

Desain Instruksional *Project Based Learning* Berbasis Steam Bermuatan *Sustainability* pada Materi Pencemaran Air untuk Siswa SMK

Steam Project Based Learning Instructional Design on Water Pollution Embedded Sustainability for Vocational High School Students

Sonia Fitria, Eny Hartadiyati WH*

Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Teknologi Informasi,
Universitas PGRI Semarang, Jl. Sidodadi Timur No.24, Karang Tempel, Semarang, Indonesia

*Corresponding author: enyhartadiyati.wh@upgris.ac.id

Abstract: The 21st century learning, including in SMK (vocational high schools), requires a STEAM-based (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) learning approach. The STEAM approach is selected because it integrates various interrelated disciplines to develop 21st-century competencies and fosters awareness of environmental issues in a sustainable context. This study aims to design a STEAM-based instructional model that incorporates sustainability aspects using the PjBL (Project-Based Learning) model on the topic of water pollution for Vocational High School students. The research method used is descriptive qualitative, with data collected through literature review and interviews. The result of this study is an instructional design using the PjBL model with sustainability-embedded STEAM-based syntax: (1) formulating essential questions integrated with the Science element, focusing on water pollution and its solutions; (2) designing a project directed toward the Technology element, specifically ecoprint as an environmentally friendly alternative (reflecting sustainability), applied to fashion product engineering (Engineering element), expressing aesthetic value through ecoprint products (Art element), and calculating raw material needs, capital efficiency, and production costs of ecoprint (Mathematics element); (3) scheduling project implementation over three weeks; (4) monitoring the process from design to product outcome; and (5) evaluating project results through an exhibition.

Keywords: instructional design, Project-Based Learning, STEAM, sustainability, water pollution.

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran abad-21 menuntut Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bertanggung jawab untuk menghasilkan individu yang memiliki kemampuan, keterampilan, dan keahlian dalam bidang tertentu (Erna et al. 2016). Menurut paradigma pembelajaran abad-21 dalam mencapai tujuan pembelajaran melalui pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kreativitas (Irdalisa 2024). Salah satu cara mewujudkannya adalah dengan menggunakan pendekatan STEAM. STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) merupakan kerangka pendidikan yang menekankan pentingnya membiasakan siswa dengan lingkungannya dengan menggabungkan lima disiplin ilmu: seni, teknologi, sains, dan matematika. Ini membantu siswa menjadi lebih kreatif, berpikiran kritis, dan dapat memecahkan masalah (Nyaaba et al. 2024). STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang kemudian berkembang menjadi STEAM (dengan penambahan "*Arts*") telah dikenal di kalangan guru, orang tua, perusahaan, dan lembaga di berbagai negara. Tujuan dari keterlibatan siswa dalam STEAM adalah pendekatan untuk menumbuhkan minat pada ilmu dan seni pada siswa. STEAM melibatkan proses kreatif untuk penemuan dan penyelidikan (Zubaidah 2019). Menurut (Huda et al. 2024), STEAM mendorong anak berpikir holistik dan menghubungkan berbagai konsep disiplin, menguasai pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan dalam abad-21 saat ini. Menurut Mu'minah (2021) STEAM bertujuan untuk mengajarkan siswa berpikir kritis dan memahami teknik pemecahan masalah. STEAM juga sangat berpengaruh untuk meningkatkan berpikir kritis dan kreativitas pada peserta didik terutama pada pembelajaran IPAS materi pencemaran air.

Disisi lain kerusakan lingkungan membutuhkan pemahaman tentang keberlanjutan (*Sustainability*), maka penting pendekatan STEAM bermuatan *sustainability*. Pembangunan berkelanjutan (*sustainability*) bertujuan untuk menggabungkan pembangunan ekonomi dan pembangunan yang ramah lingkungan (Syahmani, 2021). Menurut Mahat et al. (2016) *Sustainability* bertujuan untuk memastikan kesejahteraan setiap orang untuk generasi sekarang maupun generasi berikutnya. Pembelajaran bermuatan *sustainability* menggabungkan tiga elemen

pembangunan berkelanjutan (sosial, ekonomi, dan lingkungan) dalam materi pembelajaran, aspek-aspek ini saling mempengaruhi dan berhubungan satu sama lain (Hartadiyati et al. 2022). Pembelajaran bermuatan sustainability mendorong siswa pada tindakan pembangunan berkelanjutan sehingga dapat sebagai implementasi ESDGs (*Education for Sustainable Development Goals*).

