al.*, 2019). Kajian geografi mensyaratkan adanya tiga aspek esensial di dalamnya, yaitu aspek alam (fisik), manusia, dan ruang (tempat), sehingga ilmu geografi memandang suatu fenomena sebagai suatu sistem yang terdiri dari komponen-komponen kompleks yang saling berkaitan dan berpengaruh. Maka untuk memecahkan suatu permasalahan geografi, perlu dilakukan analisis secara menyeluruh menggunakan berbagai sudut pandang. Dalam mengamati suatu fenomena geosfer yang terjadi, siswa bukan hanya mengetahui apa dan dimana, tetapi mengapa fenomena tersebut dapat terjadi di wilayah tertentu.

Kajian bencana dari perspektif geografi berkaitan dengan interalasi antara aspek fisik dan sosial yang berpengaruh terhadap kejadian bencana di suatu wilayah (Aksa *et al.*, 2019). Secara ontologi, kajian mitigasi bencana dalam studi geografi harus memuat bahasan mengenai fenomena kebencanaan yang terjadi di geosfer menggunakan tiga pendekatan yang menjadi ciri khas ilmu geografi, yaitu keruangan, kelingkungan, dan kompleks wilayah. Ketiga pendekatan tersebut menjadi ciri utama yang membedakan geografi dengan rumpun ilmu lainnya. Adapun secara aksiologi atau kebermanfaatannya ilmu pengetahuan, kajian mitigasi bencana alam dalam geografi dapat berperan dalam pembentukan sikap peduli siswa terhadap lingkungan sekitar untuk menjaga kelestarian bumi dari ancaman bencana (Sprenger & Nienaber, 2017). Kejadian bencana di Indonesia terjadi karena adanya suatu permasalahan atau ketidakseimbangan pada sistem lingkungan yang disebabkan oleh alam maupun manusia. Tingginya frekuensi kejadian bencana di Indonesia disebabkan oleh faktor geologis, geomorfologis, klimatologis, dan antropologis yang saling berkesinambungan. Perbedaan karakteristik bencana yang mengancam di berbagai wilayah Indonesia perlu dipahami dengan baik dikarenakan terdapat perbedaan variasi antar ruang. Identifikasi karakteristik bencana penting dilakukan untuk menentukan langkah-langkah strategis dalam mengatasi atau mengurangi risiko bencana (Bakornas PB, 2007). Berdasarkan karakteristik materi mitigasi bencana alam dalam pembelajaran geografi, maka siswa dituntut untuk memiliki kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan dan mampu menentukan upaya penanggulangan bencana secara kompleks dan utuh menggunakan berbagai sudut pandang.

Implementasi pendekatan STEM tepat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami pengetahuan tentang bencana alam (Sampurno *et al.*,

2015). Pendekatan STEM dapat menciptakan sebuah sistem pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah yang dialami dalam kehidupan sehari-hari (Khairiyah, 2019). Bahan ajar yang disusun menggunakan STEM membantu siswa dalam menyelesaikan permasalahan, mengerjakan proyek, dan merancang *prototype* dalam mengatasi problematika sehari-hari yang berkaitan dengan pengetahuan kebencanaan. Belajar dengan mengaplikasikan pendekatan STEM memberikan pelatihan kepada siswa untuk bisa mengintegrasikan berbagai aspek penyalain masalah secara bersamaan (Mulyani, 2019). Unsur STEM yang terdiri dari sains, teknologi, teknik, dan matematika dibutuhkan untuk menganalisis penyebab terjadinya bencana dan menentukan upaya yang sesuai untuk menanggulangnya.

Permasalahan mendasar yang kerap dialami guru ialah menyusun atau memilih bahan ajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai (Aisyah *et al.*, 2020). Hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan dan melibatkan 32 siswa serta dua guru Geografi membuktikan bahwa penggunaan bahan ajar sering kali tidak sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan telaah peneliti terdapat beberapa permasalahan yang berkaitan bahan ajar pada mata pelajaran geografi. Temuan penelitian antara lain terbatasnya buku teks utama yang disediakan di sekolah, penggunaan bahan ajar yang tidak relevan dengan kebutuhan, penggunaan bahan ajar yang tidak optimal karena keterbatasan dalam menyusun atau memilihnya, serta belum tersedianya bahan ajar Geografi berbasis STEM sehingga guru mengalami kesulitan untuk mengaplikasikan pembelajaran STEM. Analisis kebutuhan siswa yang dilakukan di lokasi penelitian menyatakan bahwa siswa merasa sulit untuk mempelajari sub materi mitigasi bencana alam dikarenakan sumber belajar yang tidak beragam, bahan ajar yang terbatas, dan sajian materi yang dimuat sulit dimengerti. Siswa juga membutuhkan bahan ajar yang dilengkapi dengan gambar, video, infografis, dan tautan yang memberi kemudahan bagi siswa untuk memahami materi. Selanjutnya, siswa mengharapkan adanya kegiatan belajar seperti proyek yang dapat meningkatkan keaktifan belajar.

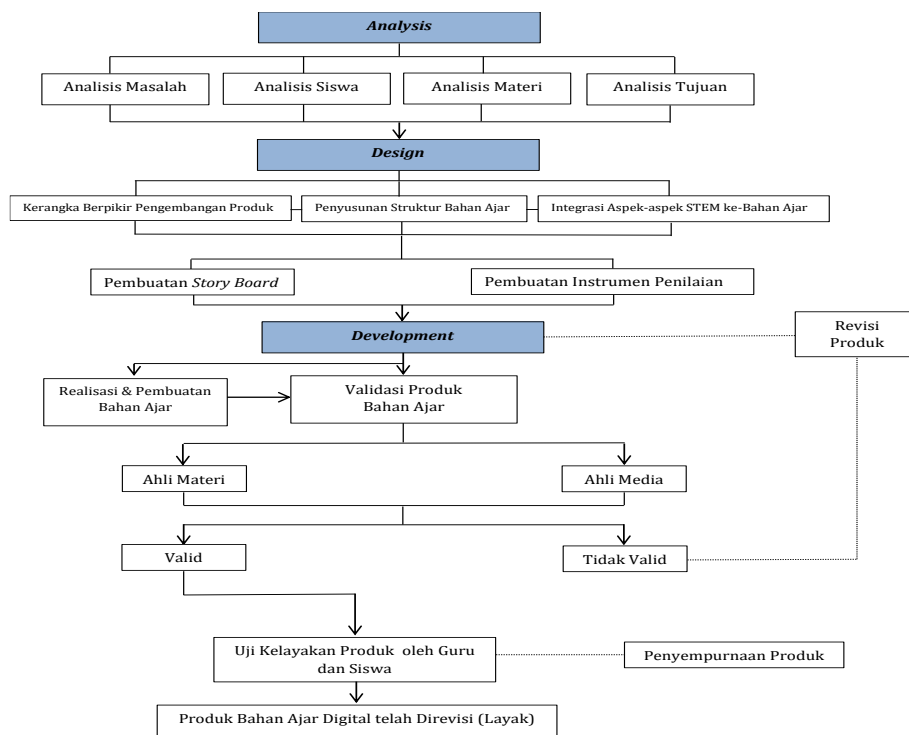
Pengembangan bahan ajar serupa telah dilakukan oleh Juswandi (2020) yang menghasilkan produk berupa bahan ajar geografi mitigasi bencana alam yang disusun dengan STEM menggunakan aplikasi *flipbook maker*. Hasil validasi produk bahan ajar menyatakan bahwa produk layak untuk digunakan. Namun, produk yang dihasilkan memiliki keterbatasan, diantaranya: a) deskripsi materi bersifat definitif dan tidak dilengkapi dengan sumber rujukan; b) integrasi STEM hanya dilakukan pada kegiatan belajar siswa belum pada pengembangan materinya; dan c) uraian konsep bencana yang rancu. Putri *et al.* (2022) melakukan pengembangan serupa, dengan produk bahan ajar digital berbasis STEM pada materi sumber dan analisis data kependudukan. Produk yang dihasilkan layak untuk digunakan dalam kegiatan belajar, namun terdapat kekurangan, diantaranya: 1) perlunya penambahan informasi yang faktual; 2) pemanfaatan media perlu dioptimalkan; dan 3) perlu dilakukan perbaikan terkait format pengerjaan soal evaluasi. Kajian terhadap produk pengembangan terdahulu yang telah dilakukan menjadi pertimbangan peneliti untuk melakukan pengembangan bahan ajar digital yang lebih baik dan menjawab keterbatasan pada penelitian sebelumnya

Berdasarkan kajian yang telah dipaparkan terdapat solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan diatas yaitu mengembangkan bahan ajar digital Geografi berbasis STEM pada materi Mitigasi Bencana Alam di Indonesia. Bahan ajar dikemas dengan bentuk flipbook yang dilengkapi dengan berbagai media yang memudahkan siswa untuk belajar. Bahan ajar digital dapat diakses menggunakan perangkat digital yang terhubung dengan

internet. Pendekatan STEM dipilih karena dinilai tepat untuk digunakan dalam mengembangkan materi mitigasi bencana alam. Sehingga tujuan dari pengembangan ini adalah menghasilkan bahan ajar digital berbasis STEM pada sub materi mitigasi bencana alam di Indonesia.

2. Metode

Jenis penelitian merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) menggunakan model ADDIE. Model ADDIE merupakan rancangan pengembangan yang terbagi menjadi lima tahapan, yaitu *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Penerapan model ADDIE pada penelitian ini dilaksanakan sampai tahapan pengembangan, belum mencapai tahap implementasi dan evaluasi. Tahapan penelitian dimodifikasi dengan model ADD yang fokus pada pembuatan produk pengembangan. Alur penelitian pengembangan ditampilkan secara visual ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian dan Pengembangan Modifikasi ADD

Sumber: Pinto dan Meilaini (2021)

Tahap analisis dalam mengembangkan bahan ajar digital berbasis STEM terdiri dari empat tahapan, yaitu analisis masalah, siswa, materi, dan tujuan pembelajaran (Cahyadi, 2019). Pada tahap desain meliputi pembuatan kerangka berpikir pengembangan produk, penyusunan struktur bahan ajar, integrasi STEM ke dalam bahan ajar, pembuatan *story board*, dan pembuatan instrumen penilaian. Tahap pengembangan dilakukan dengan membuat, memodifikasi, memvalidasi, merevisi produk bahan ajar digital berdasarkan validasi ahli materi dan media. Bahan ajar yang telah direvisi kemudian dilakukan uji kelayakan dari perspektif guru dan siswa.

Validasi produk dilakukan oleh dua validator ahli yaitu ahli materi dan media. Kedua validator adalah dosen geografi Universitas Negeri Malang. Sedangkan uji kelayakan bahan ajar dilakukan di MAN Kota Batu dengan melibatkan dua orang guru Geografi kelas XI dan XII serta siswa kelas XII IPS 2 yang berjumlah 32 siswa. Teknik pemilihan kelas menggunakan *purposive sampling* yang didasarkan pada observasi lapangan, rekomendasi guru geografi, dan pertimbangan bahwa kelas XII telah memperoleh materi mitigasi bencana pada kelas XI sebelumnya sehingga pengenalan produk menjadi lebih efektif. Uji kelayakan yang dilakukan terbatas pada pengenalan produk dan belum sampai pada mengimplementasikan bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran.

Kegiatan pengumpulan data yang diperoleh dari validasi dan uji kelayakan bertujuan untuk mengukur tingkat kelayakan bahan ajar. Penentuan skor menggunakan instrumen skala likert. Data yang telah terkumpul kemudian diolah dengan cara melakukan perbandingan antara skor yang didapatkan dengan skor maksimal. Rumus untuk memperoleh data tersebut (Arikunto, 2007) adalah:

$$\text{Hasil (persentase)} = \sum \frac{X (\text{total jumlah skor yang diperoleh})}{XI (\text{total skor maksimal})} \times 100\% \quad (1)$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus diatas kemudian akan dihasilkan nilai yang menunjukkan tingkat kelayakan produk. Klasifikasi kelayakan bahan ajar digital akan diambil kesimpulan berdasarkan pada data kelompok persentase yang ditampilkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kategori Kelayakan Produk Bahan Ajar

Skor dalam persen (%)	Kategori	Keterangan
<21%	Sangat Tidak Layak	Sangat tidak layak digunakan karena harus revisi total
21 - 40%	Tidak Layak	Tidak disarankan untuk digunakan karena memerlukan banyak revisi yang hampir menyeluruh
41 - 60%	Cukup Layak	Dapat digunakan namun harus revisi sebagian
61 - 80%	Layak	Dapat digunakan namun harus dilakukan sedikit revisi
81 - 100%	Sangat Layak	Dapat digunakan dan tidak perlu revisi

Sumber: Widoyoko (2012)

Teknik analisis dilaksanakan dengan melakukan pengolahan pada data kuantitatif yang diperoleh dari angket menjadi bentuk persentase sehingga dapat diketahui kelayakan bahan ajar (Riduwan, 2008). Penilaian oleh validator ahli dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk serta menjadi acuan untuk melakukan perbaikan sebelum produk diuji kelayakannya. Produk pengembangan yang telah dinyatakan layak oleh ahli kemudian dapat diuji kelayakannya (Prabowo *et al.*, 2016).

3. Hasil dan Pembahasan

Produk pengembangan yang dihasilkan berupa bahan ajar digital untuk mata pelajaran Geografi sub-materi Mitigasi Bencana Alam di Indonesia kelas XI SMA/MA. Bahan ajar berjudul Banjir dan Upaya Penanggulangannya yang disesuaikan dengan muatan materi pada KD 3.7. Bahan ajar disusun berbasis STEM yang mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa,

dan matematika. Prosedur penelitian menggunakan model pengembangan modifikasi ADD yang terdiri dari tahap *analysis, design, and development*.

3.1. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan penelitian terhadap kebutuhan bahan ajar di lapangan. Analisis kebutuhan meliputi analisis masalah, siswa, materi, dan tujuan. Analisis masalah dimulai dari memunculkan permasalahan yang dihadapi guru dan siswa terkait penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran. Hasil analisis masalah diperoleh dari observasi dan wawancara kepada guru geografi, sedangkan permasalahan pembelajaran yang dialami siswa diketahui dari pengisian kuisioner. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa bahan ajar yang digunakan guru adalah buku paket komersil yang kurang optimal dalam mengakomodasi pembelajaran berbasis penyelesaian masalah. Kelemahan pada bahan ajar ini juga dirasakan oleh guru, akibatnya guru menjadi tidak maksimal dalam menjalankan perannya sebagai fasilitator di dalam kelas karena bahan ajar hanya berisi teori definitif sehingga pembelajaran cenderung bersifat *teacher center*. Penggunaan bahan ajar komersil yang umumnya dipakai tanpa adanya perencanaan dan penyusunan beresiko menciptakan pembelajaran yang tidak kontekstual, monoton, tidak menarik, dan tidak sesuai dengan kebutuhan siswa (Zuriah *et al.*, 2016). Selain itu, siswa sedikit mendapatkan kesempatan untuk dapat menghubungkan pengetahuan dan keterampilan secara bersamaan, akibatnya siswa tidak terlatih untuk dapat menyelesaikan permasalahan geografi yang ada di kehidupan nyata menggunakan konsep yang mereka dapatkan di dalam kelas. Kesempatan untuk siswa belajar secara kontekstual tersebut tidak akan tercipta jika pengetahuan dan keterampilan dipisahkan dalam proses pembelajaran (Simarmata *et al.*, 2020). Sehingga siswa membutuhkan bahan ajar yang dapat membantu mewujudkan proses belajar aktif dan mampu menggabungkan aspek pengetahuan dan keterampilan secara bersamaan.

