



Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar

Pratiwi Kartika Sari*, Sutihat

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Muhammadiyah Jakarta,
Jakarta, Indonesia

*Email : tiwikartika01@gmail.com

DOI: 10.24815/jpsi.v6i3.24789

Article History:

Received: February 11, 2022

Accepted: May 13, 2022

Revised: May 5, 2022

Published: June 11, 2022

Abstract. The development of the world of education and technology has given birth to many challenges and real world problems to be faced. Students are required to utilize all their potential in a learning activity such as being able to build, synthesize, describe, evaluate, and create something from the knowledge they have into new knowledge in order to solve real-world problems. STEAM-based learning encourages students to explore their abilities. The development of a teaching material product in the form of a STEAM-based electronic module with the aim of improving higher-order thinking skills in high-grade thematic learning. This research is a development research. The model used in this research is the Dick and Carey development model. The validation results obtained from media experts are 82%, language is 89% and material is 84%, it can be said that the product developed is very feasible and can be tested. The next stage is a one to one trial, small group and field trials. The one to one trial got a score of 85% and the small group got a score of 90%. After that, entering the field trial, the results obtained were analyzed using the paired sample t-test. Before analyzing the data using the paired sample t-test, prerequisite tests were carried out, namely normality test and homogeneity test. The normality test obtained a result of 0,051, significance value 0.000. It can be stated that the STEAM-based electronic module can improve the higher-order thinking skills of high-class students.

Keywords: Electronic Module, STEAM, Higher Order Thinking Skills

Pendahuluan

Pendidikan telah memasuki abad 21 yang dimana pembelajaran mengintegrasikan pengetahuan, sikap, keterampilan serta penguasaan terhadap teknologi. Pembelajaran abad 21 menetapkan tujuan pendidikan yang beragam dengan tujuan mengasah kebutuhan peserta didik dan mencerminkan pendidikan yang lebih baik dan lebih relevan adalah sesuatu yang telah berkembang sepanjang sejarah (Kaufman, 2013). Adapun cakupan kompetensi yang dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21 seperti keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, keterampilan komunikatif, keterampilan literasi informasi dan media, keterampilan belajar kontekstual, dan keterampilan kolaborasi yang sangat penting (Larson & Miller, 2011; Kaufman, 2013). Pendekatan pembelajaran abad-21 difokuskan pada; pertama, cara peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan

dan mengambil keputusan. Di samping itu, pengetahuan tentang proses kognitif seperti berpikir kreatif, inovatif, berpikir kritis, dan berpikir metakognisi saat ini harus dikuasai oleh peserta didik. Kedua, cara kerja yang dikembangkan peserta didik adalah memiliki kemampuan berkomunikasi dan bekerja secara kolaborasi atau berkelompok, menyusun argumentasi secara logis, memberi alasan-alasan dalam berargumentasi berdasarkan kepada data/fakta yang ada, dan memecahkan persoalan permasalahan yang dihadapi secara berkelompok (Binkly, dkk., 2012; Sutrisno, 2012).

Hal ini menjadi salah satu alasan diberlakukannya kurikulum 2013, yaitu adanya perubahan proses pembelajaran di kelas yang pada awalnya pembelajaran dilaksanakan terpisah menjadi pembelajaran integratif. Pembelajaran tematik dikemas dengan menghubungkan konsep dari beberapa mata pelajaran dan dibuat tema sebagai pemersatu. Dengan begitu melatih peserta didik untuk mengumpulkan informasi dan mengaitkannya. Dalam proses pembelajaran guru diharapkan mampu mengarahkan peserta didik untuk memanfaatkan seluruh sumber daya yang dimiliki pada suatu aktivitas pembelajaran. Metode pembelajaran yang berpusat pada siswa sangat ideal karena memungkinkan siswa untuk mengatur materi pelajaran mereka sendiri (Shin, 2018). Tetapi fakta di lapangan masih banyak di sekolah dasar yang hanya mengarah pada kemampuan mengingat dan menghafal saja. Tentunya hal ini sangat bertentangan dengan tujuan kurikulum 2013 yaitu peserta didik dituntut untuk memiliki ide-ide yang kreatif, produktif, inovatif dan afektif serta ikut terlibat dalam kehidupan bermasyarakat (Kemendikbud, 2014).

Salah satu kemampuan yang harus dimiliki peserta didik pada abad 21 adalah higher order thinking skills (HOTS). Kemampuan ini sangat penting untuk peserta didik di berbagai jenjang. Hal ini dikarenakan peserta didik yang memiliki HOTS yang tinggi akan bisa menganalisis, mengkritik, dan membuat suatu produk untuk memecahkan permasalahan di lingkungannya (Garcia, 2015; Ichan, dkk., 2019). Peserta didik dituntut untuk memperlihatkan kompetensinya dalam pengetahuan yang lebih orisinal dengan memfokuskan pada tugas-tugas yang kompleks dan nyata hal ini memiliki kebenaran yang kuat terhadap pendekatan ilmiah seperti mampu membangun, mengkaji, mensintesis, menyusun, menguraikan, menjelaskan, mengevaluasi, dan menciptakan sesuatu dari pengetahuan yang dimilikinya menjadi pengetahuan baru. Akan tetapi dalam proses pembelajaran di lapangan aktivitas menyelesaikan masalah yang kompleks dengan baik dan akurat sejalan dengan konsep yang ada masih rendah. Peserta didik masih diberikan proses yang hanya bisa menyelesaikan masalah dengan cepat dan praktis. Hal ini menyebabkan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir tingkat tinggi cenderung rendah.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah sebuah pengembangan dari berbagai rencana teknik pengetahuan taksonomi Bloom dan taksonomi pembelajaran seperti metode pemecahan masalah, pengajaran, dan penilaian ke dalam level pengetahuan yang lebih tinggi (Saputra, 2016). Adapun kemampuan berpikir tingkat tinggi terdapat critical thinking, creative thinking, problem solving dan decision making (Sani, 2019). Kemampuan berpikir tingkat tinggi tidak hanya ditingkatkan pada aspek kognitif saja tetapi mampu dalam meningkatkan aspek keterampilan dan afektif peserta didik (Thomas & Thorne, 2011; Intan, dkk., 2020). kemampuan dalam berpikir tingkat tinggi terjadi ketika peserta didik terlibat dalam aktivitas pembelajaran serta mampu memperluas pengetahuan yang diperolehnya dan menghasilkan suatu gagasan terbaru. Dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik mampu menyeleksi tanggapan secara benar, mengungkapkan pendapat serta dapat menyelesaikan hambatan. Di sisi lain kemampuan berpikir tingkat tinggi menunjukkan bagaimana peserta didik bernalar

seperti membangun pengetahuan dan mengidentifikasi suatu hal yang rumit menjadi jelas (Dinni, 2018). Pendekatan yang diprediksi mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah pendekatan science, technology, engineering, art, and mathematics (STEAM). Perkembangan zaman dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pendidikan STEAM telah menarik perhatian semua negara di seluruh dunia dan menjadi ide dan ukuran pendidikan untuk mengeksplorasi penanaman bakat di abad ke-21 (Zheng, 2017).