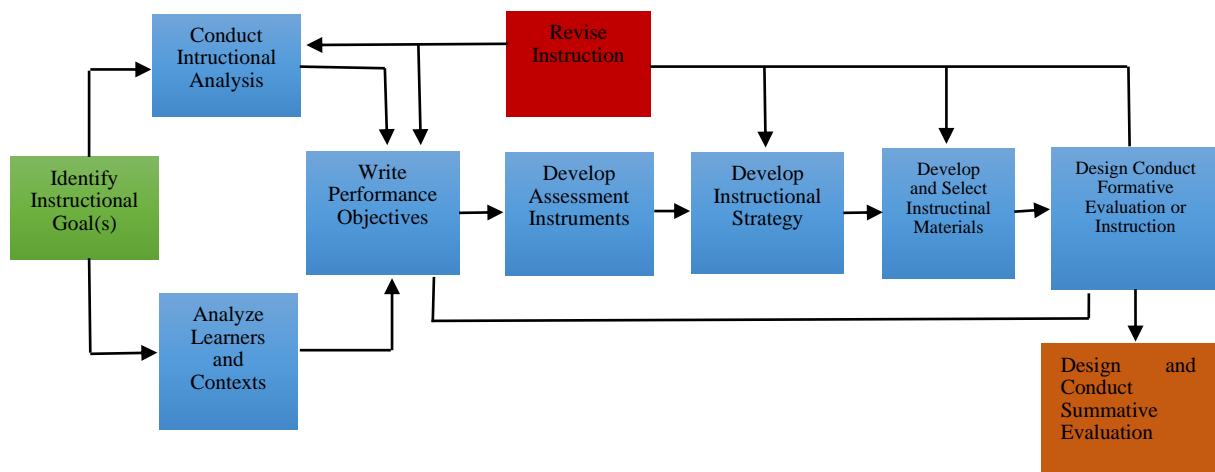
Implementasi ESDGs dapat menggunakan berbagai macam model pembelajaran salah satunya *Project Based Learning* (PjBL) (Espino-Díaz et al. 2025). Menurut Azzahra (2023) PjBL adalah model pembelajaran yang inovatif yang penting untuk sukses di abad ke-21. Model PjBL dapat meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, kreativitas, kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, motivasi, dan juga dapat meningkatkan minat siswa dalam biologi (Relmasira, Tyas, and Hardini 2019).

Implementasi ESDGs perlu disemua kalangan dan semua umur tidak terkecuali di SMK. Salah satu pembelajaran di SMK yang dapat diterapkan dengan ESDGs adalah materi IPAS khususnya pencemaran air. Pembelajaran tersebut membutuhkan suatu rancangan yang disebut Instructional Design. Maka desain instruksional pada model PjBL dapat disematkan pemahaman sustainability dan menggunakan pendekatan STEAM. Maka dibutuhkan desain instruksional dengan pendekatan STEAM Atiaturrahmaniah et al. (2022). Desain instruksional merupakan proses analisis kebutuhan dan tujuan belajar, serta pengembangan metode mengajar dan materi pembelajarannya (Marhalah et al. 2019). Dalam desain instruksional, ada banyak model yang dapat digunakan. Salah satunya adalah model Dick dan Carey, yang dikembangkan oleh Walter Dick, Lou Carey, dan James O.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain instruksional *project based learning* berbasis STEAM bermuatan sustainability pada materi pencemaran air untuk siswa SMK.