Analisis siswa dilakukan dengan melakukan kajian terhadap karakteristik siswa dalam kegiatan belajar. Hasil penelitian diperoleh dari wawancara kepada guru terkait kecenderungan gaya belajar, tanggapan siswa terhadap penggunaan bahan ajar yang tersedia, dan bentuk pengembangan bahan ajar yang dibutuhkan. Hasil analisis siswa juga diperoleh dari pengisian kuisioner dengan memberikan pertanyaan seputar penggunaan bahan ajar pada mata pelajaran Geografi. Analisis siswa dimulai dari melihat kecenderungan siswa dalam menggunakan perangkat digital yang sangat tinggi. Dari hasil penelitian diketahui bahwa 100% siswa kelas XII IPS menggunakan *smartphone* dalam kegiatan sehari-hari. Siswa juga lebih tertarik dengan penggunaan bahan ajar digital dibandingkan bahan ajar berbentuk cetak. Penggunaan perangkat digital dalam pembelajaran diakui siswa lebih mudah dan praktis untuk digunakan, terlebih siswa saat ini sangat familiar dalam pemanfaatan internet. Penggunaan teknologi informasi modern ke dalam proses pembelajaran dinilai lebih menarik, interaktif, dan kreatif (Putri & Puspasari, 2022).

Hasil kajian terhadap kompetensi yang dimiliki siswa dapat disimpulkan bahwa siswa membutuhkan produk pengembangan bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan dalam menganalisis masalah dan merumuskan pemecahan masalah yang tepat. Pembelajaran geografi yang terjadi di dalam kelas belum mendukung siswa untuk terampil dalam memecahkan permasalahan. Hal ini dapat dilihat dari intensitas siswa dalam mengemukakan ide dan solusi dari sebuah problematika (Nurhadi, 2018). Maka, produk bahan ajar yang dikembangkan harus dapat melatih siswa dalam menganalisis suatu permasalahan geografi,

misalnya dengan menambahkan aktivitas siswa dalam pembelajaran berupa riset pada objek permasalahan kontekstual serta penggunaan atau pembuatan produk terbarukan (Hindriyanto *et al.*, 2019). Bahan ajar juga dapat memuat kegiatan memvalidasi suatu informasi dengan informasi yang sudah ada, pengumpulan data kontekstual, atau pemanfaatan teknologi terbarukan dalam mengatasi permasalahan-permasalahan yang terjadi (Hindriyanto *et al.*, 2019; Utami *et al.*, 2016).

Analisis materi merupakan langkah untuk mengidentifikasi materi supaya sesuai dengan tujuan pengembangan (Cahyadi, 2019). Analisis materi dilakukan dengan melakukan kajian studi pustaka. Tujuan utama tahapan ini adalah melakukan identifikasi terhadap materi mitigasi bencana alam sehingga materi yang dikembangkan dalam produk pengembangan sesuai dengan tujuan pengembangan bahan ajar. Penggunaan pendekatan STEM relevan digunakan untuk mengembangkan materi mitigasi bencana. Pendekatan STEM dapat menciptakan sistem pembelajaran secara kohesif dan aktif dikarenakan keempat unsur dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Hal ini dapat membantu siswa memandang kejadian bencana secara holistik. Pandangan holistik menelaah kejadian bencana secara kohesif yang memadukan sudut pandang teknis dan ilmiah dengan faktor-faktor sosial, ekonomi, dan politik dengan tujuan merumuskan pengurangan bencana yang ideal. Cara pandang secara holistik ini penting untuk dikuasai siswa dalam mempelajari mitigasi bencana alam di Indonesia. Dengan STEM, siswa dapat mempelajari proses desain teknik, mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah, melakukan penelitian, mengembangkan beberapa ide dan solusi, hingga sampai pada satu ide yang mereka desain prototipenya, dimana kegiatan tersebut dapat mengatasi permasalahan pada materi mitigasi bencana di Indonesia (Hamimi *et al.*, 2022).

Tujuan penggunaan STEM dalam materi mitigasi bencana alam adalah untuk memperlihatkan kepada siswa bahwa konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah kebencanaan dengan gagasan intelektual yang sejalan dengan kompetensi abad 21 (Ulfa *et al.*, 2020). Pada aspek sains, siswa akan mendapatkan ilmu pengetahuan seputar kebencanaan dalam aspek geografi. Pada aspek teknologi, siswa mendapat pengetahuan mengenali penggunaan teknologi dalam menanggulangi bencana beserta perkembangannya. Hal ini supaya siswa familiar dengan penggunaan teknologi dan tergugah untuk menciptakan sebuah alat bantu yang dapat digunakan untuk menangani bencana di sekitarnya. Pada aspek rekayasa, siswa mendapatkan pengetahuan dalam mengembangkan keterampilan untuk membuat rancangan yang berhubungan dengan sains dan teknologi. Aspek matematika melatih siswa untuk memecahkan masalah penanggulangan bencana dengan pola pikir matematis sehingga solusi yang diberikan sesuai dengan hasil analisis dan penelitian, bukan opini semata. Aktivitas belajar yang disusun dengan STEM melatih siswa untuk kritis dalam memandang masalah dan mampu mendesain bahkan menciptakan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan yang ada di sekitarnya.

Analisis terakhir yang dilakukan adalah analisis tujuan pembelajaran. Analisis ini dilakukan dengan maksud untuk merumuskan dan menyusun tujuan pembelajaran, dimana tujuan tersebut menjadi acuan dalam penyusunan bahan ajar. Tujuan yang dirumuskan merupakan bentuk dari kompetensi yang diperlukan dan harus dicapai siswa. Tujuan pembelajaran yang disusun didasarkan pada hasil analisis masalah, siswa, dan materi yang sudah dilakukan sebelumnya. Adapun tujuan pembelajaran yang disusun untuk produk

pengembangan bahan ajar adalah; 1) Menjelaskan konsepsi pengurangan risiko bencana, 2) Mengidentifikasi penyebab dan dampak banjir, 3) Menganalisis persebaran bahaya banjir di Indonesia, dan 4) Menerapkan berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko banjir.

3.2. Tahap Desain

Tujuan pada tahap desain adalah melakukan rancangan atau perencanaan produk yang akan dikembangkan. Langkah ini terdiri pembuatan kerangka berpikir pengembangan produk, penyusunan struktur bahan ajar, pengintegrasian aspek-aspek STEM ke dalam bahan ajar, pembuatan kerangka produk (*story board*) bahan ajar digital, dan pembuatan instrumen penilaian. Adapun struktur bahan ajar yang telah disusun diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Produk Pengembangan

No	Struktur Produk Pengembangan Bahan Ajar	Keterangan
1	Identitas Produk	Bentuk produk bahan ajar: Bahan ajar digital Judul: Banjir dan Upaya Penanggulangannya Target pembaca: Siswa kelas XI SMA/MA materi Geografi
2	Petunjuk Penggunaan	Petunjuk penggunaan bahan ajar digital berisi uraian tentang fitur-fitur dalam bahan ajar yang memudahkan pembaca dalam menggunakan dan mempelajari bahan ajar digital.
3	Kompetensi dasar	KD 3.7 Menganalisis jenis dan penanggulangan bencana melalui edukasi, kearifan lokal, dan pemanfaatan teknologi modern.
4	Informasi pendukung	Konten informasi pendukung dalam bahan ajar terdiri dari: Research Point: Meningkatkan peluang untuk menyelidiki topik lebih lanjut. Ditempatkan di bagian apersepsi. Making Connection: Menelusuri hubungan antar fenomena yang terjadi. Membantu siswa menemukan faktor utama pada suatu pokok bahasan Highlight: Fakta penting yang berkaitan dengan materi. Read More: Pengembangan pada materi utama.
5	Evaluasi	Soal evaluasi menggunakan media Quizizz & untuk keterampilan menggunakan kegiatan belajar siswa berbasis STEM dalam bentuk laporan kegiatan.

Pengintegrasian keempat aspek STEM dalam bahan ajar diuraikan pada Tabel 3. Integrasi unsur STEM dalam bahan ajar dipadukan dalam materi utama, informasi pendukung, dan aktivitas belajar siswa. Aspek sains menjadi aspek utama yang diintegrasikan dalam bentuk pembahasan materi tentang bencana banjir dan uraian pada informasi pendukung. Fitur tautan menghubungkan siswa ke sumber belajar lainnya seperti artikel berita, data statistik, dan laman pemerintah untuk meningkatkan pengetahuan siswa tentang konsep bencana dan uraian bencana banjir. Aspek sains disajikan dalam empat dimensi pengetahuan, yaitu faktual, konseptual, operasional/prosedural, dan metakognitif. Aspek teknologi pada materi diintegrasikan dalam bentuk bahasan terkait peran teknologi dalam mengurangi risiko bencana. Integrasi unsur teknologi ditambahkan pula pada format pengemasan bahan ajar, informasi tambahan, dan kegiatan siswa. Hal ini dapat membantu siswa dalam pencapaian

keterampilan teknologi. Teknologi diintegrasikan dengan rekayasa. Rekayasa adalah penerapan unsur pengetahuan dan teknologi. Aspek rekayasa dalam bahan ajar diintegrasikan pada desain dan cara kerja beberapa teknologi kebencanaan. Integrasi aspek rekayasa pada materi memudahkan siswa untuk mengoptimalkan kemampuan berpikirnya (Cantrell *et al*, 2006). Aspek matematika berkaitan dengan penggunaan diagram, persamaan, perhitungan, dan pengukuran. Aspek matematika dapat membantu siswa memahami makna yang tersirat dalam materi (Andawiyah, 2014).

Tabel 3. Integrasi Aspek STEM ke dalam Bahan Ajar

No	Aspek STEM	Integrasi STEM dalam materi yang dikembangkan dalam bahan ajar
1	<i>Science</i>	Aspek <i>sains</i> diintegrasikan dalam bentuk uraian materi yang memuat seluruh pengetahuan mengenai konsepsi pengurangan bencana secara holistik, bencana banjir disertai penyebab dan dampaknya bagi manusia, persebaran banjir, dan beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko banjir.
2	<i>Technology</i>	<i>Flood Early Warning System</i> , Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi, Lubang Resapan Biopori sebagai salah satu teknologi mengatasi genangan yang mengakibatkan banjir, Analisis kajian bahaya, kerentanan, kapasitas, dan risiko memanfaatkan portal InaRISK, Ombrometer observatorium untuk mengukur intensitas curah hujan, Pemanfaatan internet untuk mencari dan memvalidasi informasi, Kegiatan siswa yang memanfaatkan aplikasi desain grafis.
3	<i>Engineering</i>	Teknik bangunan di wilayah rawan banjir sebagai salah satu contoh kearifan lokal yang dapat menanggulangi banjir, Perancangan dan pembuatan LRB, Merancang desain kemasan untuk produk pupuk organik hasil LRB, Merancang alat sederhana untuk menghitung curah hujan.
4	<i>Mathematic</i>	Menentukan risiko bencana dengan perhitungan, menentukan kategori curah hujan dengan melakukan pengukuran, pembuatan LRB dengan melakukan kajian matematis untuk menentukan jumlah LRB yang ideal, Menentukan bentuk mitigasi yang tepat di suatu daerah dengan melihat data kejadian banjir dan penyebabnya.

Bahan ajar yang dikembangkan akan dikemas dalam bentuk flipbook. Media flipbook dipilih karena memiliki karakteristik *hypermedia* yang dapat dilengkapi dengan video, audio, gambar/animasi, dan tautan sehingga menjadi lebih menarik dibandingkan bahan ajar cetak (Nakajima & Goode, 2019). Format bahan ajar digital berekstensi *.html* sehingga dapat dibagikan menggunakan link, hal ini sesuai dengan kebutuhan siswa. Hasil penelitian Awwaliyah *et al* (2021) menunjukkan bahwa *flipbook* teruji dalam memberikan pengaruh pada minat belajar siswa. Penggunaan flipbook dalam bahan ajar digital Geografi menjadi salah satu inovasi untuk menyampaikan materi dengan memanfaatkan teknologi sehingga menjadi efisien. Penggunaan media yang tepat dapat membantu guru berinteraksi dengan siswa sehingga penyampaian materi menjadi lebih efektif dan efisien (Falahuddin, 2014).

3.3. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan adalah proses realisasi terhadap perencanaan yang dilakukan sebelumnya pada tahap desain. Kegiatan pada tahap ini terdiri dari membuat, memodifikasi, memvalidasi, merevisi, dan menguji kelayakan bahan ajar digital. Validasi dan kelayakan produk diperoleh dari penilaian ahli dan uji kelayakan yang dilakukan di sekolah.



Gambar 2. Tampilan Bahan Ajar Digital

Pemilihan warna merupakan hal penting untuk meningkatkan ketertarikan siswa untuk membaca. Komposisi warna yang dominan digunakan adalah warna biru, putih, dan kuning keemasan. Warna biru dipilih karena relevan dengan judul bahan ajar. Warna putih pada bagian isi dipilih menjadi warna latar bertujuan untuk meminimalkan tingkat gangguan yang dapat mengurangi fokus siswa ketika membaca materi (Aisyah *et al.*, 2017). Sedangkan warna kuning keemasan menjadi warna kontras yang dapat menyeimbangkan dimensi warna pada halaman supaya tidak monoton. Warna kuning digunakan untuk sub judul, kegiatan siswa dan beberapa poin-poin penting materi karena menarik perhatian dan dapat merangsang otak agar mulai berkonsentrasi kembali (Ami, 2012).

Ukuran kertas yang digunakan adalah A4 berorientasi *portrait*. Dasar pertimbangan pemilihan kertas disesuaikan dengan ketentuan ISO dan kebutuhan pengembangan desain, tata letak, peletakan ilustrasi, gambar dan tabel, serta penulisan bahan ajar. Desain teks meliputi ukuran, jenis, dan spasi. Jenis huruf yang digunakan untuk materi adalah Constantia ukuran 12 pt, dan 10 pt untuk penulisan dalam tabel dan sumber rujukan. Constantia merupakan jenis font serif yang memiliki kesan formal, klasik, dan profesional dan memiliki tingkat keterbacaan yang tinggi. Font ini dirancang untuk teks panjang yang perlu dibaca dengan teliti (Kartika, 2015). Constantia memiliki ukuran huruf dan jarak yang proporsional untuk dibaca pada perangkat digital. Sedangkan sub judul menggunakan jenis huruf Arial ukuran 16 pt. Arial merupakan jenis huruf sans serif yang memiliki kesan modern, humanis dan sangat fleksibel dalam penggunaannya. Mengkombinasikan jenis font sans serif pada sub-judul atau *header* dan jenis font serif untuk uraian materi membuat gaya tipografi semakin menarik (French, 2013). Judul dan sub judul menggunakan jenis huruf yang berbeda dan diberikan cetak tebal (*bold*) untuk memberikan penegasan dalam penulisan (Rahma *et al.*, 2022). Spasi yang digunakan dalam bahan ajar menggunakan jarak 1,15 secara vertikal dan horizontal namun untuk beberapa bagian jarak antar huruf disesuaikan dengan kebutuhan tampilan.

Elemen visual yang digunakan dalam bahan ajar terdiri dari foto, ilustrasi, infografis, video, kotak tautan, ikon, kotak dan garis. Penggunaan elemen visual dimaksudkan untuk memudahkan proses belajar siswa. Elemen visual dalam buku selain untuk memperjelas teks dan konsep materi, juga diterapkan untuk menambah nilai estetika tampilan produk

(Kurniawan & Patria, 2019). Seluruh elemen ditampilkan berwarna dengan resolusi yang baik. Ukuran elemen visual disesuaikan dengan tujuannya.

Video pembelajaran diletakkan pada bagian apersepsi. Terdapat dua video pembelajaran dalam bahan ajar, yaitu video pada topik satu yang membahas karakteristik negara Indonesia dari prespektif kebencanaan. Video kedua berada pada topik dua yang membahas kerentanan banjir, penyebab, dampak, serta bentuk mitigasi yang dapat dilakukan ketika banjir terjadi. Pada bahan ajar ini, penambahan video perlu dilakukan untuk memperjelas hal-hal abstrak terkait fenomena bencana, mengatasi keterbatasan ruang dan waktu, dan memberikan penjelasan yang lebih realistis (Rifai, 2018). Keberadaan video tentang terjadinya banjir memberikan pengalaman belajar siswa untuk ikut merasakan kejadian banjir tanpa harus menunggu banjir tersebut terjadi secara nyata.

Produk bahan ajar juga dilengkapi dengan fitur tautan atau link. Penggunaan fitur tautan bertujuan memudahkan siswa menelusuri materi lebih luas. Fitur tautan dalam produk pengembangan digunakan untuk mengakses artikel berita, portal dan halaman media sosial resmi milik pemerintahan, penjabaran materi yang lebih rinci, petunjuk atau prosedur pembuatan beberapa alat bantu yang berkaitan dengan materi, dan halaman untuk mengerjakan soal evaluasi. Fitur tautan berperan dalam mengakomodasi siswa menemukan halaman yang dituju dengan lebih mudah.

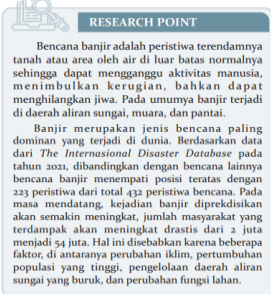
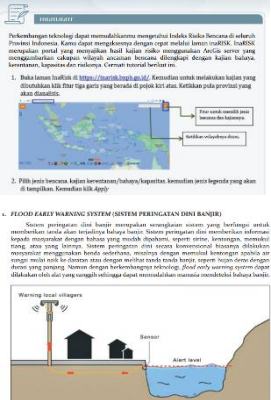
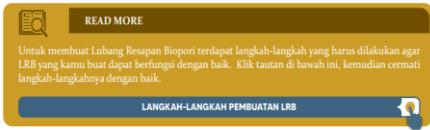



Gambar 3. Tampilan Bahan Ajar Digital Format Flipbook

Bahan ajar digital memuat konsep-konsep pengurangan risiko bencana dan bencana banjir serta upaya penunggalangannya yang terintegresi dengan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Bahan ajar digital memuat 47 halaman kemudian diuraikan menjadi tiga komponen utama, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Komponen pendahuluan berisi Sampul dan judul produk, Kata pengantar, Petunjuk penggunaan produk, Daftar isi, Uraian Kompetensi & Tujuan, Analisis pembelajaran STEM, serta Peta konsep. Pada bagian isi memuat empat topik bahasan, yaitu Memahami Konsepsi Pengurangan Risiko Bencana, Bencana Banjir, Persebaran Bahaya Banjir di Indonesia, dan Upaya Mengurangi Risiko Banjir. Sedangkan bagian penutup terdiri dari Rangkuman materi, Kegiatan berbasis STEM, Evaluasi, Daftar pustaka, dan Identitas penulis.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pengembangan materi terdiri dari kesesuaian materi dengan KD, kesesuaian dengan karakteristik Geografi, dan uraian materi yang berorientasi STEM. Integrasi STEM ke dalam materi yang telah diancangkan pada tahap desain kemudian direalisasi pada tahap pengembangan. Realisasi integrasi STEM yang disajikan dalam materi pada produk bahan ajar ditampilkan dalam tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Realisasi Integrasi STEM dalam Pengembangan Materi

No	Aspek STEM	Tampilan	Deskripsi
1.	Science (Sains)		Aspek sains disajikan ke dalam uraian materi dalam bentuk pengetahuan, informasi, dan fakta yang menjelaskan permasalahan bencana banjir.
2.	Technology (Teknologi)		Teknologi disajikan dalam bentuk penjabaran tentang penerapan inovasi teknologi yang dapat digunakan untuk mengurangi risiko banjir. Selain itu aspek ini memberikan pengalaman bagi siswa untuk memanfaatkan teknologi yang berkaitan dengan penanggulangan bencana.
3.	Engineering (Rekayasa)		Aspek rekayasa merupakan kombinasi dari aspek sains dan teknologi. Siswa menemukan masalah kemudian merancang, membuat dan mengembangkan pengetahuan menjadi suatu proyek kegiatan belajar.
4.	Mathematic (Matematika)	 <p>Berdasarkan tabel diatas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah tingkat pendidikan berpengaruh terhadap pengetahuan bencana? 2. Apakah penyajian hasil penelitian menggunakan tabel dan perhitungan memudahkanmu mempresentasikan dan menganalisis data? mengapa? 	Aspek matematika melatih siswa untuk menyelesaikan permasalahan bencana dengan pola berpikir matematis, sehingga aspek ini ditampilkan dalam bentuk kajian permasalahan yang disertai dengan diagram, persamaan, dan perhitungan.

Produk pengembangan bahan ajar digital kemudian divalidasi oleh ahli materi dan media. Jenis data yang didapatkan dari validasi ahli adalah data kuantitatif dan kualitatif yang saling berkaitan sehingga perbaikan bahan ajar dapat dilakukan dengan mengacu pada data tersebut. Jenis data kuantitatif diperoleh dari hasil angket oleh ahli, dan data kualitatif didapatkan dari masukan dan anjuran ahli.

Penilaian oleh ahli materi dilakukan untuk memvalidasi kelayakan materi yang dimuat pada bahan ajar digital. Penilaian materi terdiri dari enam aspek, yaitu aspek pendahuluan, isi, pembelajaran, kegiatan (tugas atau latihan), pendekatan, dan pemanfaatan. Keenam aspek yang telah dinilai dinyatakan “sangat layak” dengan persentase rata-rata 91%. Merujuk pada kualifikasi kriteria kelayakan, maka materi pada bahan ajar digital sangat layak dan tidak perlu dilakukan revisi serta dapat diuji kelayakannya. Hasil perhitungan kelayakan materi ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Skor (%)	Rata-rata (%)	Kategori
Pendahuluan	94%	91%	Sangat Layak
Isi	92%		
Pembelajaran	93%		
Kegiatan (tugas/latihan)	93%		
Pendekatan	85%		
Pemanfaatan	89%		

Nilai terendah yang diperoleh dari validasi ahli materi adalah aspek pendekatan yang memperoleh skor 85%. Hal ini dikarenakan di dalam bahan ajar belum terdapat kegiatan siswa yang sesuai dengan karakteristik STEM. Kegiatan siswa harusnya menyajikan suatu permasalahan banjir dan siswa menyelesaikan permasalahan tersebut menggunakan pendekatan STEM. STEM merupakan pendekatan berbasis masalah yang penyelesaiannya dilakukan dengan menggabungkan berbagai sudut pandang keilmuan (Andini *et al.*, 2022).

Nilai tertinggi yang diperoleh adalah aspek pendahuluan dengan skor 94%. Komponen pendahuluan yang terdapat dalam bahan ajar adalah sampul, kata pengantar, petunjuk penggunaan bahan ajar, daftar isi, uraian kompetensi & tujuan, analisis pembelajaran STEM, dan peta konsep. Komponen pada bagian pendahuluan cukup lengkap dan memberikan kemudahan bagi siswa untuk mempelajari bahan ajar dengan baik. Daftar isi dilengkapi dengan *hyperlink* yang membantu siswa menemukan halaman yang akan dituju. Adanya penjabaran terkait ingerasi STEM dalam bahan ajar memudahkan siswa mengenali aspek-aspek STEM. Sedangkan sampul yang dibuat memudahkan siswa memahami materi yang akan dipelajari, dikarenakan sampul bahan ajar merepresentasikan isi materi.

Aspek penilaian dari validasi media meliputi, desain sampul, desain isi, kelayakan penulisan, sajian *layout*, penggunaan, dan pemanfaatan, Penilaian kelayakan media dalam penyusunan bahan ajar adalah hal penting yang harus dilakukan mengingat media berperan penting dalam kegiatan belajar. Pemilihan media pembelajaran yang sesuai terbukti dapat meningkatkan minat belajar, bahkan berpengaruh terhadap psikologis siswa (Mirnawati, 2020). Keenam aspek yang sudah dinilai tergolong dalam kategori “sangat layak” dengan rata-rata 93%. Merujuk pada kualifikasi kriteria kelayakan maka produk pengembangan bahan ajar sangat layak dan tidak perlu dilakukan revisi serta dapat diuji kelayakannya. Hasil perhitungan kelayakan media yang digunakan dalam produk pengembangan ditunjukkan pada tabel 6.

Nilai tertinggi yang diperoleh dari penilaian ahli media adalah aspek desain sampul dan kelayakan penulisan yang masing-masing memperoleh skor 100%. Dari segi desain sampul, tampilan sampul pada produk pengembangan dinyatakan sangat baik untuk menarik minat baca siswa. Sampul memiliki tata letak yang baik, dimana judul di letakkan secara proporsional dengan ukuran paling besar dibandingkan ukuran font pada tulisan lainnya. Ukuran judul

harus lebih besar dan mendominasi, hal ini dilakukan dengan tujuan meningkatkan ketertarikan siswa (Kurniawan & Patria, 2019). Sampul dilengkapi dengan ilustrasi yang menggambarkan isi materi. Adanya ilustrasi membuat penampilan buku memberikan kemudahan bagi siswa untuk memahami konsep materinya (Galingging, 2020). Tone warna dengan gradiasi memiliki kesan natural dan relevan dengan materi, terdapat sedikit warna kontras untuk menyeimbangkan proporsi warna. Pada sampul belakang dilengkapi pula dengan sinopsis yang informatif menjelaskan isi buku. Sedangkan pada aspek kelayakan penulisan, bahan ajar yang dihasilkan memuat desain tipografi yang sesuai dengan standar penulisan buku ajar. Produk pengembangan menampilkan interkasi yang dinamis dari jenis font, ukuran tulisan, spasi antar huruf dan kata, dan pemilihan warna yang tepat. Interaksi yang dinamis ini dapat meningkatkan *readability* produk.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Skor (%)	Rata-rata (%)	Kategori
Desain Sampul	100%	93%	Sangat Layak
Desain Isi	88 %		
Kelayakan Penulisan	100%		
Penyajian Layout	88%		
Elemen Visual			
Penggunaan	88%		
Pemanfaatan	88%		

Aspek desain isi memperoleh skor 88%, dikarenakan terdapat beberapa kekurangan pada bagian konsistensi tata letak, sistematika penyajian buku, dan kesesuaian tampilan dengan peta konsep. Pada beberapa halaman buku, terdapat perbedaan tata letak *bodytext*. Sebagian besar tata letak *bodytext* menggunakan tipe dua kolom, namun pada beberapa halaman menggunakan tipe satu kolom. Tata letak akan lebih rapi jika konsisten menggunakan tipe dua kolom. Kerapian dan konsistensi tata letak memberikan kenyamanan untuk pembaca (Kurniawan & Patria, 2019). Pada bagian sistematika penyajian buku akan lebih baik jika letak petunjuk penggunaan bahan ajar berada setelah daftar isi, bukan sebelum daftar isi. Selain itu sistematika penyajian akan lebih lengkap jika bahan ajar memiliki glosarium.

Pada aspek penyajian *layout* elemen visual terdapat sedikit perbaikan pada tata letak video dan tabel. Peletakan video pembelajaran sudah tepat, namun belum sesuai dengan ukuran ruang yang telah disediakan sehingga terdapat ruang kosong di dalam kotak. Sedangkan untuk tabel, terdapat satu tabel yang ukurannya terlalu kecil di topik satu padahal tabel tersebut berisi informasi yang harus dicermati oleh siswa. Elemen visual yang mengharuskan siswa memperhatikan detail materi yang terkandung dibuat lebih besar dibandingkan elemen yang hanya diletakkan sebagai ilustrasi materi (Kurniawan & Patria, 2019).

Produk bahan ajar yang telah divalidasi oleh ahli dan memiliki tingkat kelayakan yang tinggi kemudian dapat diuji kelayakannya kepada guru dan siswa. Penilaian kelayakan dari prespektif guru penting untuk diketahui karena bahan ajar akan digunakan guru untuk menunjang pembelajaran serta membimbing siswa mencapai tujuan pembelajaran, sehingga sudut pandang guru terhadap bahan ajar menentukan kelayakan bahan ajar jika digunakan dalam pembelajaran.

Uji kelayakan dari prespektif guru bertujuan untuk mengetahui kelayakan materi, isi, dan media jika digunakan dalam proses pembelajaran. Indikator penilaian oleh guru terdiri dari empat aspek, yaitu teknik penyajian, pendekatan, sajian materi, dan sajian pembelajaran. Berdasarkan hasil penilaian yang ditampilkan pada tabel 7, membuktikan bahwa produk pengembangan bahan ajar digital berbasis STEM layak untuk digunakan. Keempat aspek yang telah dinilai memiliki kualifikasi “sangat layak” dengan persentase rata-rata 96% yang artinya bahan ajar digital sangat layak digunakan tidak perlu dilakukan revisi dan dapat diujicobakan.

Tabel 7. Hasil Uji Kelayakan dari Prespektif Guru Geografi

Aspek Penilaian	Skor (%)	Rata-rata (%)	Kategori
Teknik Penyajian	95%	96%	Sangat Layak
Pendekatan	94%		
Sajian Materi	99%		
Sajian Pembelajaran	96%		

Skor tertinggi dari validasi ahli pembelajaran adalah aspek sajian materi yaitu 99%. Materi yang disajikan dinilai lengkap dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang disusun. Materi kontekstual dilengkapi dengan analisis terhadap kejadian bencana banjir yang pernah terjadi di Indonesia. Materi yang disajikan lengkap dan memberikan manfaat bagi siswa. Kajian materi kekinian dengan uraian tentang penggunaan teknologi terbaru bahkan terdapat pula penggunaan teknologi untuk mengatasi banjir di negara maju yang menambah wawasan bagi siswa. Integrai aspek sains, teknologi, rekayasa, dan teknologi disajikan cukup baik tidak hanya berada pada kegiatan siswa. Penilaian pada aspek ini secara umum sangat baik, namun terdapat satu kekurangan pada indikator kesesuaian materi dengan KD. Produk bahan ajar belum menyajikan KD 4.7 yaitu membuat sketsa, denah, dan/atau peta potensi bencana wilayah setempat serta strategi mitigasi bencana berdasarkan peta tersebut. Keterampilan yang disajikan bahan ajar berupa kegiatan siswa untuk membuat LRB, sehingga belum ada kegiatan siswa yang merepresentasikan KD 4.7.

Aspek penilaian yang memperoleh nilai terkecil adalah aspek pendekatan dengan skor 94%. Hal ini dikarenakan integrasi empat aspek STEM belum dilakukan pada seluruh topik. Pada topik 3, didominasi oleh aspek sains dan matematik, aspek teknologi dan rekayasa belum ditampilkan. Penilaian akan lebih baik jika seluruh aspek dapat terintegrasi pada setiap topik bahasan. Sedangkan pada aspek sajian pembelajaran memperoleh skor 96%. Pada aspek ini indikator yang tidak memperoleh nilai sempurna adalah bagian soal evaluasi. Jumlah soal evaluasi yang dibuat terdiri dari 20 soal. Soal yang dibuat belum menyajikan tentang LRB dan sedikit soal tentang analisis kejadian banjir di suatu wilayah dan peran media sosial terhadap penanggulangan bencana. Berdasarkan rekomendasi tersebut, soal evaluasi kemudian ditambahkan lima soal, yang terdiri dari dua soal tentang LRB, dua soal analisis kejadian banjir di suatu wilayah, dan satu soal mengenai peran media sosial untuk penanggulangan bencana.

Aspek teknik penyajian memperoleh skor 95%. Pada aspek ini guru menyatakan bahwa tampilan bahan ajar sangat baik dan memberikan variasi dalam pembelajaran. Bahan ajar mudah digunakan saat pembelejaran tatap muka ataupun *daring* sehingga fleksibel digunakan. Pemilihan warna membuat bahan ajar menarik dan meningkatkan minat siswa untuk membacanya. Sajian bahan ajar yang bisa dibagikan hanya dengan link juga menjadi hal baru bagi siswa. Media yang ditampilkan dalam bahan ajar lengkap mulai dari foto, ilustrasi, infografis, tautan, dan video sesuai dengan kebutuhan siswa saat ini. Pada bagian ini, hanya

perlu sedikit perbaikan pada konsistensi tata letak dan pengaturan *layout* agar tidak terdapat banyak ruang kosong dalam satu halaman.

Uji kelayakan siswa dilakukan kepada 32 siswa kelas XII IPS 2. Tahapan uji kelayakan bahan ajar diawali dengan pengenalan dan *review* materi, kemudian dilanjutkan dengan pengenalan serta penjelasan produk bahan ajar digital. Siswa diberi waktu sepekan untuk mempelajari fitur, penggunaan, dan sajian materi yang diuraikan dalam bahan ajar digital. Proses selanjutnya merupakan pengisian angket untuk mengetahui respon terhadap produk pengembangan bahan ajar. Indikator penilain terdiri dari tiga aspek, yaitu tampilan, sajian materi, dan manfaat.

Tabel 8. Hasil Uji Kelayakan dari Prespektif Siswa

Aspek Penilaian	Skor (%)	Rata-rata (%)	Kategori
Tampilan	90%	89%	Sangat Layak
Sajian Materi	91%		
Manfaat	86%		

Berdasarkan hasil perhitungan respon siswa pada tabel 8 di atas, bahan ajar digital berbasis STEM dinyatakan sangat layak digunakan. Ketiga aspek yang telah dinilai merupakan kategori “sangat layak”. Persentase rata-rata seluruh aspek bernilai 89% yang artinya bahan ajar layak untuk digunakan dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

Aspek yang memperoleh nilai paling rendah adalah aspek manfaat dengan skor 86%. Pada aspek ini bagian yang memperoleh nilai terkecil adalah kemudahan menggunakan bahan ajar digital. Bahan ajar digital yang dikembangkan adalah bahan ajar digital dalam bentuk *flipbook* bereksistensi html. Agar siswa dapat menggunakan bahan ajar dengan mudah tanpa harus mengunduh aplikasi tertentu, maka *flipbook* didistribusikan menggunakan link. Bahan ajar hanya dapat diakses jika perangkat digital yang digunakan terhubung dengan jaringan internet. Saat melaksanakan uji kelayakan, siswa memanfaatkan Wi-Fi sekolah untuk mengakses produk, namun jaringan internet sedang tidak stabil sehingga siswa mengalami kesulitan mengakses bahan ajar. Oleh karena itu, siswa merekomendasikan agar bahan ajar dapat diakses secara *online* maupun *offline*.

Aspek tampilan mendapatkan skor 90%, secara umum siswa menilai tampilan bahan ajar baik dan menarik untuk digunakan. Namun, terdapat beberapa indikator penilaian yang tidak mendapatkan nilai sempurna, yaitu ukuran huruf bahan ajar. Ukuran huruf yang digunakan adalah 12 pt untuk uraian materi. Ukuran ini lumrah digunakan dalam buku ajar dan dinilai proporsional. Hal tersebut sesuai dengan standar fisik penulisan buku pelajaran yang dianjurkan oleh Gardjito (Pangesti *et al.*, 2017). Namun, ketika produk di upload ke dalam aplikasi *Flip PDF Profesional* proyeksi buku menjadi lebih kecil dikarenakan halaman *flipbook* hanya dapat berorientasi *landscape* yang seolah-olah menampilkan dua sisi buku. Mengecilnya proyeksi buku tentunya menjadikan ukuran huruf terlihat lebih kecil, terlebih ketika siswa menggunakannya menggunakan *smartphone* yang memiliki layar lebih kecil dibandingkan laptop. Sehingga rata-rata siswa menilai ukuran huruf kurang sesuai.

Aspek sajian materi memperoleh skor tertinggi dari siswa, yaitu 91%. Hal ini dikarenakan bahan ajar dilengkapi banyak contoh nyata kejadian banjir beserta analisisnya sehingga siswa dapat mengetahui penyebab banjir secara konkret bukan definisi semata. Bahan ajar juga mudah dipahami dikarenakan hanya fokus pada kajian bencana banjir. Materi

memberikan referensi terkait upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko banjir sehingga siswa dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang didapat di kehidupan nyata. Penyajian materi yang mengkombinasikan media pembelajaran yang interaktif untuk mengendalikan suatu perintah agar terjadi hubungan dua arah antara bahan ajar dan penggunaannya membuat materi lebih menarik untuk dipelajari siswa (Latifah & Utami, 2019).

Berdasarkan hasil validasi ahli serta uji kelayakan oleh guru dan siswa yang telah dilakukan, terdapat kelemahan dan kelebihan produk bahan ajar digital yang telah dikembangkan. Kelebihan produk diantaranya; 1) materi bahan ajar disusun menggunakan pendekatan STEM yang sesuai dengan kompetensi abad 21, 2) penyajian materi kekinian dan interaktif, 3) bahan ajar digital mudah digunakan tidak perlu aplikasi khusus untuk mengaksesnya, 4) kombinasi antara warna, tipografi, penggunaan elemen visual, dan tata letak membuat bahan ajar menarik minat baca siswa, 5) membantu siswa untuk belajar mandiri kapan saja dan dimana saja, 6) bahan ajar dilengkapi dengan tautan yang berfungsi memudahkan siswa menelusuri materi lebih luas.

Produk bahan ajar perlu dikaji ulang agar sesuai dengan tujuan pengembangan. Pasalnya terdapat beberapa kelemahan yang ditemukan dalam produk pengembangan, diantaranya; 1) integrasi aspek STEM belum dilakukan secara menyeluruh, 2) belum ada kegiatan siswa yang membantu siswa menyelesaikan masalah kebencanaan dengan sistem berpikir STEM, 3) sistematika topik bahasan perlu diperbaiki agar konsep yang didapatkan siswa runtut, 4) materi dalam bahan ajar belum menampilkan kompetensi dasar 4.7 yang berkaitan dengan keterampilan membuat denah/peta potensi bencana di sekitar siswa serta menentukan mitigasi yang tepat sesuai dengan peta yang dibuat, 5) tahapan pengembangan produk hanya terbatas pada tahap *development* sehingga perlu penelitian lebih lanjut agar tahap *implementation* dan *evaluation* dapat terlaksana.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil validasi ahli materi produk bahan ajar digital berbasis STEM pada sub materi mitigasi bencana alam di Indonesia mendapatkan skor 91% dengan kategori sangat layak. Ahli media dengan skor sebesar 93% dengan kriteria sangat layak. Sedangkan uji kelayakan dari prespektif guru geografi memperoleh skor 96% dengan kriteria sangat layak. Uji kelayakan yang dilakukan kepada 32 siswa kelas XII IPS menunjukkan bahwa bahan ajar sangat layak digunakan oleh siswa dalam pembelajaran dengan perolehan skor 89%. Berdasarkan penilaian ahli dan uji kelayakan oleh guru dan siswa maka produk bahan ajar digital sangat layak digunakan pada proses pembelajaran Geografi. Namun, untuk penggunaan bahan ajar dalam skala yang besar, bahan ajar perlu dikaji ulang untuk meminimalkan kelemahan bahan ajar yang telah dijabarkan pada bagian pembahasan.

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, pembahasan dan kesimpulan dapat dikemukakan beberapa saran yaitu; 1) pembelajaran menggunakan bahan ajar digital berbasis STEM dapat dikembangkan oleh guru secara berkelanjutan untuk materi Geografi yang berbeda, 2) dalam pembuatan bahan ajar digital berbasis STEM terdapat kendala atau kelemahan yang mungkin bisa menjadi bahan perbaikan dan pertimbangan bagi peneliti yang lain, sehingga dapat mengembangkan bahan ajar berbasis STEM yang lebih baik, dan 3) setelah dilakukan kajian ulang pada produk bahan ajar digital, maka disarankan untuk mengujicobakan produk pada subjek penelitian yang berbeda dengan skala yang lebih luas.

Daftar Rujukan

- Aisyah, D. W., Gipayana, M., & Djatmika, E.T. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Literasi Bercirikan *Quantum Teaching* untuk Mengoptimalkan Pembelajaran Efektif dan Produktif. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(5), 667-675.
- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto. (2020). Bahan ajar sebagai bagian dalam kajian problematika pembelajaran bahasa Indonesia. *Salaka: Jurnal Bahasa, Sastra, dan Budaya Indonesia*, 2(1), 62-65.
- Aksa, F. I., Utaya, S., & Bachri, S. (2019). Geografi dalam Prespektif Filsafat Ilmu. *Majalah Geografi Indonesia*, 33(1), 43-47.
- Al-Azri, R. H., & Al Rashdi, M. H. (2014). The effect of using authentic materials in teaching. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(10), 249-254.
- Ami, M. S., Susiantini, E., & Raharjo, R. (2012). Pengembangan Buku Saku Materi Sistem Ekskresi Manusia di SMA/MA kelas XI. *Jurnal BioEdu*, 1(2), 10-13.
- Andawiyah, R. (2014). Interelasi Bahasa, Matematika dan Statistika. *Okara: Jurnal Bahasa dan Sastra*, 8(2), 69-80.
- Andini, R., Winarti, E. R., & Mintarsih, M. (2022). Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa pada Model *Problem-based Learning* Berbantuan Bahan Ajar dengan Pendekatan STEM. *Prisma: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 467-474.
- Arikunto, S. (2007). *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Awwaliyah, H. S., Rahayu, R., & Muhlisin, A. (2021). Pengembangan E-modul Berbasis Flipbook untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMP Tema Cahaya. *IJNSE: Indonesian Journal of Natural Science Education*, 4(2), 516-523.
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana (BAKORNAS PB). (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar berbasis ADDIE Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35-43.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, & Velasquez, N. (2006). The Effect of Engineering Modules on Student Learning in Middle School Science Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Falahuddin, I. (2014). Pemanfaatan Media dalam Pembelajaran. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, 1(4), 104-117.
- French, C. (2013). *How to write a successfullb how-to booklet*. The Endless Booke.
- Hamimi, E., Sugiyanto, S., Yulianti, E., Mustikasari, V. R., & Pratiwi, N. (2021). The Validity of Learning Material Assisted Augmented Reality Technology in the Topic of Structure and Function of Plant Tissue. *JPS: Jurnal Pembelajaran Sains*, 5(1), 1 - 6.
- Handoyo, B. (2022). *Buku Ajar Pengantar Geografi Penguatan Berpikir Spasial*. Madiun: CV. Bayfa Cendikia Indonesia.
- Hindriyanto, R. A., Utaya S., & Utomo, D, H. (2019). Pengaruh Model *Project Based Learning* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Geografi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*, 4(8), 1092 - 1096.
- Juswandi, J. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar Geografi Materi Mitigasi Bencana Alam dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) menggunakan Aplikasi Flipbook Maker*. Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia.
- Kartika, R. (2015). Memilih dan Memanfaatkan Tipografi. *HUMANIORA, Language, People, Art, and Communication Studies*, 6(3), 312 - 318.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2022, June 09). *Riset Kominfo dan UNICEF mengenai Perilaku Anak dan Remaja dalam Menggunakan Internet*.
- Khadzir, S. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar Materi Flora dan Fauna dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) menggunakan QR Code untuk Meningkatkan High Order Thinking Skill (HOTS) Siswa*. Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia.
- Khairiyah, N. (2019). *Pendekatan Science, Technology, Engineering dan Mathematics (STEM)*. Tuban: Spasi Media.

- Kuncahyono, K. (2018). Pengembangan E-modul (modul digital) dalam Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar. *JMIE: Jurnal of Madrasah Ibtidaiyah Education, 2*(2), 219-231.
- Kuniawan, I. W., & Patria, A. S. (2019). Analisis Layout Buku Tematik kelas 5 Sekolah Dasar Tema 8. *Jurnal Seni Rupa, 4*(7), 120 – 129.
- Latifah, S., & Utami, A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbasis Media Sosial *Schoology*. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Educatioan, 02*(1), 36 – 45.
- Lestari, D, A, B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Fisika dan Teknologi, 4*(2), 202-207.
- Mirnowati, M. (2020). Penggunaan Media Gambar dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Minat Baca Siswa. *Jurnal Didaktika, 9*(1), 98-112.
- Monter, L., & Otto, K. H. (2017). The concept of disasters in Geography Education. *Journal of Geography in Higher Education, 1*-15.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industry 4.0. *In Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana 2019, 453-460*.
- Nakajima, T. M., & Goode, J. (2019). Transformative learning for computer science teachers: Examining how educators learn e-textiles in professional development. *Teaching and Teacher Education, 85*, 148-159. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.05.004>.
- Nurhadi, A. (2018). Manajemen Laboratorium dalam Upaya Meningkatkan Mutu Pembelajaran. *TARBAWI: Jurnal Keilmuan Manajemen Pendidikan, 4*(1), 1-12.
- Nurhidayat, M, F., & Asikin, M. (2021). Bahan Ajar Berbasis STEM dalam Pembelajaran Matematika: Potensi dan Metode Pengembangan. *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika 4, 298-302*.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianti, S. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *UPEJ: Unnes Physics Education Journal, 6*(3), 53-58.
- Pinto, C. C. C., & Meilani, D. (2022). Pengembangan Bahan Ajar dengan Pendekatan Saintifik Berbasis 4c Tema Lingkungan Sahabat Kita pada Peserta Didik Kelas SDK STA. Maria assumpta Kupang Tahun Jjaran 2020/2021. *In Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial, Sains, dan Teknologi, 1*(1), 16-27.
- Prabowo, C., Ibrohim, I., & Saptasari, M. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Inkuiri Berbasis Laboratorium Virtual. *Jurnal Pendidikan-Teori, Penelitian dan Pengembangan, 196, 1090-1097*.
- Putri, T. N., & Puspitasari, D. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbasis CASE (*Creative, Active, Systematic, Effective*) pada Mata Pelajaran Korespondensi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan, 4*(3), 4956-4967.
- Putri, Y. I. A., Sumarmi, S., & Putra, A. K. (2022). Pengembang bahan ajar digital berbasis STEM pada materi sumber dan analisis data kependudukan. *JIHIS: Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial, 2*(1), 31-41.
- Rahma, A, N., Noorhidayanti, N., & Hardiansyah, H. (2022). Kelayakan dan Keterbacaan Bahan Ajar Konsep Sistem Pernapasan kelas XI SMA Berbentuk Bookle Elektronik. *Jurnal JBES: Journal of Biology Education and Science, 2*(1), 1-10.
- Riduwan, R. (2008). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rifai, M. H. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Audio Visual terhadap Pemahaman Konsep Mitigasi Bencana pada Mahasiswa Pendidikan Geografi. *Edudikara: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 3*(1), 62 – 69.
- Ruhat, Y., & Djumena, I. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Digital pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronik Kelas X. *JTPM: Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran, 6*(2), 156-168.
- Sampurno, P. J., Sari, Y. A., & Wiajaya, A. D. (2015). Integreting STEM (science, technology, engineering mathematics) and disaster (STEM-D) education for building students' disaster literacy. *International Journal of Learning and Teaching, 1*(1), 73-76.
- Simarmata, J. (2020). *Pendidikan di Era Revolusi 4.0: tuntutan, kompetensi & tantangan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Sprenger, S., & Nienaber, B. (2017). (Education for) sustainable development in Geography Education: Review and outlook from a perspective of Germany. *Journal of Geography in Higher Education, 1*-17.

- Ulfa, Z., Rajibussalim., & Alvisyahrin, T. (2020). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Alam Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematic* untuk Pembelajaran Peserta Didik Jenjang SMA. *JUPI: Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 4(2), 205-218
- Utami, W., Sumarmi., Utaya, S., & Ruja, I. N. (2016). React (Relating, Experiencing, Applying, Cooperative, Transferring) Strategy to Develop Geography Skills. *Journal of Education and Practice*, 7(17), 2222-1735.
- Watin, E., & Kustijono, R. (2017). Efektivitas Penggunaan E-book dengan Flip PDF Professional untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *In prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 124-129.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Yulianan, F. H., Fatimah, S., & Berlian, I. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Digital Interaktif dengan Pendekatan Kontekstual pada Mata Kuliah Teori Ekonomi Mikro. *Jurnal PROFIT: Kajian Pendidikan Ekonomi dan Ilmu Ekonomi*, 8(1), 36-46.
- Zaini, H., Darmawan, D., & Hernawan, H. (2019). Penggunaan Bahan Ajar berbasis Digital Book untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dalam Mata Pelajaran Matematika pada Materi Logika Matematika (penelitian kuasi eksperimen di kelas X SMKN 2 Garut). *JTEP: Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(2), 816-825.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. *In prosiding Seminar Nasional Pendidikan dengan tema "Isu-isu strategis Pembelajaran MIPA Abad 21*.
- Zuriah, N., Sunaryo, H., & Yusuf, N. (2016). IbM Guru dalam Pengembangan Bahan Ajar Kreatif dan Inovatif Berbasis Potensi Lokal. *Jurnal Dedikasi*, 13(1), 39-49.