STEAM adalah pendekatan pembelajaran yang berkembang tentang bagaimana mata pelajaran akademis tradisional (silo) yaitu IPA, teknologi, teknik, seni dan matematika dapat disusun ke bagian kerangka kerja yang digunakan untuk merencanakan kurikulum integratif (Yakman, 2010). Dengan pendekatan STEAM peserta didik diberikan kesempatan untuk terlibat langsung dalam kegiatan eksperimen dan penemuan dalam sebuah proyek sehingga tidak hanya dihadapkan dengan materi saja. Idealnya STEAM menggunakan unit tematik yang diajarkan oleh beberapa guru berbasis disiplin; setiap guru merencanakan pelajaran seputar tema yang diidentifikasi dan membantu peserta didik membuat hubungan dengan tolok ukur dan standar disiplin melalui proyek (Yakman, 2012). Sebuah proyek harus memberi peserta didik kesempatan untuk membangun keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, pemikiran kritis, dan penggunaan teknologi, yang akan membantu mereka dengan baik di tempat kerja dan kehidupan. Peserta didik menemukan pekerjaan proyek lebih bermakna jika mereka melakukan penyelidikan nyata (Spiteri, 2010). Sebagian besar proyek termasuk membaca, menulis, dan matematika secara alami. Banyak pertanyaan yang berbasis sains atau berasal dari masalah sosial saat ini. Hasil dari pembelajaran berbasis proyek adalah pemahaman yang lebih besar tentang suatu topik, proses belajar yang lebih dalam, membaca tingkat yang lebih tinggi, dan peningkatan motivasi untuk belajar. Peserta didik mendorong pembelajaran mereka sendiri melalui inkuiri, serta bekerja secara kolaboratif untuk meneliti dan membuat proyek yang mencerminkan pengetahuan mereka (Bell, 2010). Pembelajaran berbasis proyek dengan atau tanpa infus teknologi, telah berhasil mengembangkan pengambilan keputusan, pembelajaran kooperatif, pemecahan masalah, berpikir kritis, dan keterampilan belajar mandiri. Ada juga kesepakatan bahwa itu menyediakan konteks otentik untuk bahasa, konten, dan pembelajaran keterampilan penelitian (Beckett & Slater, 2018). Pembelajaran berbasis proyek juga memungkinkan peserta didik untuk berkolaborasi, mengerjakan masalah otentik, dan terlibat dengan komunitas (Rotherham & Willingham, 2009). Pengalaman otentik dengan proyek mempengaruhi persepsi siswa tentang keterampilan STEAM mereka sendiri (Beier, dkk., 2018). Peserta didik yang tidak mudah terlibat dengan pengajaran mata pelajaran tradisional yang terpisah seringkali lebih terlibat dalam STEAM (Segarra, 2018). Konsep STEAM ditempa dengan niat baik untuk meningkatkan kesadaran akan berbagai pengetahuan dan keterampilan berbasis seni dan desain. digunakan oleh siswa untuk merancang, merencanakan, dan menerapkan teknologi baru dengan demikian kreativitas menjadi semakin melekat pada STEM dengan perhatian yang cermat untuk menekankan pendidikan seni, yang telah berkurang (Buonincontro, 2018).

STEAM juga menjadi pendekatan pembelajaran yang berbeda, karena peserta didik dilatih untuk berpikir lebih mendalam tentang permasalahan di dunia nyata. STEAM secara efektif memanfaatkan pemikiran konkret dan abstrak dengan cara yang bermakna dan menarik. STEAM adalah rangkaian proses kreatif dan analitis, yang dirancang untuk menghasilkan cara baru dalam mendekati masalah dan menciptakan solusi dalam konteks dunia nyata. Tetapi Pembelajaran berbasis proyek belum sepenuhnya dilakukan dan masih menggunakan tes standar untuk mengukur aspek kognitif, sehingga peserta didik tidak dapat membangun pemahamannya sendiri dengan melakukan riset terhadap

permasalahan yang relevan. Menerapkan pembelajaran berbasis STEAM peserta didik dapat menggunakan pemikiran teknik untuk merencanakan keseluruhan proyek berdasarkan pemahaman prinsip-prinsip ilmiah, merancang antarmuka dengan ide-ide artistik, menggunakan pengetahuan matematika untuk operasi logis, dan secara bertahap menyelesaikan masalah teknis dengan pengetahuan di atas atau metode secara komprehensif (Chen,dkk.,2018). Selanjutnya STEAM mendorong anak-anak untuk membangun pengetahuan tentang dunia di sekitar mereka dengan mengamati, menyelidiki, dan mengajukan pertanyaan selain itu Manfaat pendidikan STEAM antara lain untuk mendorong pemikiran mandiri – misalnya, guru menjelaskan pelajaran dasar, siswa beroperasi sebagian besar sendiri atau berkolaborasi dalam kelompok kecil untuk proyek mereka (Malele & Ramaboka,2020). Penambahan 'seni' (mengarah ke akronim STEAM), akan memberi anak-anak kesempatan untuk menggambarkan konsep STEM dengan cara yang kreatif dan imajinatif (Wahyuningsih, dkk.,2020).

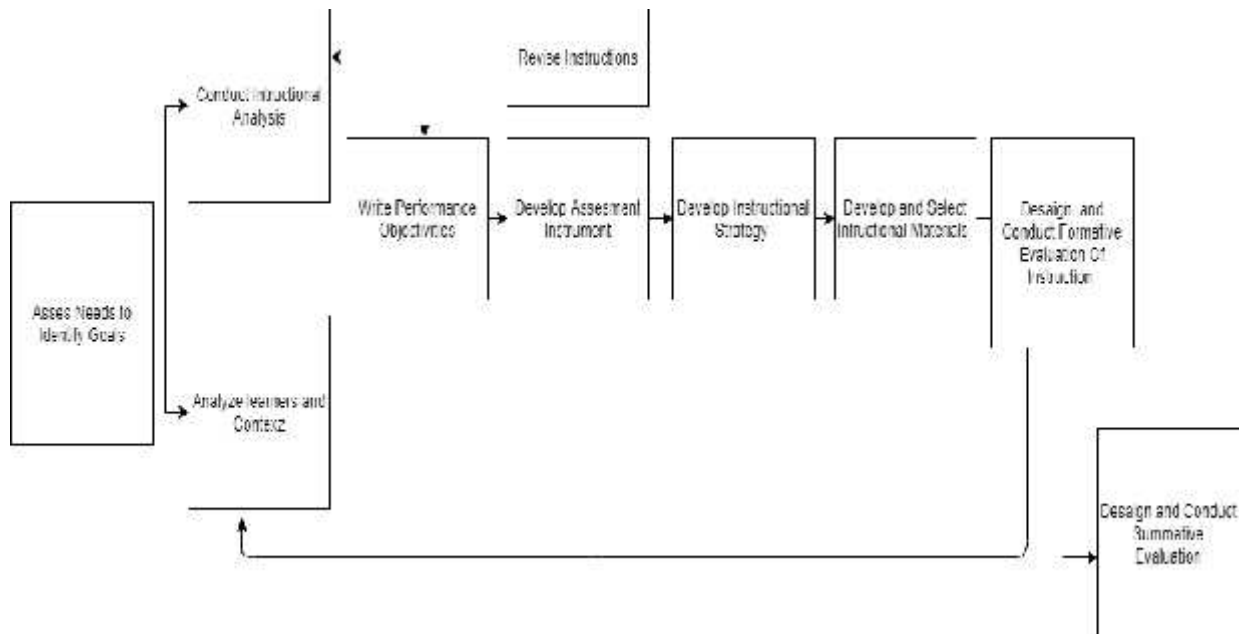
Proses belajar dan mempraktikkan pendekatan STEAM juga dapat menanamkan semangat pada peserta didik untuk penyelidikan dan penemuan serta mengembangkan keterampilan seperti ketekunan, kerja tim, dan aplikasi pengetahuan yang diperoleh pada situasi baru (Bailey, dkk., 2015; Baker, 2016). Pendekatan STEAM memungkinkan peserta didik untuk mentransfer pengetahuan mereka lintas disiplin dan dengan demikian memecahkan masalah secara kreatif dalam konteks yang berbeda, baik di dalam kelas maupun di luar sekolah (Gess & Bertrand, 2020). Pendidikan STEAM bertujuan untuk meningkatkan kemandirian, kepercayaan diri, dan minat peserta didik pada sains, memfasilitasi pemahaman yang terintegrasi tentang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika, dan memelihara bakat kreatif dan konvergen yang diperlukan (Hyung & Dong, 2016). Melalui pembelajaran berbasis STEAM peserta didik dapat memiliki kebebasan berpikir, mengekspresikan ide-ide secara lebih luas, serta dapat melakukan, menentukan sendiri pembelajaran mereka, dan dapat bekerja secara kolaboratif. Pembelajaran STEAM secara positif mempengaruhi pemahaman konseptual peserta didik dan mengurangi atau menggeser jumlah kesalahpahaman (Ozkan & Topsakal, 2020). Pendekatan STEAM untuk kegiatan belajar-mengajar memiliki banyak keuntungan dalam hal keterlibatan siswa dan guru yang bermakna dalam kegiatan, koneksi kehidupan nyata matematika, sains, teknologi, dan teknik melalui seni dan desain, pengalaman otentik belajar-mengajar di konteks, dan pembelajaran berkelanjutan melalui eksperimen terhadap ide dan hal baru (Belbase,2019). STEAM memberikan pendekatan untuk mencapai STEAM dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip setiap disiplin dengan seni sebagai pembelajaran interdisipliner ke area kritis matematika, sains, dan seni secara bersama-sama melalui teknologi baru dan pemikiran desain dengan proses investigasi (Stroud & Baines, 2019).

Kesiapan sekolah, terutama guru dalam menyiapkan bahan ajar dan siswa sangat berpengaruh untuk menyelenggarakan proses pembelajaran yang maksimal. Tidak bisa dipungkiri, masih banyak ditemukan kegiatan pembelajaran tidak mengaplikasikan bahan ajar yang inovatif. Bahan ajar yang didesain dengan inovatif akan sangat membantu mendukung proses pembentukan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran. Pada era digital ini sekolah dapat mengembangkan bahan ajar berbasis digital sehingga peserta didik bisa dengan mudah mengaksesnya di manapun dan kapanpun. Integrasi berkelanjutan dari dunia nyata dan dunia maya, penggunaan alat digital seperti komputer untuk memperluas pemikiran manusia dan membantu manusia dalam menangani masalah dan urusan telah menjadi cara hidup (Ren, dkk., 2016; Chen, 2019). Modul elektronik dalam bentuk flipbook adalah salah satu bahan ajar yang dapat diterapkan dalam materi pelajaran tematik.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti mengembangkan modul elektronik berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada pembelajaran tematik kelas tinggi. Adapun tujuan dari penelitian dan pengembangan ini yaitu untuk mengembangkan modul elektronik berbasis STEAM, kelayakan modul elektronik berbasis STEAM, serta efektivitas penggunaan modul elektronik berbasis STEAM.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian research & development (R&D) yang mengacu pada model desain Dick and Carey. Dalam model ini terdapat 10 tahapan pengembangan, adapun tahap pengembangan menurut Dick & Carey (2014) yakni: (1) identify instructional goals (mengidentifikasi tujuan), (2) conduct instructional analysis (menganalisis pembelajaran), (3) analyze learners and contexts (menganalisis pembelajar dan konteks), (4) write performance objectives (merumuskan tujuan khusus), (5) develop assessment instruments (mengembangkan instrumen penilaian), (6) develop instructional strategy (mengembangkan strategi pembelajaran), (7) develop and select materials (mengembangkan dan memilih materi pembelajaran), (8) design and conduct formative evaluation of instruction (merancang dan melaksanakan evaluasi formatif pembelajaran), (9) revise instruction (merevisi pembelajaran), (10) design and conduct summative evaluation (mendesain dan melakukan evaluasi sumatif).



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Dick and Carey

Dalam penelitian dan pengembangan ini hanya menggunakan 9 tahap pengembangan Dick & Carey. Subjek yang terlibat dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas IV dan VI di SD Muhammadiyah 12 Pamulang.

Prosedur penelitian dan pengembangan berdasarkan model pengembangan Dick & Carey secara rinci adalah sebagai berikut.