2. METODE

Mengacu pada permasalahan di atas, penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif (Donatus 2016), dan menggunakan metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif mengacu pada pengembangan desain pembelajaran dengan langkah-langkah utama dari model desain sistem pembelajaran yang dikemukakan oleh Dick dan Carey. Desain instruksional model Dick and Carey terdiri atas 10 langkah, yaitu (a) Mengidentifikasi tujuan pembelajaran, (b) Melakukan analisis instruksional, (c) Analisis Peserta didik dan Konteks, (d) Merumuskan tujuan pembelajaran khusus, (e) Mengembangkan instrument penilaian, (f) Mengembangkan strategi pembelajaran, (g) Penggunaan Bahan Ajar, (h) Merancang dan mengembangkan evaluasi formatif, (i) Melakukan revisi terhadap program pembelajaran, (j) Merancang dan mengembangkan evaluasi sumatif. Sepuluh langkah tersebut digambarkan oleh Dick dan Carey ke dalam bagan sebagaimana Gambar 1 (Dick, Carey, and Carey 2009).



2.1 Mengidentifikasi Tujuan Pembelajaran

Untuk mengidentifikasi tujuan pembelajaran dalam kegiatan ini adalah menentukan kemampuan atau kompetensi yang perlu dimiliki oleh peserta didik setelah menempuh kegiatan pembelajaran. Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi No. 033/H/KR/2022 menyebutkan bahwa Capaian Pembelajaran (CP) pada mata pelajaran proyek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial terdiri dari tiga elemen kompetensi yang mengacu pada kompetensi literasi saintifik, yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, mendesain dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah. Adapun CP yang memuat ketiga elemen kompetensi pada materi pencemaran



lingkungan adalah peserta didik diharapkan dapat memahami pengetahuan ilmiah tentang pencemaran air dan menerapkannya; atau membuat prediksi sederhana disertai dengan pembuktiannya. Selanjutnya dari CP Tujuan Pembelajaran (TP), kemudian dari TP dibuat Alur Tujuan Pembelajaran (ATP).

2.2 Melakukan Analisis Instruksional

Setelah melakukan identifikasi tujuan pembelajaran, langkah selanjutnya adalah analisis instruksional, yaitu proses-proses yang digunakan untuk menentukan keterampilan dan pengetahuan relevan dan diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi atas tujuan pembelajaran.

2.3 Analisis Peserta Didik Dan Konteks

Analisis terhadap karakteristik siswa meliputi kemampuan aktual yang dimiliki oleh siswa, gaya belajar (learning styles), dan sikap terhadap aktivitas belajar. Analisis konteks meliputi kondisi-kondisi terkait dengan keterampilan yang dipelajari oleh peserta didik dan situasi yang terkait dengan tugas yang dihadapi oleh siswa untuk menerapkan keterampilan yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari. Analisis terhadap siswa dan konteks pembelajaran dapat dilakukan secara bersama-sama atau paralel.

2.4 Merumuskan Tujuan Pembelajaran Khusus

Berdasarkan analisis instruksional, selanjutnya mengembangkan kompetensi atau tujuan pembelajaran spesifik (instructional objectives) yang perlu dikuasai oleh peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang bersifat umum (instructional goal). Dalam merumuskan tujuan pembelajaran yang bersifat spesifik, ada beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian: (a) Menentukan pengetahuan dan keterampilan yang perlu dimiliki oleh peserta didik setelah menepuh proses pembelajaran, (b) Kondisi yang diperlukan agar peserta didik dapat melakukan unjuk kemampuan (behavior) dari pengetahuan yang telah dipelajari, (c) Indikator atau kriteria (degree) yang dapat digunakan untuk menentukan keberhasilan peserta didik dalam menepuh proses pembelajaran.

2.5 Mengembangkan Instrument Penelitian

Berdasarkan tujuan pembelajaran khusus yang telah dirumuskan, langkah selanjutnya adalah mengembangkan alat atau instrumen penilaian yang mampu mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik, hal ini dikenal dengan istilah evaluasi hasil belajar.

2.6 Mengembangkan Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran yang dapat digunakan dalam mengimplementasikan aktivitas pembelajaran dalam meliputi yaitu aktifitas pra-pembelajaran (kegiatan pendahuluan), penyajian materi pembelajaran (kegiatan inti), dan aktivitas tindak lanjut dari kegiatan pembelajaran (kegiatan penutup). Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan STEAM bermuatan sustainability dan model pembelajaran PjBL.

2.7 Penggunaan Bahan Ajar, dan Media Pembelajaran

Istilah bahan ajar yaitu semua yang dapat membawa informasi materi pembelajaran yang dibutuhkan siswa adalah video dan LKPD. Media pembelajaran yang dapat membawa informasi dan pesan dari sumber belajar kepada siswa. Dalam penelitian ini menggunakan berbasis website berbantu handphone dan laptop.

2.8 Merancang Dan Mengembangkan Evaluasi Formatif

Evaluasi formatif dilaksanakan untuk mengumpulkan data yang terkait dengan kekuatan dan kelemahan program pembelajaran. Hasil dari proses evaluasi formatif dapat digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki draft program. Pada penelitian ini menggunakan evaluasi lapangan/ field trial. Evaluasi lapangan adalah uji coba program sebelum program tersebut digunakan dalam situasi pembelajaran yang sesungguhnya. Menggunakan satu kelas X Tata Busana SMK Sholihiyah sebanyak 15 siswa.

2.9 Melakukan Revisi Terhadap Program Pembelajaran

Langkah terakhir dari proses desain adalah melakukan revisi terhadap draft program pembelajaran. Data yang diperoleh dari prosedur evaluasi formatif dirangkum dan ditafsirkan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan

yang dimiliki oleh program pembelajaran, evaluasi tidak hanya dilakukan pada draf program pembelajaran saja, tetapi juga pada aspek-aspek desain sistem pembelajaran yang digunakan dalam program, seperti analisis instruksional, entry behavior dan karakteristik peserta didik. Prosedur evaluasi formatif perlu dilakukan pada semua aspek program pembelajaran dengan tujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas program tersebut.

2.10 Merancang Dan Mengembangkan Evaluasi Sumatif.

Evaluasi merupakan jenis evaluasi yang berbeda dengan evaluasi formatif. Evaluasi ini dianggap puncak dalam aktifitas desain pembelajaran yang dikemukakan oleh Dick dan Carrey. Evaluasi sumatif dilakukan setelah program selesai dievaluasi secara formatif dan direvisi sesuai dengan standar yang digunakan oleh perancang. Evaluasi sumatif tidak melibatkan perancang program, tetapi melibatkan penilai independen. Dalam penelitian ini menggunakan 1 orang guru IPAS SMK Sholihyya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Desain instruksional *project based learning* berbasis steam bermuatan *sustainability* pada materi pencemaran air untuk siswa smk menggunakan model Dick and Carey meliputi langkah-langkah sebagai berikut;

3.1 Mengidentifikasi Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran berdasarkan CP fase E: peserta didik mampu mengidentifikasi fenomena pencemaran air mengacu pada aspek domain berdasarkan taksonomi Bloom; mengidentifikasi jenis-jenis polutan yang terjadi di lingkungan sekitarnya untuk membuat prediksi sederhana serta cara mengatasi pencemaran lingkungan; berdasarkan keterampilan proses sains dan sikap mengacu pada profil pelajar pancasila diuraikan sebagai berikut: Dimulai dari pengetahuan level C2 yaitu menjelaskan pengertian pencemaran air; kemudian level C4 menganalisis jenis polutan dan sumber pencemaran air; selanjutnya mengevaluasi dampak negatif polutan pencemaran air; Solusi berdasarkan pencemaran air. Selanjutnya disusun ATP sebagai berikut :

1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian pencemaran air
2. Peserta didik mampu menganalisis jenis polutan pencemaran air
3. Peserta didik mampu menganalisis sumber pencemaran air
4. Peserta didik mampu mengevaluasi dampak negatif polutan
5. Peserta didik mampu membuat solusi pencemaran air

Selain kognitif atau pengetahuan dibangun juga sikap bergotong royong, bernalar kritis, dan kreatif; dan dikembangkan keterampilan proses sains mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, mengevaluasi hasil.

3.2 Melakukan Analisis Instruksional

Analisis instruksional didasarkan pada kompetensi yang akan dicapai berupa pengetahuan, keterampilan dan sikap siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Dimulai dari adanya permasalahan yang harus diamati oleh siswa, sehingga dapat menjelaskan pencemaran air; kemudian mempertanyakan permasalahan dari suatu pencemaran air dan memprediksi jenis polutannya yang dilakukan secara berkelompok; lalu merencanakan dan melakukan penyelidikan secara berkelompok pada sumber pencemaran air; setelah itu melakukan kegiatan memproses hasil dari penyelidikan pada pencemaran air; kemudian menganalisis data dan informasi yang diperoleh dari kegiatan sebelumnya; lalu kegiatan selanjutnya mengevaluasi dan refleksi dampak negatif polutan dari pencemaran air; kegiatan terakhir yaitu mengevaluasi hasil dengan membuat solusi dari permasalahan pencemaran air.

3.3 Analisis Peserta Didik Dan Konteks

Dalam model Dick dan Carry analisis terhadap peserta didik yang akan belajar dan konteks pembelajaran. Kedua langkah ini dapat dilakukan secara bersama-sama atau paralel. Analisis konteks meliputi kondisi-kondisi terkait dengan keterampilan yang dipelajari oleh peserta didik dan situasi yang terkait dengan tugas yang dihadapi oleh peserta didik untuk menerapkan keterampilan yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari. Analisis terhadap karakteristik peserta didik meliputi kemampuan aktual yang dimiliki oleh peserta didik, gaya belajar (*learning styles*), dan sikap terhadap aktivitas belajar. Identifikasi yang akurat tentang karakteristik peserta didik yang akan belajar dapat membantu perancang program pembelajaran dalam memilih dan menentukan strategi pembelajaran yang akan digunakan.



3.4 Merumuskan Tujuan Pembelajaran Khusus

Berdasarkan analisis instruksional, selanjutnya mengembangkan kompetensi atau tujuan pembelajaran spesifik (instructional objectives) yang perlu dikuasai oleh peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang bersifat umum (instructional goal). Dalam merumuskan tujuan pembelajaran yang bersifat berspesifik, ada beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian: (a) Menentukan pengetahuan keterampilan yang perlu dimiliki oleh peserta didik setelah menempuh proses pembelajaran, (b) Kondisi yang diperlukan agar peserta didik dapat melakukan unjuk kemampuan dari pengetahuan yang telah dipelajari, (c) Indikator atau kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan keberhasilan peserta didik dalam menempuh proses pembelajaran.

1. Peserta didik mampu mendeskripsikan pengertian pencemaran air melalui pengamatan pada lingkup permasalahan studi kasus lokal dalam model PjBL berbasis STEAM bermuatan *sustainability*
2. Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis polutan pencemaran air melalui pengamatan pada lingkup permasalahan studi kasus lokal dalam model PjBL berbasis STEAM bermuatan *sustainability*
3. Peserta didik mampu mengidentifikasi sumber pencemaran air melalui pengamatan pada lingkup permasalahan studi kasus lokal dalam model PjBL berbasis STEAM bermuatan *sustainability*
4. Peserta didik mampu dampak positif dan negatif polutan serta solusi pencemaran air melalui pengamatan pada lingkup permasalahan studi kasus lokal dalam model PjBL berbasis STEAM bermuatan *sustainability*
5. Peserta didik mampu membuat solusi pencemaran air dari dampak negatif pada lingkup permasalahan studi kasus lokal dalam model PjBL berbasis STEAM bermuatan *sustainability*

3.5 Mengembangkan Instrumen Penilaian

Berdasarkan tujuan kompetensi khusus yang telah dirumuskan maka instrumen penilaian : lembar tes hasil belajar kognitif (lembar tes berfikir kritis). yaitu lembar penilaian dilakukan diawal pretest dan diakhir posttest. Instrumen kedua yaitu rubrik kreativitas dan instrumen penilaian sikap.

Link kisi-kisi pretest posttest berpikir kritis:
<https://drive.google.com/folder?id=10X0rYdioyH9miDWnao11VesNh4-a4W5Y>

Tabel 3.1 Rubrik Penilaian Berpikir kritis

No	Aspek Penilaian	Skor 4 (Sangat baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
1.	Mengidentifikasi atau merumuskan masalah	Menjelaskan masalah secara jelas, lengkap, dan logis	Menjelaskan masalah dengan cukup jelas	Menjelaskan sebagian dari masalah	Tidak mampu mengidentifikasi masalah
2.	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk menentukan jawaban yang mungkin	Siswa mampu menyampaikan alasan/logika dalam menjawab atau mempertahankan ide	Argumen logis, kuat, dan relevan dengan bukti/data	Argumen cukup logis dan relevan	Argumen kurang relevan atau lemah
3.	Mengidentifikasi dan menangani korelevanan dan ketidakrelevanan	Siswa mampu mengevaluasi fakta, data, dan informasi secara kritis	Menganalisis informasi secara menyeluruh dan kritis	Menganalisis sebagian informasi	Hanya menyebut data tanpa analisis
4.	Menjawab penjelasan/tantangan	Siswa mampu mengambil keputusan berdasar bukti dan pertimbangan logis	Keputusan jelas, logis, dan didukung data	Keputusan cukup logis	Tidak mampu menganalisis informasi
5.	Kemampuan memberikan alasan	Siswa mampu menawarkan solusi kreatif dan rasional terhadap masalah	Solusi inovatif, rasional, dan aplikatif	Solusi rasional dan realistis	Tidak memberi solusi
6.	Menyimpulkan	Kesimpulan logis, lengkap, dan berbasis tabel data kualitas air	Kesimpulan logis berbasis data kualitas air	Kesimpulan kurang logis berbasis data	Tidak memberikan kesimpulan
7.	Menyusun Strategi dan Taktik	Menganalisis gambar & menyampaikan strategi tepat untuk mengatasi pencemaran air	Menganalisis strategi mengatasi pencemaran air	Menganalisis strategi namun kurang tepat	Tidak memberikan analisis strategi



Tabel 3.2 Rubrik Penilaian Kreativitas

Kriteria	4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Perlu Perbaikan)
Kreativitas Desain	Desain sangat inovatif, kompleks, dan menunjukkan pemikiran kreatif yang mendalam dengan kombinasi warna dan pola yang unik	Desain cukup kreatif dengan beberapa elemen inovasi dan kombinasi warna yang menarik	Desain sederhana dengan sedikit variasi dan kreativitas	Desain monoton kurang inovatif dan tidak menunjukkan kreativitas
Teknik Ecoprint	Menguasai teknik ecoprint dengan sempurna, menghasilkan cetakan yang jelas, detail, dan warna yang tajam	Menguasai teknik ecoprint dengan baik, cetakan cukup jelas dan warna cukup baik	Teknik ecoprint masih kurang sempurna, cetakan dan warna tidak konsisten	Kesulitan dalam menerapkan teknik ecoprint, hasil tidak sesuai
Penggunaan Bahan Alami	Pemilihan dan penggunaan bahan alami sangat tepat, beragam, dan menunjukkan pemahaman mendalam tentang karakteristik bahan	Pemilihan bahan alami cukup baik dan variasi yang memadai	Pemilihan bahan alamio terbatas dan kurang bervariasi	Penggunaan bahan alami tidak sesuai dan tidak efektif
Keberlanjutan Lingkungan	Menunjukkan pemahaman mendalam tentang konsep keberlanjutan, dengan inovasi yang signifikan dalam pendekatan ramah lingkungan	Memperlihatkan kesadaran akan keberlanjutan lingkungan dengan beberapa praktik ramah lingkungan	Sedikit memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan	Tidak memperhatikan konsep keberlanjutan lingkungan
Detail Produk	Produk sangat rapi, detail finishing sempurna	Produk rapi dengan sedikit kekurangan	Cukup rapi namun ada beberapa ketidaksempurnaan	Kurang rapi dan terlihat tidak terencana
Presentasi dan Dokumentasi	Presentasi sangat rapi, terstruktur, dengan dokumentasi lengkap dan detail proses yang jelas	Presentasi rapi, dokumentasi cukup lengkap dengan penjelasan proses yang baik	Presentasi dan dokumentasi kurang terstruktur	Presentasi dan dokumentasi tidak memadai

Kriteria Penilaian Kreativitas:

Skor 1 = nilai 0-25 (Belum Berkembang)

Skor 2 = nilai 26-50 (Mulai Berkembang)

Skor 3 = nilai 51-75 (Berkembang)

Skor 4 = nilai 76-100 (Berkembang Sangat Baik)

Tabel 3.4 Rubrik Penilaian Sikap

No	Aspek Penilaian	Indikator yang Dinilai	Skor (1–4)	Catatan
1.	Gotong Royong	Aktif membantu anggota kelompok lain Bersedia berbagi tugas secara adil Menunjukkan empati dan toleransi dalam kerja tim		
2.	Berpikir Kritis	Bertanya untuk memperdalam pemahaman Mengajukan argumen/logika saat berdiskusi Mampu mengevaluasi ide dengan objektif Menghasilkan ide unik dalam proyek		
3.	Kreativitas	Mencoba pendekatan baru untuk menyelesaikan tugas Menampilkan estetika dalam karya akhir		

Skala:

4 = Sangat Baik

3 = Baik

2 = Cukup

1 = Kurang



3.6 Mengembangkan Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran yang dapat digunakan dalam mengimplementasikan aktivitas pembelajaran yaitu aktifitas pra-pembelajaran, penyajian materi pembelajaran, dan aktivitas tindak lanjut dari kegiatan pembelajaran. Penentu strategi pembelajaran harus didasarkan pada faktor-faktor berikut: (a) Teori terbaru tentang aktifitas pembelajaran, (b) Penelitian tentang hasil belajar, (c) Karakteristik media pembelajaran yang akan digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran, (d) Materi atau substansi yang perlu dipelajari oleh peserta didik, (e) Karakteristik peserta didik yang akan terlibat dalam kegiatan pembelajaran.

1. Target Peserta Didik

Peserta didik SMK Sholihiyah Kelas X Tata Busana

2. Model Pembelajaran

Model Pembelajaran : Project Based Learning (PJBL)
Metode : Diskusi, dan Tanya Jawab
Pendekatan : STEAM

3. Kompetensi Awal

Peserta didik mampu memahami konsep teori pencemaran yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek seperti pengertian, faktor penyebab, jenis polutan, dan cara mengatasinya.

4. Pertanyaan Pemantik

Coba bersihkan dan ambil sampah yang ada dilaci dan bawah meja!

Bagaimanakah sampah tersebut langsung dibuang di Sungai?

Siapa yang rumahnya pernah kebanjiran?

Kenapa bisa terjadi banjir?

Apakah warna air banjir gelap?

5. Kegiatan Pembelajaran

a. Pertemuan Ke-1

Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Waktu
Pendahuluan		
Orientasi/ Persiapan	Guru memberikan salam dan mengajak peserta didik membaca doa sebelum pembelajaran dimulai	10 menit
Apersepsi	Guru memeriksa kehadiran peserta didik Guru memberikan soal pretest pada peserta didik untuk dikerjakan sebagai penilaian awal Guru memberikan apersepsi pada peserta didik, dengan menanyakan Coba bersihkan dan ambil sampah yang ada dilaci dan bawah meja! Bagaimana kalau sampah tersebut langsung dibuang ke sungai? Siapa yang rumahnya pernah kebanjiran? Kenapa bisa terjadi banjir? Apakah warna air banjir gelap?	
Motivasi	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran “Dengan mempelajari materi pencemaran air, kita dapat mengetahui ketergantungan antara manusia dengan lingkungan. Oleh karena itu kita harus mengetahui cara mengolah lingkungan yang baik dan benar, sehingga kita terhindar dari pencemaran lingkungan”	
Kegiatan Inti		
Sintaks PJBL	Tahap Penentuan Pertanyaan Mendasar (Mengumpulkan Informasi) Guru menyampaikan materi singkat tentang pencemaran lingkungan menggunakan PPT Peserta didik mengamati video yang diberikan oleh guru yang berisikan penjelasan tentang pencemaran air (Critical Thinking, Aspek Sains pada STEAM, Menjelaskan fenomena Ilmiah) Peserta didik dan guru melakukan tanya jawab tentang jenis-jenis polutan dan sumbernya pada pencemaran air (Aspek Sains pada STEAM, