

## PENGEMBANGAN MODUL AJAR IPAS BERBASIS STEM UNTUK MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN SISWA FASE B

**Aprillia Nurul Azizah<sup>1</sup>, Sukamto<sup>2</sup>, Siti Patonah<sup>3</sup>**

Universitas PGRI Semarang, Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 - Dr. Cipto Semarang, Indonesia

Diterima : 10 Maret 2024

Disetujui : 25 Maret 2024

Dipublikasikan : Juli 2024

### Abstrak

Penggunaan STEM pada kegiatan pembelajaran yang diterapkan dalam bentuk model, bahan ajar maupun LKS dapat memberikan dampak yang baik. Tujuan penelitian yaitu mengetahui dan mendeskripsikan keefektifan modul ajar IPAS berbasis STEM yang dilakukan guru pada materi mengubah bentuk energi untuk mewujudkan kemandirian siswa kelas IV di SDN Sampangan 01 Kota Semarang. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan Research and Development (R&D). Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Tempat penelitian ini dilaksanakan di Sekolah Dasar Negeri Sampangan 01 Kota Semarang pada kelas I. Pengembangan modul berdasarkan prosedur pengembangan dari Borg & Gall dengan tahapan; 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain modul, 4) validasi desain, 5) uji coba pemakaian, 6) revisi modul ajar, 7) uji coba modul ajar, dan 8) modul ajar akhir. Hasil penelitian adalah Berdasarkan hasil uji kepraktisan yang dilakukan terhadap guru dan siswa di SDN Sampangan 01 Kota Semarang di dapat persentase sebesar 97% dengan kriteria "Sangat Praktis" dan pada uji skala kecil yang melibatkan 27 orang siswa di dapat hasil respon siswa sebesar 81,01% dengan kriteria "Sangat praktis". Modul ajar ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber belajar siswa ketika belajar mandiri khususnya pada materi mengubah bentuk energi.

**Kata Kunci:** Bahan Ajar, Modul ajar Ajar, Pendekatan STEM

### Abstract

The use of STEM in learning activities implemented in the form of models, teaching materials or worksheets can have a good impact. The aim of the research is to find out and describe the effectiveness of the STEM-based science and science teaching module carried out by teachers on the material of changing forms of energy to realize independence for class IV students at SDN Sampangan 01, Semarang City. The type of research used is Research and Development (R&D) research. This research approach uses quantitative and qualitative approaches. The location of this research was carried out at Sampangan 01 State Elementary School, Semarang City in class I. Module development was based on the development procedure from Borg & Gall with stages; 1) potential and problems, 2) data collection, 3) module design, 4) design validation, 5) usage trials, 6) module revision, 7) module trials, and 8) final module. The results of the research are based on the results of the practicality test carried out on teachers and students at SDN Sampangan 01 Semarang City, a percentage of 97% was obtained with the criteria "Very Practical" and in a small scale test involving 27 students the student response result was 81.01. % with the criteria "Very practical". Researchers suggest that students hope this module can become a source of learning for students when studying independently, especially on material changing forms of energy.

**Keywords:** Teaching Materials, Teaching Modules, STEM Approach

### PENDAHULUAN

Manusia dan pendidikan adalah dua entitas yang tidak dapat dipisahkan, mengingat pendidikan berperan sebagai kunci utama untuk membuka potensi akal dan pikiran manusia

demi masa depan yang lebih cerah. Pendidikan memiliki peran krusial dalam mendukung pengembangan serta keberlangsungan hidup suatu bangsa, karena melalui pendidikan, kualitas sumber daya manusia dapat

ditingkatkan dan dikembangkan secara signifikan. Undang-Undang Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional di Indonesia, khususnya pasal 3, mendefinisikan pendidikan sebagai usaha sadar dan terencana untuk menciptakan kondisi pembelajaran yang efektif, sehingga peserta didik dapat mengembangkan potensi dirinya secara maksimal. Pendidikan dirancang untuk membentuk individu yang tidak hanya cerdas dan berakhlak mulia, tetapi juga memiliki keahlian praktis yang dibutuhkan oleh dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Oleh karena itu, pendidikan menjadi salah satu pilar utama dalam membangun fondasi yang kuat bagi kemajuan dan keberlangsungan suatu bangsa.

Dalam menghadapi tantangan global dan meningkatkan daya saing bangsa, Indonesia dihadapkan pada kebutuhan mendesak untuk mengoptimalkan kualitas pendidikan dasarnya. Terlebih lagi, era digitalisasi dan kemajuan teknologi menuntut revolusi dalam metode pengajaran dan kurikulum yang diterapkan di sekolah-sekolah, termasuk di Sekolah Dasar Negeri Sampangan 01 Kota Semarang. Observasi dan wawancara dengan kepala sekolah telah mengungkapkan prevalensi pendekatan pembelajaran konvensional yang masih dominan, di mana siswa cenderung bersikap pasif, berdampak langsung pada rendahnya hasil belajar siswa. Hanya sejumlah kecil dari mereka yang mampu mencapai nilai di atas Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), menandakan urgensi untuk mengintegrasikan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan mendorong keterlibatan aktif siswa.

Pendidikan merupakan proses bimbingan yang dilaksanakan secara sistematis dan terencana, di mana orang dewasa mengembangkan kemampuan anak untuk mencapai kedewasaan. Tujuan utamanya adalah membekali anak dengan kemampuan untuk menjalani kehidupan secara mandiri, tanpa bergantung pada bantuan orang lain. Proses belajar, baik dalam konteks formal maupun nonformal, merupakan inti dari pendidikan, di mana interaksi dengan lingkungan sekitar berperan penting dalam proses pembelajaran. Belajar

dianggap sebagai suatu proses yang diarahkan pada tujuan tertentu, melibatkan berbagai pengalaman yang berkontribusi pada pengembangan diri individu. Nurlaelah (Nurlaelah & Sakkir, 2020) menekankan bahwa belajar adalah proses aktif melihat, mengamati, dan memahami, yang esensial dalam pendidikan.

Pendidikan di sekolah dasar memiliki peranan penting sebagai fondasi awal dalam pengembangan potensi anak dan keahlian belajar untuk jenjang pendidikan berikutnya. Faktor-faktor seperti pendidik, sarana dan prasarana, peserta didik, serta lingkungan berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses belajar. Di tingkat sekolah dasar, potensi anak berkembang secara maksimal, mempengaruhi kemampuan belajar mereka di jenjang pendidikan selanjutnya. Materi dan bahan belajar menjadi alat penting yang mendukung proses pembelajaran, memastikan bahwa pembelajaran efektif dan efisien tercapai. Upaya-upaya seperti penggunaan modul ajar yang menarik dan up-to-date diperlukan untuk mendukung pembelajaran mandiri dan membantu peserta didik mengembangkan kemampuan mereka secara maksimal.

Kurikulum merdeka bertujuan mengatasi permasalahan kualitas dan kuantitas sumber daya manusia Indonesia yang berdaya saing global, dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) sebagai kunci utama. Pendekatan STEM menjadi kerangka rujukan penting bagi pendidikan di Indonesia, mendukung pengembangan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kemandirian (Syahirah et al., 2020). Pengembangan bahan ajar dengan pendekatan STEM memerlukan keseriusan dan komitmen untuk menciptakan materi pembelajaran yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian peserta didik (Winarto et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar terintegrasi dengan model pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta hasil belajar peserta didik

(Hamidah & Darmayanti, 2022; Iqbal et al., 2019). Pendekatan interdisiplin dalam STEM memungkinkan siswa mengalami pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata, meningkatkan keterampilan hidup dan kreativitas untuk inovasi.

Karena tidak ada bahan ajar yang memadai, guru menggunakan pendekatan konvensional, seperti memberikan penjelasan secara langsung atau gambar di papan tulis, untuk mengajar (Zulaiha et al., 2020). Ini membuat pembelajaran tidak konsen (Hamal, 2023). Karena faktanya yang terjadi pada siswa SMA di kota Semarang mengalami penurunan gairah dalam belajar karena sistem konvensional ini. Maka diperlukan penelitian terkait penggunaan modul perubahan lingkungan berbasis STEM sebagai bahan ajar untuk membantu pembelajaran di sekolah karena kurangnya bahan ajar (Pangestu, 2021). Modul ini disusun secara sistematis dan menarik, mencakup materi, metode, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri (Yuni et al., 2020). Dengan menggunakan modul, siswa dapat belajar secara mandiri, tanpa bimbingan guru, dan memiliki kontrol atas hasil belajar mereka melalui penerapan standar kompetensi dalam setiap modul (Syafnidawati, 2020). Mereka juga memiliki lebih banyak tanggung jawab atas tindakan mereka sendiri. Siswa diharapkan memperoleh hasil belajar yang lebih baik jika mereka lebih aktif (Riyani, 2020).

Selain itu Alasan dalam dilakukannya penelitian ini yakni supaya diselidiki persyaratan pendidik ditampilkannya materi dengan modul elektronik berbasis STEM supaya lebih dikembangkannya keahlian nalar dasar dan inovatif pesreta didik (Yunianto et al., 2019). Adanya modul ini dalam bentuk elektronik supaya ikut berkembangnya zaman dan berkembangnya teknologi yang terjadi pada pendidikan, dan dalam terdapatnya STEM pada e-modul yang dikembangkan harapannya bisa dibantunya pendidik dengan membentuk keahlian berfikir peserta didik tepat pada hakikat belajar (Sari, 2022).

Bahan ajar yang berorientasi pada permasalahan lingkungan serta aplikasi teknologi menggunakan pendekatan STEM sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang didalamnya siswa menggunakan sains, teknologi, engineering, dan matematika. STEM menyediakan pengalaman melalui kegiatan atau proyek, yang fokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan nyata pembelajaran, dalam rangka mengembangkan pengalaman, keterampilan hidup dan kreativitas untuk inovasi (Painprasert & Jeerungsuwan, 2015). Penggunaan STEM pada kegiatan pembelajaran yang diterapkan dalam bentuk bahan ajar seperti modul ajar yang dapat memberikan dampak yang baik. Pengaruh tersebut diantaranya, mampu meningkatkan keterampilan bernalar siswa (Fitriani et al., 2017). Selain itu dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa (Pangesti et al., 2017).

Satu-satunya hasil yang diharapkan dari sekolah adalah siswa yang mampu memahami seluruh substansi pelajaran (*content-oriented*). Ini juga merupakan cara untuk mempersiapkan siswa untuk menjadi anggota masyarakat yang mandiri, sadar teknologi, dan tahu bagaimana teknologi memengaruhi lingkungan mereka (Saptono, 2017). Pengembangan modul ajar berbasis pendekatan STEM dikenali sebagai solusi strategis untuk mengatasi tantangan pendidikan saat ini. Pendekatan ini, yang fokus pada integrasi disiplin ilmu secara aplikatif, ditujukan untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kemandirian peserta didik. Keunikan STEM terletak pada kemampuannya untuk menyiapkan siswa menghadapi dunia yang terus berubah dengan menanamkan keahlian adaptif dan solutif. Penelitian ini menyoroti pentingnya adaptasi metode pembelajaran yang lebih relevan dengan kebutuhan abad ke-21, dimana keterampilan interdisipliner menjadi sangat penting. Dengan demikian, signifikansi penelitian ini terpancar melalui potensinya dalam merespons secara efektif kebutuhan pendidikan yang dinamis dan multifaset.

Materi "Mengubah Bentuk Energi" fase B untuk kelas IV SD merupakan bagian integral dari kurikulum yang bertujuan untuk memperkenalkan dan memahami konsep dasar tentang energi, termasuk berbagai bentuknya dan bagaimana energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Materi ini didesain untuk memicu rasa ingin tahu siswa dan mendorong mereka untuk mengamati serta mengeksplorasi fenomena alam sehari-hari yang berkaitan dengan perubahan energi. Dalam konteks pembelajaran ini, siswa diajak untuk memahami berbagai bentuk energi seperti energi kinetik, energi potensial, energi listrik, energi kimia, dan lain-lain. Mereka juga akan belajar tentang hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah bentuk.

Aktivitas pembelajaran dirancang untuk interaktif dan praktis, menggunakan pendekatan STEM yang memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen sederhana, memanfaatkan teknologi, dan menerapkan konsep matematika dalam konteks nyata. Misalnya, melalui kegiatan membuat sirkuit sederhana untuk memahami bagaimana energi listrik dapat berubah menjadi energi cahaya atau panas, atau melalui proyek membuat kincir angin mini untuk memahami konversi dari energi kinetik menjadi energi listrik. Pendekatan pembelajaran ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep tetapi juga keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kemampuan memecahkan masalah siswa. Dengan menerapkan modul ajar yang berorientasi pada STEM, diharapkan siswa dapat lebih memahami aplikasi konsep energi dalam kehidupan sehari-hari serta mengembangkan minat dan kemampuan di bidang sains dan teknologi.

Fokus penelitian ini tertuju pada pengembangan dan penerapan modul ajar yang mengadopsi pendekatan STEM, khususnya untuk materi mengubah bentuk energi di kelas IV SD Negeri Sampangan 01 Kota Semarang. Tujuan utamanya adalah untuk menciptakan modul ajar yang tidak

hanya valid secara akademis, tetapi juga praktis dan efektif dalam konteks pembelajaran nyata. Melalui implementasi modul ini, diharapkan siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam serta keterampilan aplikatif yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Keberhasilan penelitian ini akan diukur melalui peningkatan nyata dalam hasil belajar siswa dan kemampuan mereka untuk belajar secara mandiri. Akhirnya, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kualitas pendidikan dasar di Indonesia, dengan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas pendekatan STEM dalam pengajaran dan pembelajaran.

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan R&D diimplementasikan melalui delapan langkah yang disederhanakan dari model Borg & Gall, yang mencakup identifikasi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba pemakaian, revisi produk, uji coba produk, dan finalisasi produk (Zuryanty et al., 2020). Tujuannya adalah untuk mengembangkan sebuah modul ajar berbasis STEM untuk materi "Mengubah Bentuk Energi" fase B di kelas IV SD. Penelitian dilakukan di Sekolah Dasar Negeri Sampangan 01 Kota Semarang, kelas IV. Lokasi dan waktu ini dipilih berdasarkan relevansi dan kebutuhan untuk menguji produk pembelajaran yang dikembangkan dalam setting pendidikan nyata.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode untuk mendukung pembuatan dan uji kelayakan modul ajar. Observasi awal di SD Negeri Sampangan 01 mengungkapkan kebutuhan untuk pembelajaran yang lebih interaktif. Berdasarkan temuan ini, data dikumpulkan melalui analisis silabus, referensi terkait materi mengubah bentuk energi, dan prinsip-prinsip pembelajaran modul. Instrumen pengumpulan data meliputi kuesioner, yang dirancang untuk mengumpulkan opini dari responden melalui skala Likert, dan instrumen validasi dan praktikalitas produk

untuk mendapatkan penilaian dari para ahli mengenai kelayakan modul.

Analisis data dilakukan dengan menggabungkan feedback dari uji coba awal dan penilaian ahli terhadap modul ajar yang dikembangkan. Proses ini memungkinkan identifikasi kekuatan dan kelemahan produk, yang kemudian direvisi untuk mencapai versi akhir yang valid dan praktis. Keseluruhan proses penelitian, dari pengumpulan data hingga analisis, dirancang untuk memastikan bahwa modul ajar yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan mewujudkan kemandirian belajar mereka dengan memanfaatkan pendekatan STEM.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **1. Analisis Modul Ajar IPAS Pada Materi Mengubah Bentuk Energi di SDN Sampangan 01 Kota Semarang**

Pembahasan tentang pelaksanaan pembelajaran IPAS pada materi mengubah bentuk energi yang dilakukan oleh guru terhadap pembelajaran IPAS di kelas IV. Hasil penelitian ini baik dari hasil wawancara dan observasi akan digunakan untuk mendapatkan model faktual pembelajaran IPAS pada materi mengubah bentuk energi yang dilakukan oleh guru. Model faktual modul ajar IPAS pada materi mengubah bentuk energi terdiri dari tiga tahapan, yaitu 1) kegiatan pendahuluan, 2) kegiatan inti dan 3) kegiatan penutup.

#### **a. Kegiatan Pendahuluan**

Kegiatan pendahuluan merupakan kegiatan awal yang harus dilakukan oleh guru sebagai langkah mempersiapkan peserta didik untuk menerima pembelajaran. Fungsi kegiatan pendahuluan terutama adalah untuk menciptakan suasana awal yang efektif yang memungkinkan peserta didik dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Kegiatan pendahuluan sebagai bagian dari suatu sistem pembelajaran secara keseluruhan memegang peranan penting. Pada bagian ini, guru

diharapkan dapat menarik minat peserta didik atas materi pelajaran yang akan disampaikan. Kegiatan pendahuluan yang menarik akan dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Kegiatan pendahuluan merupakan kegiatan yang sengaja dilakukan oleh guru untuk mempersiapkan peserta didik agar siap menerima pembelajaran yang akan disampaikan.

Pada kegiatan pendahuluan sudah dilakukan oleh guru dengan menyesuaikan dengan modul ajar namun masih ditemukan dalam modul ajar dibagian tujuan pembelajaran belum memuat tentang sikap, pengetahuan dan keterampilan peserta didik serta dalam memberikan pertanyaan pemantik terlalu menuju ke dalam materi

#### **b. Kegiatan Inti**

Kegiatan inti adalah kegiatan yang paling utama dan menjadi bagian pokok dari suatu kegiatan pembelajaran. Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai tujuan yang dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk secara aktif mencari informasi, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas dan kemandirian sesuai bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Pelaksanaan kegiatan inti dimaksudkan untuk mencapai capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan metode, media, strategi yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran.

Kegiatan inti merupakan serangkaian langkah-langkah kegiatan yang dilakukan di dalam pembelajaran. Hendaknya langkah-langkah ini disesuaikan dengan metode dan pendekatan pembelajaran yang dipilih dan telah dirumuskan dalam silabus ataupun modul ajar. Kegiatan ini menggunakan metode, media, serta strategi yang disesuaikan dengan

karakteristik peserta didik yang dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk secara aktif mencari informasi, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas dan kemandirian sesuai bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Kegiatan inti menggunakan model pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran. kegiatan inti dilaksanakan melalui proses pembelajaran yang terdiri atas lima pengalaman belajar pokok yakni: mengamati, menanya, menalar, mencoba, dan mengkomunikasikan.

Pada kegiatan inti merupakan langkah-langkah proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Kegiatan ini menggunakan metode, media, serta strategi yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Namun masih ditemukan guru belum melakukan diferensiasi dalam kegiatan pembelajaran kemudian media dan metode yang digunakan belum sesuai dengan materi

c. Kegiatan Penutup

Kegiatan penutup merupakan kegiatan akhir yang dilakukan guru untuk mengakhiri pembelajaran. Dalam kegiatan penutup ini guru harus berupaya untuk mengetahui pembentukan kompetensi dan pencapaian tujuan pembelajaran, serta pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari, sekaligus mengakhiri kegiatan pembelajaran. Kegiatan penutup pelajaran adalah kegiatan yang dilakukan guru untuk mengakhiri kegiatan inti pembelajaran.

Dalam kegiatan penutup guru bersama-sama dengan peserta didik baik secara individual maupun kelompok melakukan refleksi untuk mengevaluasi seluruh rangkaian aktivitas pembelajaran dan hasil-hasil yang

diperoleh untuk selanjutnya secara bersama menemukan manfaat langsung maupun tidak langsung dari hasil pembelajaran yang telah berlangsung, memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran, melakukan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pemberian tugas, baik individual maupun kelompok dan menginformasikan rencana kegiatan pembelajaran untuk pertemuan berikutnya.

Komponen kegiatan menutup pembelajaran yakni meninjau kembali materi yang telah dipelajari pembelajar, mengevaluasi, membuat simpulan atau ringkasan materi dan memberikan tugas. Aspek kegiatan penutup yakni bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/kesimpulan pelajaran, melakukan penilaian/refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram, memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran, merencanakan kegiatan tindak lanjut, dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

Pada kegiatan penutup merupakan kegiatan untuk mengetahui pencapaian kompetensi serta pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari sekaligus mengakhiri aktivitas pembelajaran. Dalam kegiatan ini asesment sumatif yang dilakukan guru belum maksimal kemudian remidi dan pengayaan yang dilakukan belum jelas.

Analisis modul ajar IPAS pada materi mengubah bentuk energi di SDN Sampangan 01 Kota Semarang mengungkap pentingnya integrasi metode pembelajaran yang menarik dan interaktif. Hasil wawancara dan observasi menunjukkan kebutuhan akan model pembelajaran faktual yang melibatkan siswa secara aktif. Model ini dibagi menjadi tiga tahapan: kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup. Kegiatan pendahuluan bertujuan membangkitkan minat dan motivasi

belajar siswa. Namun, terdapat kekurangan dalam menyampaikan tujuan pembelajaran yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan siswa, serta pertanyaan pemantik yang terlalu spesifik ke materi.

## 2. Pengembangan Modul Ajar IPAS Berbasis STEM Pada Materi Mengubah Bentuk Energi Untuk Mewujudkan Kemandirian Siswa di SDN Sampangan 01 Kota Semarang

Pengembangan modul ajar berdasarkan prosedur pengembangan dari Borg & Gall dengan tahapan; 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain modul ajar, 4) validasi desain, 5) uji coba pemakaian, 6) revisi modul ajar, 7) uji coba modul ajar, dan 8) modul ajar akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa modul ajar untuk menunjang kegiatan pembelajaran pada mata pelajaran IPAS di SDN Sampangan 01 Kota Semarang. Sedangkan dalam penelitian ini media pembelajaran berupa modul ajar untuk menunjang kegiatan pembelajaran pada mengubah bentuk energi berbasis STEM.

Pada tahap pengembangan modul ajar yang diawali dengan menganalisis pelaksanaan pembelajaran dan kebutuhan guru serta siswa bertujuan untuk mengetahui kebutuhan guru IPAS dan siswa kelas IV akan modul ajar pembelajaran IPAS yang alternatif. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru, didapati bahwa bahan ajar yang digunakan oleh guru dalam mengajar materi IPAS kurang menarik sehingga membuat siswa tidak bersemangat untuk mengikuti pembelajaran IPAS. Dengan adanya modul ajar, diharapkan guru memiliki acuan untuk memberikan latihan soal dan tugas mandiri untuk pengembangan modul ajar pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi di SDN Sampangan 01 Kota Semarang.

Kurikulum yang digunakan dalam penyusunan modul ajar adalah

kurikulum merdeka Materi yang dicantumkan dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai di dalam modul ajar disesuaikan dengan silabus yang digunakan oleh guru. Pada tahap design, peneliti merancang kerangka dari modul ajar, meliputi penyusunan garis besar materi yang akan dicantumkan, pemilihan format tulisan, model peletakan gambar, serta perancangan halaman sampul depan belakang dan tampilan isi modul ajar. Modul ajar terdiri dari 1 materi, yaitu materi mengubah bentuk energi, menyesuaikan jumlah capaian pembelajaran pada silabus.

Pada tahap pengembangan, draft modul ajar yang telah selesai disusun dilakukan validasi oleh para ahli, meliputi ahli materi dan media. Hasil validasi dari para ahli yang berupa revisi dan masukan digunakan sebagai acuan perbaikan modul ajar. Selain validasi oleh para ahli, modul ajar juga diuji coba kepada guru dan peserta didik sebagai pengguna modul ajar dengan tujuan untuk mengetahui respon guru dan peserta didik terhadap modul ajar yang telah disusun dengan cara memberikan kuesioner penilaian modul ajar. Tahap paling akhir yang dilakukan peneliti adalah penyebarluasan. Pada tahap ini, modul ajar yang telah direvisi disebarluaskan kepada guru dan siswa Kelas IV di SDN Sampangan 01 Kota Semarang.

Modul ajar yang telah dicetak hanya disebarluaskan kepada guru mata pelajaran IPAS sebagai contoh produk. Sedangkan sebagai sarana penyebarluasan modul ajar oleh guru, peneliti memberikan softcopy modul ajar agar dapat diperbanyak secara mandiri baik oleh guru maupun siswa. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru dan siswa untuk mengetahui permasalahan yang ada dilapangan, maka selanjutnya didapatkan produk awal yang penyusunannya dikembangkan dalam sebuah garis besar

isi modul ajar (GBIM) materi mengubah bentuk energi untuk kelas IV DI SDN Sampangan 01 Kota Semarang. Modul ajar yang dikembangkan ini memiliki tujuan menjelaskan materi tentang mengubah bentuk energi dengan mengaitkan pemecahan masalah secara mandiri didalamnya.

Pembahasan hasil validasi modul ajar pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi yang dikembangkan dinyatakan sangat layak. Hal ini dapat diartikan bahwa modul ajar pada pembelajaran IPAS berbasis STEM pada materi mengubah bentuk energi kelas IV sangat layak untuk digunakan. Penelitian ini perlu dikembangkan untuk penelitian selanjutnya dengan tujuan

untuk mengetahui efektivitas modul ajar tersebut. Pada tahap validasi modul ajar terdapat beberapa saran perbaikan yang diberikan oleh validator terkait dengan kelayakan materi, tampilan desain sampul, pewarnaan, sumber, tanda baca dan penulisan. Namun, telah dilakukan perbaikan/revisi oleh peneliti sehingga modul ajar yang dikembangkan dapat dikatakan layak untuk di uji cobakan ke sekolah.

Modul Pembelajaran IPAS berbasis STEM tahap uji coba dilakukan untuk melihat respon guru dan siswa terhadap modul didalam proses pembelajaran. Adapun data yang diperoleh dari hasil uji respon guru dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penilaian Respon Guru Terhadap Modul

Nomor Butir Soal	Skor	Kriteria	Jumlah	Total
1 - 28 Soal	5	Sangat Praktis	24	120
	4	Praktis	4	16
			<b>Total Keseluruhan</b>	136
			<b>Persentase</b>	97%
			<b>Kriteria</b>	Sangat Praktis

Berdasarkan perhitungan angket respon guru terhadap modul pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi jumlah total skor keseluruhan yang diperoleh adalah 136 dengan skor maksimum sebesar 150 dan persentase sebesar 97%. Dengan demikian penilaian guru terhadap kepraktisan modul pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi yang

dikembangkan menunjukkan respon yang Efektif. Setelah mengetahui respon guru terhadap kepraktisan modul berbasis STEM yang dikembangkan, selanjutnya memberikan angket respon siswa kepada 27 siswa SDN Sampangan 01 Semarang. Adapun data yang diperoleh dari hasil uji respon siswa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Respon Siswa Terhadap Modul

Nilai	Jumlah Koding	Persentase
95 - 100	2	7,41
101 - 105	4	14,81
106 - 110	6	22,22
111 - 115	9	33,33
116 - 120	6	22,22
<b>Jumlah skor</b>		<b>2953</b>
<b>Persentase</b>		<b>81,01%</b>
<b>Kriteria</b>		<b>Sangat Praktis</b>



Berdasarkan perhitungan angket respon siswa terhadap modul pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi jumlah total skor keseluruhan yang diperoleh dari 27 orang siswa adalah 2.953 dengan rata-rata 109 dengan persentase keseluruhan sebesar 81.01%. Dengan demikian penilaian siswa terhadap

kepraktisan modul pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi yang dikembangkan menunjukkan respon yang sangat praktis. Hasil uji kepraktisan modul pembelajaran IPAS berbasis STEM materi mengubah bentuk energi dapat disajikan pada diagram berikut ini:



Gambar 1. Hasil Uji Kepraktisan

Hasil uji kepraktisan modul ajar berdasarkan hasil uji kepraktisan kepada siswa diperoleh nilai 81% dengan kategori sangat praktis. Sedangkan untuk uji kepraktisan kepada guru diperoleh skor 97% dengan kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan secara keseluruhan modul ajar yang telah dikembangkan sudah baik untuk digunakan. Modul ajar pembelajaran IPAS berbasis STEM ini juga dapat memotivasi siswa dalam mempelajari materi IPAS.

Pengembangan modul ajar IPAS berbasis STEM bertujuan mewujudkan kemandirian siswa dalam belajar materi mengubah bentuk energi. Proses pengembangan dimulai dari analisis kebutuhan yang menunjukkan kekurangan bahan ajar menarik. Dengan kurikulum merdeka sebagai dasar, modul dirancang untuk menarik dan mendukung kreativitas serta kemandirian siswa. Validasi oleh ahli

dan uji coba kepada siswa dan guru menghasilkan modul yang praktis dan efektif. Media Augmented Reality (AR) diintegrasikan untuk membuat pembelajaran lebih interaktif dan memungkinkan siswa menjelajahi konsep energi secara mandiri dengan cara yang inovatif dan menarik.

### 3. Model Akhir Modul Ajar IPAS Berbasis STEM Pada Materi Mengubah Bentuk Energi Untuk Mewujudkan Kemandirian Siswa di SDN Sampangan 01 Kota Semarang

Model akhir adalah model konseptual yang telah diperbaiki berdasarkan masukan dan saran dari validator dan responden uji coba modul ajar. Hasil validasi dan uji coba terbatas dilakukan terhadap satu guru di SDN Sampangan 01 Kota Semarang. Hasil validasi dan uji coba di evaluasi terkait dengan keterlaksanaan modul ajar IPAS Berbasis STEM pada materi mengubah

bentuk energi untuk mewujudkan kemandirian siswa. setelah diperbaiki menurut masukan serta saran dari validator dan responden maka menghasilkan model kahir modul ajar IPAS Berbasis STEM pada materi mengubah bentuk energi untuk mewujudkan kemandirian siswa.

Modul ajar IPAS berbasis STEM pada materi mengubah bentuk energi untuk mewujudkan kemandirian terdiri dari tiga tahapan, yaitu 1) kegiatan pendahuluan, 2) kegiatan inti dan 3) kegiatan penutup.

#### a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan merupakan kegiatan awal yang harus dilakukan oleh guru sebagai langkah mempersiapkan peserta didik untuk menerima pembelajaran. Fungsi kegiatan pendahuluan terutama adalah untuk menciptakan suasana awal yang efektif yang memungkinkan peserta didik dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Pada bagian kegiatan pendahuluan guru melakukan kegiatan sebagai berikut:

- 1) Guru memberi salam dan menanyakan kabar peserta didik. Kemudian memulai dengan berdoa bersama dipimpin oleh salah peserta didik.
- 2) Guru menyapa peserta didik dan melakukan pemeriksaan kehadiran.
- 3) Guru mengajak peserta didik menyanyikan lagu “Dari sabang sampai merauke”
- 4) Guru mengawali dengan kegiatan *ice breaking* “Tepuk Konsentrasi” memberikan pertanyaan kepada peserta didik pertanyaan seperti:
  - a) Bagaimana yang dirasakan setelah melakukan kerja bakti dipagi hari?

- b) Apa yang menarik dari kerja bersama? Apa juga manfaatnya?
  - c) Apakah kegiatan tadi membuat kalian lelah dan mengapa kalian berkeringat saat beraktivitas?
  - d) Apa yang kamu butuhkan untuk beraktivitas seperti tadi?
  - e) Apakah kalian sudah sarapan sebelum berangkat ke sekolah?
- 5) Guru mengarahkan diskusi sampai peserta didik menyebutkan kata energi.
  - 6) Guru bisa menggali lebih jauh mengenai pemahaman mereka mengenai energi.
  - 7) Guru mengajak peserta didik untuk mengidentifikasi gaya apa yang dipakai saat permainan tadi. Lanjutkan diskusi sampai peserta didik bisa mengaitkan bahwa energi dibutuhkan untuk melakukan gaya.
  - 8) Guru menanyakan kepada peserta didik: energi apa yang dipakai saat kegiatan bersih-bersih dan merapikan meja kursi? Apa yang bisa dilakukan dengan energi yang ada di tubuh mereka? Ke mana energi di tubuh saat mereka lelah? dan Ketika energi habis, apakah artinya energi itu hilang/musnah?
  - 9) Guru melanjutkan diskusi sampai peserta didik bisa mengaitkan bahwa energi kimia pada tubuh mereka dipakai untuk bergerak. Sampaikan bahwa ketika energi habis, energi tidak hilang/musnah, tapi energinya sudah berubah menjadi bentuk yang lain.

- 10) Mulai kenalkan kepada peserta didik konsep kekekalan energi. Energi tidak bisa dimusnahkan, tidak bisa juga diciptakan. Namun, energi bisa berubah bentuknya atau disebut bertransformasi. Guru bisa menggunakan permainan yang dilakukan di awal untuk mengambil contoh sederhana perubahan energi.
- b. Kegiatan Inti
- Kegiatan inti adalah kegiatan yang paling utama dan menjadi bagian pokok dari suatu kegiatan pembelajaran. Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai tujuan yang dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk secara aktif mencari informasi, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas dan kemandirian sesuai bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Pelaksanaan kegiatan inti dimaksudkan untuk mencapai capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan metode, media, strategi yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran. Kegiatan inti yang dilakukan oleh guru dalam modul ajar ini adalah sebagai berikut:
- 1) Guru melakukan kegiatan literasi dengan narasi pembuka Topik A.
  - 2) Guru mengajak peserta didik untuk mencontoh apa yang dilakukan.
  - 3) Guru menanyakan kepada mereka apa yang dirasakan saat menggosokkan tangannya.
  - 4) Guru melakukan diskusi mengenai perubahan bentuk energi yang terjadi.
  - 5) Guru melanjutkan diskusi mengenai contoh transformasi energi menggunakan alat sederhana, seperti menggunakan lampu di kelas, jam dinding, LCD, Laptop dan sebagainya.
  - 6) Peserta didik diberi kesempatan untuk maju kedepan menuliskan setiap transformasi energinya pada papan tulis. Peserta didik dapat menghitung banyak alat dan benda disekitar yang menggunakan perubahan energi. Setelah peserta didik mulai memahami dari contoh-contoh yang diberikan, jelaskan bahwa transformasi energi bisa dituliskan dengan menggunakan simbol Guru bisa mengganti kata “menjadi” dengan tanda.
  - 7) Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan kegiatan eksplorasi sesuai panduan pada buku siswa. Berikan waktu 15 menit untuk mereka mencari di sekitar sekolah.
  - 8) Guru mengarahkan peserta didik kembali ke kelas dan bentuk kelompok yang berisi 3 orang. Peserta didik dibimbing untuk melakukan pengamatan secara bertahap dari benda-benda disekitar dan benda yang sudah disediakan oleh guru, seperti senter dan panel sederhana.
  - 9) Melakukan pembahasan hasil eksplorasi pada kelompok besar untuk penguatan mengenai transformasi energi dan membuat peserta didik terbiasa membaca simbol penulisannya. Instruksikan

alur kegiatan diskusi sesuai panduan di buku siswa.

- 10) Sampaikan kepada peserta didik bahwa mereka akan melakukan percobaan yang berkaitan dengan transformasi energi, peserta didik mendiskusikan bagaimana transformasi energi bisa terjadi? Berikan pengarahannya kepada peserta didik terkait kegiatan eksperimen yang akan mereka lakukan sesuai panduan di buku siswa.
  - 11) Setiap kelompok siswa melakukan percobaan untuk memecahkan masalah terkait transformasi energi. Bersama dengan teman sekelompoknya, peserta didik mengelola hasil diskusi dari percobaan yang telah dilakukan peserta didik mencatat hasil percobaan pada lembar LKPD 1 yang disediakan oleh guru.
  - 12) Guru memberikan tanggapan dan penguatan terhadap hasil diskusi kelompok peserta didik.
  - 13) Guru melakukan pengamatan kepada peserta didik untuk menilai sikap dan keterampilan peserta didik.
  - 14) Guru memberikan penguatan materi berdasarkan hasil presentasi kelompok dan individu.
- c. Kegiatan Penutup

Kegiatan penutup merupakan kegiatan akhir yang dilakukan guru untuk mengakhiri pembelajaran. Dalam kegiatan penutup ini guru harus berupaya untuk mengetahui pembentukan kompetensi dan pencapaian tujuan pembelajaran, serta pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari, sekaligus

mengakhiri kegiatan pembelajaran. Kegiatan penutup pelajaran adalah kegiatan yang dilakukan guru untuk mengakhiri kegiatan inti pembelajaran. Dalam kegiatan penutup guru melakukan sebagai berikut:

- 1) Guru melakukan refleksi dengan menanyakan pertanyaan-pertanyaan yang dapat menggali keterserapan materi.
- 2) Peserta didik bersama guru melakukan evaluasi kegiatan pembelajaran yang sudah berlangsung.
- 3) Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan butir-butir penting pembelajaran.
- 4) Guru memberi pertanyaan pemantik sehingga peserta didik dapat menyimpulkan hasil pembelajaran dan guru memberikan pesan moral terkait materi.
- 5) Peserta didik dan guru berdoa bersama dipimpin salah satu peserta didik.
- 6) Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran berikutnya. Guru memberi salam penutup.

Model akhir modul ajar IPAS berbasis STEM dirancang untuk mengoptimalkan kemandirian siswa melalui kegiatan pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Kegiatan pendahuluan mengundang siswa untuk berpartisipasi aktif sejak awal pembelajaran. Dalam kegiatan inti, siswa diajak melakukan eksplorasi dan eksperimen menggunakan media AR, memungkinkan mereka mengalami transformasi energi secara langsung. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep energi tapi juga mengasah keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Kegiatan penutup

memfasilitasi refleksi dan evaluasi pembelajaran, memastikan siswa dapat menginternalisasi pengetahuan yang diperoleh dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

#### **4. Mengajar Menggunakan Media Augmented Reality (AR)**

Mengajar menggunakan media AR merupakan pendekatan inovatif dalam pendidikan yang mengintegrasikan informasi digital ke dalam persepsi dunia nyata, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif (Dunleavy & Dede, 2014). Teknologi AR memungkinkan elemen-elemen virtual, seperti teks, gambar, atau video, untuk ditampilkan bersamaan dengan lingkungan fisik, memberikan dimensi baru dalam proses pembelajaran (Iatsyshyn et al., 2020).

Pemanfaatan AR dalam konteks pendidikan menawarkan beberapa keuntungan signifikan. Pertama, AR dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa dengan menyajikan konten yang lebih menarik dan relevan. Kedua, AR mendukung pembelajaran kinestetik, di mana siswa dapat belajar melalui aksi dan interaksi dengan objek virtual yang menggambarkan konsep-konsep abstrak, memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam. Ketiga, AR memungkinkan pembelajaran kontekstual, di mana informasi diberikan dalam konteks penggunaan nyata, meningkatkan keterkaitan materi dengan kehidupan sehari-hari siswa.

Penerapan AR dalam pembelajaran materi mengubah bentuk energi untuk siswa sekolah dasar menawarkan pendekatan pedagogis yang berpusat pada siswa, yang menggabungkan teori dan praktik dalam pengalaman belajar yang interaktif dan menarik. AR dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang sulit

dipahami melalui metode tradisional, seperti perubahan bentuk energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Siswa dapat memanfaatkan AR untuk menjelajahi berbagai bentuk energi (seperti energi kinetik, potensial, listrik, dan panas) dan memahami bagaimana energi tersebut dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Misalnya, menggunakan aplikasi AR, siswa dapat melihat bagaimana energi potensial dari sebuah benda yang diletakkan di ketinggian dapat berubah menjadi energi kinetik saat benda tersebut jatuh. Penggunaan AR dalam pendidikan menghadirkan cara inovatif untuk memperdalam pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah, sambil memperkaya pengalaman belajar mereka dengan cara yang sangat visual dan interaktif. Ini menandai langkah maju dalam cara kita mengajar dan belajar, memanfaatkan teknologi untuk membuka dimensi baru dalam edukasi.

#### **5. Mewujudkan Kemandirian Siswa dalam Belajar**

Untuk mewujudkan kemandirian siswa dalam belajar, khususnya dalam konteks modul ajar IPAS pada materi mengubah bentuk energi di SDN Sampangan 01 Kota Semarang, pendekatan pedagogis dan strategi pembelajaran yang diadaptasi harus mempromosikan inisiatif dan tanggung jawab individu terhadap proses belajar mereka. Integrasi teknologi dan media pembelajaran, seperti penggunaan modul ajar berbasis STEM dan media AR, dapat memfasilitasi siswa untuk menjelajahi konsep energi secara mandiri dan interaktif..

Melalui praktik-praktik ini, modul ajar IPAS bertujuan untuk tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang mengubah bentuk energi tetapi juga memperkuat kemampuan mereka untuk belajar secara mandiri, siswa mampu secara mandiri untuk

mengerjakan tugasnya, siswa tidak tergantung dengan orang lain. menyiapkan mereka untuk menjadi pembelajar seumur hidup yang adaptif dan inovatif. Dengan demikian, modul ajar IPAS dirancang tidak hanya untuk

meningkatkan pengetahuan siswa tetapi juga untuk mengembangkan kebiasaan belajar mandiri, mempersiapkan mereka menjadi pembelajar yang adaptif dan inovatif sepanjang hayat.

## KESIMPULAN

1. Karakteristik pengembangan modul ajar pembelajaran IPAS berbasis Science Technology Engineering Mathematic (STEM) materi untuk mewujudkan kemandirian siswa dikembangkan dengan menggunakan metode pengembangan Borg & Gall dengan tahapan; 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain modul ajar, 4) validasi desain, 5) uji coba pemakaian, 6) revisi modul ajar, 7) uji coba modul ajar, dan 8) modul ajar akhir).
2. Dari hasil validasi ahli materi di dapat sebesar 75% dan 93 % dengan kriteria “Layak” dan “Sangat Layak”. Kemudian validasi ahli media di dapat sebesar 83% dan 95% dengan kriteria “Sangat Layak” Sedangkan ahli bahasa di dapat sebesar 85% dan 93% dengan kriteria “Sangat Layak”.
3. Dari hasil uji kepratisan yang dilakukan terhadap guru dan siswa di SDN Sampangan 01 Kota Semarang di dapat persentase sebesar 97% dengan kriteria “Sangat Praktis” dan pada uji skala kecil yang melibatkan 27 orang siswa di dapat hasil respon siswa sebesar 81,01% dengan kriteria “Sangat praktis”.

## UCAPAN TERIMA KASIH

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

## DAFTAR PUSTAKA

- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 735–745.
- Fitriani, D., Karniawati, I., & Suwarna, I. R. (2017). Pengaruh Pembelajaran dengan Pendekatan STEM pada Konsep Tekanan Hidrostatik terhadap Causal Reasoning Siswa SMP. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*.
- Hamal. (2023). *Model Pembelajaran Konvensional*. Perpusteknik.
- Hamidah, M., & Darmayanti, M. (2022). PENGEMBANGAN MODUL IPAS UNTUK MENINGKATKAN KESIAPSIAGAAN BENCANA BERBASIS MODEL LEARNING CYCLE PADA KELAS V SEKOLAH DASAR. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(4), 1230–1246.
- Iatsyshyn, A. V, Kovach, V. O., Romanenko, Y. O., Deinega, I. I., Iatsyshyn, A. V, Popov, O. O., Kutsan, Y. G., Artemchuk, V. O., Burov, O. Y., & Lytvynova, S. H. (2020). *Application of augmented reality technologies for preparation of specialists of new technological era*.
- Iqbal, M., Latifah, S., & Irwandani, I. (2019). Pengembangan video blog (vlog) channel youtube dengan pendekatan stem sebagai media alternatif pembelajaran daring. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 7(2), 135.
- Nurlaelah, N., & Sakkir, G. (2020). Model pembelajaran respons verbal dalam kemampuan berbicara. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 4(1), 113–122.
- Painprasert, N., & Jeerungsuwan, N. (2015). Factors supporting the STEM

- education learning management of leader teachers in the STEM education network of Thailand. *The Twelfth International Conference on ELearning for Knowledge-Based Society* ().
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto, 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.
- Pangestu, S. T. (2021). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Kimia Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Larutan Penyangga. *PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA*.
- Riyani, W. (2020). Pengembangan Modul Berbasis STEM Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Siswa SMA. *UNNES Press*.
- Saptono. (2017). Pengelolaan Pengajaran Biologi. *UNNES Press*.
- Sari, M. A. (2022). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL BERBASIS PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, & MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI IPA MI/SD. *UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG*, 12.
- Syafnidawati. (2020). *Model Pembelajaran Konvensional*. Universitas Raharja.
- Syahirah, M., Anwar, L., & Holiwarni, B. (2020). Pengembangan modul berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) pada pokok bahasan elektrokimia. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(4), 317–324.
- Winarto, W., Retnoningsih, D. A., & Kristyaningrum, D. H. (2021). Modul Sains Komik (MOSAKO) berbasis Science Technology Engenering and Mathematic (STEM) untuk Siswa Sekolah Dasar. *Khazanah Pendidikan*, 15(1), 51–64.
- Yuni, Revita, & Afradi, R. (2020). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KONDISIONAL PENDAHULUAN Sejak Berkembangnya Wabah Virus Corona Di Berbagai Negara Termasuk Indonesia , Melahirkan Sebuah Kondisi Yang Di Luar Prediksi Yang Membawa Perubahan Secara Instan Di Segala Sektor Kehidupan Tak Terk. *Jurnal Handayani*, 144–152.
- Yunianto, T., Suherman, S., & Hasan, S. N. (2019). Flip Builder : Pengembangannya Pada Media Pembelajaran Matematika. *Pengembangannya Pada Media Pembelajaran Matematika*, *TERAMPIL: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Dasar*, ), 115–27 <<https://doi.org/10.24042/terampil.v6i2.5056>>, 115–127.
- Zulaiha, Fanni, & Kusuma, D. (2020). Pengembangan Modul Berbasis STEM Untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 246–255.
- Zuryanty, H., Kenedi, A. K., & Yulls, H. (2020). *Pembelajaran STEM di Sekolah Dasar*. CV Budi Utama.