Tahap identify instructional goals

Penentuan tujuan pembelajaran dilakukan setelah melewati proses analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan didapatkan dari hasil wawancara dengan pendidik SDIT Al-Adzkar serta kajian literatur jurnal penelitian. Pada tahap ini diperoleh hasil mengenai berbagai permasalahan pada penerapan pembelajaran tematik diantaranya yaitu proses belajar belum berjalan dengan semestinya karena masih banyak ditemukan guru yang belum memadukan mata pelajaran sesuai prinsip pembelajaran tematik dan melakukan aktivitas sesuai dengan kehidupan nyata. Sehingga tidak adanya variasi belajar seperti membentuk kelompok-kelompok kecil untuk membuat sebuah proyek yang dimana dengan begitu proses pembelajaran menjadi berpusat pada peserta didik dengan begitu pula dapat memantapkan kemampuan peserta didik seperti critical thinking, creative thinking, problem solving dan decision making atau HOTS. Tetapi pada kenyataannya aktivitas belajar di kelas belum mengikutsertakan peserta didik dan pembelajaran belum sepenuhnya berpusat pada peserta didik.

Tahap conduct instructional

Dari data yang didapatkan pada langkah sebelumnya Pengembang menentukan strategi pembelajaran hal ini dilakukan untuk menindaklanjuti guna pencapaian tujuan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau HOTS.

Tahap analyze learners and contexts

Dalam merencanakan pembelajaran untuk menetapkan pendalaman dan kondisi perubahan perilaku peserta didik harus mengerti mengenai keunikan dan pengetahuan awal peserta didik. Analisis pengetahuan yang dimiliki peserta didik merupakan kegiatan mengenali peserta didik dari hal kebutuhan serta keunikan.

- a. Analisis latar belakang pengetahuan peserta didik
Pada umumnya pembelajaran di kelas hanya mengimplementasikan aspek berpikir tingkat rendah meliputi mengingat, memahami dan mengaplikasikan. Sedangkan aspek berpikir tingkat tinggi seperti menganalisis, mensintesis dan mengevaluasi jarang sekali diterapkan. Peserta didik hanya diberikan materi saja tidak dengan praktiknya yang membuat peserta didik tidak terlibat langsung dalam pembelajaran sehingga selain meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pembelajaran pun akan lebih bermakna.
- b. Analisis perkembangan kognitif peserta didik
Rentang usia 7-11 tahun anak memasuki masa operasional konkret yang di mana pada masa ini anak dapat mengklasifikasikan dan berpikir secara logis mengenai kejadian yang nyata. Yang penting dari masa operasional konkret adalah anak dapat memisahkan sesuatu menjadi bagian yang berbeda dan menghubungkannya. Berdasarkan hasil diskusi bersama guru, didapat informasi bahwa peserta didik dalam tahap operasional konkret cara berpikir masih terbatas pada situasi nyata, tetapi kemampuan anak dalam berpikir menjadi lebih logis pada tahap ini adalah masa perpindahan antara perkembangan awal ke perkembangan berikutnya yaitu di mana anak dapat belajar berpikir secara abstrak. Dapat disebut pada tahap ini anak berpikir lebih logis mengenai situasi nyata tetapi anak tetap berusaha untuk melahirkan ide-ide pemikiran yang bersifat abstrak.

Tahap write performance objectives

Peneliti merumuskan aspek-aspek yang akan dilaksanakan dalam penilaian kinerja melalui bentuk tugas proyek, pretest dan post test yang dibuat dengan dilengkapi rubrik pedoman penskoran

Tahap develop assessment instruments

Tahap selanjutnya dilakukan pengembangan instrumen penilaian untuk melihat hasil capaian peserta didik. Alat evaluasi yang digunakan untuk melihat hasil capaian peserta didik yaitu tugas proyek, pretest dan post test. Tugas proyek yang dikembangkan didesain supaya peserta didik dapat membentuk wawasan, menentukan rancangan serta pemecahan masalah yang ditemui ketika tugas proyek berlangsung. Pemilihan format dalam pengembangan penilaian proyek pada setiap materi meliputi rancangan isi, pemilihan metode penyelesaian masalah dan hasil proyek.

Tahap develop instructional strategy

Pada tahap ini peneliti menetapkan strategi pembelajaran. Strategi yang diaplikasikan dalam aktivitas belajar yaitu menggunakan metode belajar tematik berbasis STEAM, yang dimana di setiap materi tematik terdapat sebuah proyek supaya peserta didik dapat aktif dan praktik langsung pada pendekatan STEAM peserta didik juga memanfaatkan untuk menemukan konsep sehingga terbentuklah pemahaman.

Tahap develop and select instructional materials

Peneliti mengembangkan sesuatu bahan ajar berdasarkan strategi pembelajaran. Bahan ajar yang ditentukan yaitu modul elektronik yang berisi materi kelas IV dan VI yang disertai dengan proyek STEAM. Alat yang digunakan untuk mengerjakan proyek STEAM diantaranya adalah kardus, gunting, spidol, botol dan sebagainya sesuai dengan kebutuhan semua dijelaskan secara rinci di dalam modul elektronik.

Tahap design and conduct formative evaluation of instruction

Tahap ini dilakukan uji coba one to one, setelah itu masuk ke tahap revisi, hasil revisi uji coba one to one diuji coba kan kembali pada uji kelompok kecil, dari hasil uji kelompok kecil kembali dilakukan revisi, setelah semua direvisi masuk pada tahap uji coba lapangan.

Tahap revisi instruction

Dari hasil validasi dan uji coba produk dianalisis untuk mengetahui hambatan peserta didik dalam mencapai tujuan serta mengetahui kekurangan/kelemahan produk modul elektronik agar dapat diperbaiki. Produk yang telah diperbaiki berdasarkan masukan serta komentar validator dan peserta didik merupakan produk final yang dinyatakan layak untuk digunakan. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan kuesioner, wawancara dan soal. Kuesioner untuk validator media terdiri dari 28 pertanyaan, validator bahasa terdiri dari 14 pertanyaan dan untuk validator materi terdiri dari 18 pertanyaan. Sedangkan kuesioner respon peserta didik terdiri dari 10 pertanyaan. Skala penilaian dalam kuesioner mengacu pada skala likert yang terdiri dari 5 (sangat layak), 4 (layak), 3 (cukup layak), 2 (kurang layak), 1 (tidak layak).

Data yang diperoleh dari angket validasi dan hasil uji coba dianalisis menggunakan teknik analisis data kuantitatif setelah itu dideskripsikan secara kualitatif. Adapun yang

digunakan untuk menganalisis angket adalah menggunakan Persentase kelayakan dalam persen (%). Rentang persentase dan kriteria kelayakan bahan ajar modul elektronik berbasis STEAM dapat ditentukan sesuai ketentuan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Kelayakan Produk

Kelayakan Modul (%)	Kriteria Validasi
81-100	Sangat layak
61-80	Layak
41-60	Cukup layak
21-40	Kurang layak
0-20	Tidak layak

(Sumber: Arikunto, 2014)

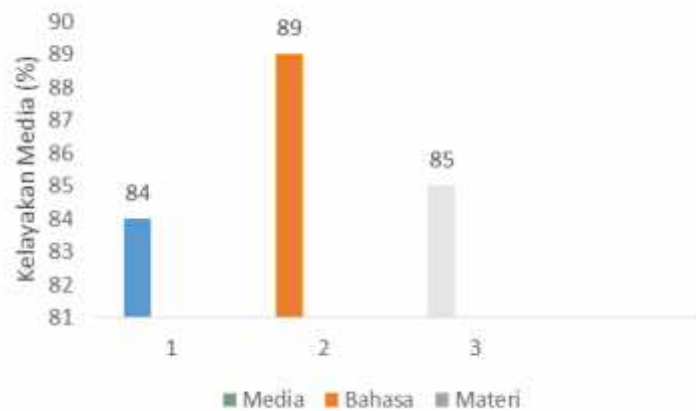
Kemudian dilakukan analisis nilai pretest dan post test dengan menggunakan uji paired sample t-test. Prasyarat pengambilan keputusan H_0 ditolak jika Sig < 0,05 maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan post test.

Hasil dan Pembahasan

Pada saat melakukan analisis kebutuhan, data diperoleh dari wawancara dengan guru serta kajian literatur jurnal penelitian. Pada tahap ini diperoleh hasil mengenai berbagai permasalahan pada penerapan pembelajaran tematik diantaranya yaitu proses belajar belum berjalan dengan semestinya karena masih banyak ditemukan guru yang belum memadukan mata pelajaran sesuai prinsip yang ditetapkan dan melakukan aktivitas sesuai dengan kehidupan nyata. Pada umumnya pembelajaran di kelas hanya mengimplementasikan aspek berpikir tingkat rendah meliputi mengingat, memahami dan mengaplikasikan. Sedangkan aspek berpikir tingkat tinggi seperti menganalisis, mensintesis dan mengevaluasi jarang sekali diterapkan. Peserta didik hanya diberikan materi saja tidak adanya variasi belajar seperti membentuk kelompok-kelompok kecil untuk merancang sebuah proyek yang bertujuan agar peserta didik terlibat langsung dalam pembelajaran yang dimana dengan begitu proses pembelajaran menjadi lebih bermakna, dengan begitu pula dapat meningkatkan kemampuan peserta didik seperti critical thinking, creative thinking, problem solving dan decision making atau HOTS.

Modul elektronik yang dikembangkan berisi tentang materi-materi tematik kelas IV tema 1, tema 2, tema 5, tema 8, tema 9 dan materi tematik kelas VI tema 3 dan tema 5. Tema-tema tersebut didasarkan pada pendekatan pembelajaran STEAM yang di mana setiap materi yang diuraikan terdapat proyek-proyek yang di dalamnya terdapat komponen-komponen STEAM. Desain storyboard yang dirancang menjadi acuan dalam melakukan pengembang modul elektronik berbasis STEAM pada pembelajaran tematik kelas tinggi. Adapun beberapa software yang digunakan dalam pengembangan modul elektronik ini adalah Canva dan Flipbook Html5.

Pada tahap develop and select instructional materials peneliti mengembangkan sesuatu bahan ajar yang sesuai dengan strategi pembelajaran. Adapun bahan ajar yang dipilih yaitu modul elektronik berbasis STEAM berbentuk flipbook dengan ukuran file sebesar 71,7 KB. Selanjutnya, modul elektronik berbasis STEAM akan di validasi oleh ahli yang meliputi validasi media, validasi bahasa dan validasi materi. Adapun persentase rata-rata hasil validasi media, bahasa dan materi adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Validasi Ahli Media, Bahasa Dan Materi.

Validasi media terhadap produk yang dikembangkan pada Gambar 2 menunjukkan rata-rata persentase kelayakan media memperoleh sebesar 84, validasi bahasa memperoleh rata-rata persentase kelayakan sebesar 89 dan validasi materi memperoleh rata-rata persentase kelayakan sebesar 85. Adapun nilai rata-rata keseluruhan adalah 86. Jika merujuk pada kriteria kelayakan sesuai pernyataan Arikunto (2014) bahwa rentang 81-100% dikategorikan sangat layak.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek	Rata-rata (%)	Kategori
1.	Ukuran modul elektronik	80	Sangat layak
2.	Desain sampul modul elektronik	84	Sangat layak
3.	Desain isi modul elektronik	83	Layak
Rata-rata keseluruhan aspek		82	Sangat layak

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil rata-rata persentase keseluruhan validasi ahli media memperoleh sebesar 82. Jika dilihat pada Tabel 1 kriteria kelayakan, maka skor ini termasuk dalam kategori sangat layak. Ketika melakukan validasi terdapat masukan dan kritik dari validator yang dijadikan bahan untuk menyempurnakan dan merevisi modul elektronik sebelum diuji cobakan kepada peserta didik. Selanjutnya, masukan dan saran validator media adalah mengganti warna background agar terlihat lebih cerah, mengganti background pada tampilan awal dengan gambar yang lebih menarik, semua desain dalam pergantian tema disamakan, merubah jenis dan ukuran font menjadi lebih besar.

Tahap berikutnya adalah validasi ahli bahasa yang ditinjau dari segi aspek lugas, komunikatif, diagnosis dan interaktif, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik, kesesuaian dengan kaidah bahasa, dan penggunaan istilah dan simbol. Adapun hasil perolehan dari validasi ahli bahasa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Bahasa

No.	Aspek	Rata-Rata (%)	Keterangan
1.	Lugas	93.3	Sangat layak
2.	Komunikatif	90	Sangat layak
3.	Diagnosis dan Interaktif	100	Sangat layak
4.	Kesesuaian dengan Perkembangan Peserta Didik	90	Sangat layak
5.	Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	80	Layak
6.	Penggunaan Istilah Dan Simbol	80	Layak
	Rata-rata keseluruhan aspek	89	Sangat layak

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil rata-rata persentase keseluruhan validasi ahli bahasa memperoleh sebesar 89. Jika dilihat pada Tabel 1 kriteria kelayakan, maka skor ini termasuk dalam kategori sangat layak. Ketika melakukan validasi terdapat masukan dan kritik dari validator yang dijadikan bahan untuk menyempurnakan dan merevisi modul elektronik sebelum diuji cobakan kepada peserta didik, adapun masukan dan saran dari validator bahasa adalah tata letak simbol, EYD, dan huruf kapital disesuaikan, menuliskan sumber pada setiap gambar yang dimasukkan, tulisan untuk bahasa inggris atau kata asing dicetak miring.

Tahap berikutnya adalah validasi ahli materi yang ditinjau dari segi aspek isi materi dan penyajian Adapun hasil perolehan dari validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek	Rata-Rata (%)	Keterangan
1.	Kesesuaian Materi Dengan KI dan KD	80	Layak
2.	Keakuratan Materi	86	Sangat layak
3.	Kemutakhiran Materi	85	Sangat layak
4.	Mendorong Keingintahuan	90	Sangat layak
5.	Teknik Penyajian	90	Sangat layak
6.	Pendukung Penyajian	83	Sangat layak
7.	Penyajian Pembelajaran	80	Layak
8.	Koherensi dan Keruntutan alur pikir	80	Layak
	Rata-rata Keseluruhan	84	Sangat layak

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil rata-rata persentase keseluruhan validasi ahli materi memperoleh sebesar 84. Jika dilihat pada Tabel 1 kriteria kelayakan, maka skor ini termasuk dalam kategori sangat layak. Ketika melakukan validasi terdapat masukan dan kritik dari validator yang dijadikan bahan untuk menyempurnakan dan merevisi modul elektronik sebelum diuji cobakan kepada peserta didik. Adapun hasil masukan dan saran validator materi adalah melengkapi kompetensi dasar yang tertera, melengkapi indikator materi yang tertera, perhatikan pemilihan kata agar peserta didik dapat memahami maksud yang disampaikan.

Pada tahap berikutnya adalah tahap uji coba, tahap ini bertujuan untuk melihat keefektifan dan respon peserta didik terhadap produk bahan ajar yang dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan uji coba one to one, small group dan uji coba lapangan. Uji coba one to one dilakukan oleh tiga orang peserta didik, small group dilakukan oleh 5 orang peserta didik dan uji coba lapangan dilakukan oleh 24 peserta didik. Adapun hasil perolehan dari uji coba one to one dan small group adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Coba One to One dan Small Group

No.	Aspek	Uji Coba One to One (%)	Uji Coba Small Group (%)
1	Desain pembelajaran	83	88
2	Operasional	84	93
3	Komunikasi visual	88	89
	Rata-rata keseluruhan	85	90

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh hasil rata-rata persentase perhitungan pada tahap uji coba one to one sebesar 85. Hal ini menunjukkan bahwa produk modul elektronik berbentuk flipbook yang dikembangkan sangat layak. Adapun masukan yang didapat saat uji coba one to one adalah sebagai berikut:

- 1) Ada beberapa kalimat yang kurang jelas sehingga sulit dipahami
- 2) Pemilihan warna background pada materi tema 5 kurang tepat sehingga sedikit mengganggu.

Dari tahap sebelumnya yaitu uji coba one to one masukan dari peserta didik menjadi bahan revisi untuk produk modul elektronik berikutnya. Kemudian produk yang sudah direvisi diuji cobakan dalam small group. Pada tahap ini uji coba dilakukan oleh lima peserta didik yang dipilih berdasarkan tingkat pengetahuan yang berbeda dengan menggunakan kuesioner jumlah pertanyaan sebanyak 11 pertanyaan. Hasil dari uji coba small group bisa dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 hasil rata-rata persentase perhitungan pada tahap uji coba kelompok kecil (small group) diperoleh sebesar 90. Hal ini menunjukkan bahwa produk modul elektronik berbentuk flipbook yang dikembangkan sudah bagus. Adapun masukan yang didapat saat uji coba kelompok kecil adalah tambahkan animasi kartun pada modul elektronik dan Ada pertanyaan yang membingungkan peserta didik. Berikut adalah tampilan modul elektronik setelah diperbaiki berdasarkan masukan dan saran validator.

Tahap berikutnya yaitu uji coba lapangan data yang diperoleh dari hasil uji coba lapangan adalah hasil belajar peserta didik yang meliputi ranah kognitif yang meliputi nilai evaluasi dan uji kompetensi dengan ranah soal C4-C6 yaitu analisis, evaluasi dan mencipta yang merupakan bagian dari peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Pada uji coba lapangan ini tugasnya berbentuk pretest, post test dan proyek. Amamou, dkk. (2018) mengungkapkan pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa untuk mewujudkan proyek konkret dengan mengembangkan kreativitasnya dan menghormati gaya belajarnya. Sebelum modul elektronik diterapkan dalam proses pembelajaran, peserta didik diberikan pretest terlebih dahulu. Soal pretest terdiri dari 5 soal essay. Setelah melakukan pretest dilakukan proses pembelajaran berupa kegiatan proyek STEAM.



Gambar 3. Tampilan Produk Hasil Revisi

Sebelum merancang sebuah proyek peserta didik diberikan stimulus terlebih dahulu adapun stimulus yang diberikan adalah Uji coba lapangan berupa tugas proyek yang di mana peserta didik dibentuk menjadi 7 kelompok yang terdiri dari peserta didik kelas IV dan VI. Kelas IV dibentuk menjadi lima kelompok untuk menyelesaikan lima proyek yang terdapat di dalam modul elektronik diantaranya adalah membuat water glass xylophone, wind car, kaleidoskop, basketball with catapult, dan solar oven. Sedangkan kelas VI dibentuk menjadi dua kelompok yang ditugaskan untuk membuat paper circuit dan labirin magnet. Sebelum mengerjakan proyek peneliti memberikan stimulus kepada peserta didik dengan menunjukkan gambar lalu peserta didik ditugaskan untuk mengobservasi gambar tersebut dan mempersiapkan bahan serta perencanaan terhadap proyek. Setelah itu peserta didik menuliskan ide-ide serta rancangan setelah mengamati gambar tersebut. Selama kegiatan mengerjakan proyek peserta didik menuliskan permasalahan yang ditemukan lalu mendiskusikan solusi dari permasalahan tersebut. Setelah proyek selesai peserta didik mengujicobakan hasil proyek yang mereka buat dan melihat apakah proyek yang mereka kerjakan berhasil jika tidak maka mereka

mengevaluasi kembali proyek tersebut. Tetapi untuk proyek water glass xylophone peserta didik diberikan stimulus yang berbeda yaitu dengan memberikan tiga jenis gelas yang berbeda lalu mencoba terlebih dahulu tiga jenis gelas diantaranya adalah gelas kayu, kaca dan plastik.

Setelah itu peserta didik membandingkan dari ketiga gelas tersebut yang dapat menghasilkan bunyi lebih keras. Kegiatan tersebut bertujuan agar peserta didik dapat mengeksplorasi bunyi yang dihasilkan dari ketiga jenis gelas tersebut. Setelah menentukan gelas yang digunakan, peserta didik mencoba kembali dengan menuangkan air ke dalam gelas yang dengan takaran air yang berbeda lalu mencoba untuk membunyikannya. Setelah peserta didik mengetahui bagaimana bunyi yang dihasilkan peserta didik menuliskan hal-hal yang ditemukan pada saat percobaan berlangsung. Selama kegiatan proyek berlangsung peneliti mengamati kinerja peserta didik dan memberikan pertanyaan-pertanyaan untuk membangun pemahaman peserta didik terhadap proyek yang dikerjakan. Dari hasil pengamatan terdapat satu kelompok yang tidak berhasil dalam mengerjakan proyek yaitu kelompok paper circuit, lampu pada paper circuit tidak dapat menyala. Peserta didik diarahkan untuk mengevaluasi permasalahan yang terdapat dalam produk paper circuit hasil yang ditemukan yaitu terdapat kesalahan dalam pemasangan pita tembaga yang menyebabkan tidak adanya aliran listrik yang menuju pada lampu. Untuk menambahkan pengetahuan mengenai proyek yang dikerjakan peneliti memberikan modul elektronik berbasis STEAM kepada peserta didik untuk membacanya lalu menyimpulkan materi yang telah dibaca pada lembar observasi atau post test dalam mengerjakan proyek peserta didik menggunakan alat dan bahan yang dapat ditemui di rumah seperti, spidol, penggaris, kardus, gunting dan lainnya. Krayon, pensil, penggaris, dan gunting juga merupakan alat. Peralatan apa pun yang digunakan anak saat bermain adalah teknologi, dari bentuk yang sederhana hingga modern, termasuk mesin sederhana yang ditemui anak dalam kehidupan sehari-hari dan harus dipastikan bahwa teknologi tersebut sesuai dengan usia anak, dapat digunakan sesuai keinginan mereka dan memberikan kesempatan untuk memecahkan masalah (Henriksen, 2017). Setelah menyelesaikan proyek STEAM peserta didik diberikan soal post test yang terdiri dari 5 soal essay.

Untuk menganalisis peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik, dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu yaitu uji normalitas dan homogenitas jika data berdistribusi normal dan homogen maka uji selanjutnya menggunakan uji paired sample t-test. Adapun ringkasan hasil uji coba dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Deskripsi Hasil Uji Pretest dan Post Test

Jenis Tes	Jumlah Peserta didik	Mean	Standar Deviasi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Pretest	24	68,33	8,297	55	80
Post test	24	86,46	8,531	75	100

Berdasarkan data hasil pretest dan post test peserta didik, diketahui bahwa rata-rata hasil belajar peserta didik sebelum diterapkan pembelajaran dengan modul elektronik berbasis STEAM sebesar 68,33 dengan standar deviasi 8,297 dan nilai minimum yang didapatkan adalah 55 serta nilai maksimum yaitu 80. Rata-rata yang didapatkan setelah diterapkan pembelajaran dengan modul elektronik berbasis STEAM sebesar 86,46 dengan standar deviasi 8,531 dan didapatkan nilai minimum 75 serta nilai maksimum 100.

Berdasarkan nilai pretest dan post test dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran menggunakan modul elektronik berbasis STEAM dengan rumus N-gain ternormalisasi. Hasil N-gain ternormalisasi hasil belajar peserta didik diperoleh rata-rata sebesar 58.02 Menurut kriteria Hake (1998:1) besaran capaian rata-rata tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar menggunakan modul elektronik berbasis STEAM dikategorikan sedang. Setelah mendapatkan hasil N-gain ternormalisasi, kemudian hasil belajar dilakukan uji prasyarat. Uji prasyarat dilakukan sebelum uji paired sample t-test diujikan. Hasil analisis nilai pretest dan post test kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS).

Tabel 7. Hasil Uji Paired Sample T-test

Jenis uji	Normalitas	Homogenitas	Paired Sample T-test
Pretest	0,051 (Normal)	0,053 (Homogen)	Sig (0,000)
Post test	0,009 (Normal)		

Berdasarkan Tabel 7 hasil analisis pretest dan post test peserta didik diketahui bahwa normalitas data yang diuji menggunakan Shapiro-Wilk diperoleh taraf signifikansi sebesar 0,051 untuk nilai pretest dan 0,009 Untuk nilai post test. Kedua nilai tersebut $> \alpha=0,05$ sehingga H_0 diterima yang menunjukkan bahwa nilai pretest dan post test berdistribusi normal. Adapun hasil uji homogenitas dengan taraf signifikansi sebesar 0,543 $> \alpha=0,05$ itu menunjukkan bahwa H_0 diterima dan variasi setiap sampel homogen. Setelah uji prasyarat dilakukan data pretest dan post test dianalisis dengan uji paired sample t-test. Hasil uji paired sample t-test diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,000 < \alpha=0,05$ sehingga H_0 ditolak. Data menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum menggunakan modul elektronik berbasis STEAM dan sesudahnya, sehingga dinyatakan bahwa modul elektronik berbasis STEAM dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik kelas tinggi. Sejalan dengan penelitian Qoridatullah (2021) mengungkapkan bahwa pengembangan modul elektronik dapat meningkatkan hasil belajar IPA. Penelitian lain yang dilakukan oleh Indra (2021) mengungkapkan pengembangan modul elektronik tematik ini dikatakan efektif sebagai bahan ajar karena berubahnya gaya belajar anak yang dulunya belajar begitu monoton terpusat pada guru dengan penggunaan modul elektronik ini anak belajar lebih fleksibel komunikatif dan mandiri. Selanjutnya, Rosario, dkk. (2021) mengungkapkan bahwa pengembangan modul elektronik dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir tingkat tinggi.

Kesimpulan

Bahan ajar modul elektronik berbasis STEAM yang dikembangkan dinyatakan layak untuk digunakan di dalam proses pembelajaran berdasarkan hasil validasi dari ahli media, bahasa dan materi. Selain itu bahan ajar modul elektronik berbasis STEAM ini mendapatkan respon positif dari hasil uji coba one to one dan small group yang dilakukan kepada peserta didik. Modul elektronik berbasis STEAM dikemas secara menarik dengan menambahkan animasi dan proyek di setiap materi serta penjelasan dari setiap komponen STEAM yang meliputi science, technology, engineering, art dan mathematics. Berdasarkan hasil uji coba lapangan modul elektronik berbasis STEAM ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik serta dapat dijadikan alat bantu dalam proses belajar mandiri.

Daftar Pustaka

- Amamou, S. & Cheniti-Belcadhi, L. 2018. Tutoring in Project-Based Learning. *Procedia Computer Science*, 126:176-185. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.221>.
- Beckett, G.H. & Slater, T. 2018. Project-Based Learning and Technology. *The TESOL Encyclopedia of English Language Teaching*, 1-7. <https://doi.org/10.1002/9781118784235.eelt0427>.
- Beier, M.E., Kim, M.H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J.M. 2019. The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1):323-327. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>.
- Belbase, S. 2019. STEAM education initiatives in Nepal. *The STEAM Journal*, 4(1):1-7. <https://doi.org/10.5642/steam.20190401.07>.
- Bell, S. 2010. Project-based learning for the 21st Century: skills for the future. *the clearing house: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2):39-43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>.
- Bertrand, M.G. & Namukasa, I.K. 2020. STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1): 43-56. <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0003>.
- Chen, W., Tang, X., & Mou, T. 2019. Course design and teaching practice in STEAM education at distance via an interactive e-learning platform. *Asian Association of Open Universities Journal*, 14(2):122-133. <https://doi.org/10.1108/aaouj-07-2019-0027>.
- Costantino, T. 2018. STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education. *Arts Education Policy Review*, 119(2):100-106. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1292973>.
- Dinni, H. N. 2018. HOTS (high order thinking skills) dan kaitannya dengan kemampuan literasi matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1:170-176.
- Hakiki, M., Fadli, R., Putra, Y.I., & Pertiwi, I.P. 2021. Pengembangan modul elektronik berorientasi higher order thinking skills (HOTS) pada pelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) Kelas Vi Sekolah Dasar. *Jurnal Muara Pendidikan*, 6(1):50-57. <https://doi.org/10.52060/mp.v6i1.513>.
- Hanover. 2011. K-12 STEM Education Overview. Washington: <https://www.yumpu.com/en/document/view/7763878/k-12-stem-education-overview-hanover-research>. Diakses 15 Februari 2021.
- Henriksen, D. 2017. Creating STEAM with design thinking: beyond stem and arts integration. *STEAM*, 3(1):1-11. <https://doi.org/10.5642/steam.20170301.11>.

- Huser, J. 2020. STEAM and the Role of the Arts in STEM. Chrome-extension:/dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdclff/enhanced-header.html?Pdf=https%3A%2F%2Fwww.nationalartsstandards.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fseadae-steam-whitepaper-2020.pdf.
- Ichsan, I.Z., Hasanah, R., Aini, S., Ristanto, R.H., & Miarsyah, M. 2019. Higher order thinking skills assessment based on environmental problem (hots-aep): mendesain evaluasi pembelajaran abad 21. Jurnal Biotek, 7(1):14-26.
- Purnamasaria, I., Dewanti, H., & Ali, F. 2020. Stimulasi Keterampilan hots dalam PAUD Melalui Pembelajaran STEAM. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana, 3(1), 507-516. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/download/614/533>.
- Intan, F. M., Kuntarto, E., & Alirmansyah, A. 2020. Kemampuan siswa dalam mengerjakan soal hots (higher order thinking skills) pada pembelajaran matematika di Kelas V Sekolah Dasar. JPDI (Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia), 5(1):1-6. <https://doi.org/10.26737/jpdi.v5i1.1666>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. 2020. Active learning augmented reality for steam education a case study. Education Sciences, 10(8):1-15. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.
- Katz-Buonincontro, J. 2018. Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus. Arts Education Policy Review, 119(2):73-76. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>.
- Kaufman, K.J. 2013. 21 Ways to 21st Century Skills: Why Students Need Them and Ideas for Practical Implementation. Kappa Delta Pi Record, 49(2):78-83. <https://doi.org/10.1080/00228958.2013.786594>.
- Kim, H. & Chae, D.H. 2016. The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12(7):1925-1936. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>.
- Kim, Y. & Park, N. 2012. The effect of STEAM education on elementary school student's creativity improvement. Communications in Computer and Information Science, 339:115-121. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35264-5_16.
- Larmer, J. & Mergendoller, J.H. 2010. Seven essentials for project-based learning. Educational Leadership, 68(1):34-37.
- Li, K.C. & Wong, B.T.M. 2020. Trends of learning analytics in STE(A)M education: a review of case studies. Interactive Technology and Smart Education, 17(3):323-335. <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2019-0073>.
- Malele, V., & Ramaboka, M.E. 2020. The Design Thinking Approach to students STEAM projects. Procedia CIRP, 91(1):230-236. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.100>.

- Meng, Q., Jia, J., & Zhang, Z. 2020. A framework of smart pedagogy based on the facilitating of high order thinking skills. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(3):251-266. <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2019-0076>.
- Nurhikmayati, I. 2019. Implementasi STEAM Dalam Pembelajaran Matematika. *Didactical Mathematics*, 1(2):41-50. <https://doi.org/10.31949/dmj.v1i2.1508>.
- Ozkan, G. & Umdü, T.U. 2021. Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science and Technological Education*, 39(4):441-460. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>
- Sani, A.R. 2019. Pembelajaran Berbasis HOTS (Higher Order Thinking Skills). Tangerang: Tira Smart.
- Saputra, H. 2016. Pengembangan Mutu Pendidikan Menuju Era Global. Smiles Indonesia institute.
- Segarra, V.A., Natalizio, B., Falkenberg, C.V., Pulford, S., & Holmes, R.M. 2018. STEAM: using the arts to train well-rounded and creative scientists. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(1):3-9. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1360>.
- Shadiq, F. 2019. Pembelajaran matematika pada era industri 4.0., suatu tantangan bagi guru dan pendidik matematika. Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Matematika (Snp2M) 2019 Umt, 7-16. <http://jurnal.umat.ac.id/index.php/cpu/article/view/1675>.
- Shin, M.H. 2018. Effects of project-based learning on students' motivation and self-efficacy. *English Teaching*, 73(1):95-115. <https://doi.org/10.15858/engtea.73.1.201803.95>.
- Stroud, A. & Baines, L. 2019. Inquiry, investigative processes, art, and writing in STEAM. In M.S. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM education: Theory and practice* (pp. 1-18). Springer.
- Suharsimi, A. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. PT. Rineka Cipta.
- Suharsimi, A. & Cepi, S.A.J. 2014. *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Sutrisno. 2012. *Kreatif Mengembangkan Aktivitas Pembelajaran Berbasis TIK*. Kompleks Megamall.
- Wahyuningsih, S., Nurjanah, N.E., Rasmani, U.E.E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A., & Syamsuddin, M. 2020. STEAM learning in ece a literature review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education (IJPTE)*, 4(1):33-44.
- Yakman, G. 2012. Recognizing the A in STEM Education. *Association for Middle Level Education*, August, 15-16.

- Yakman, G. & Lee, H. 2012. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. Journal of The Korean Association For Science Education, 32(6):1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>.
- Zheng, X. 2016, Research on 3D printing course design and teaching practice based on STEAM, China Information Technology Education, 8:82-86.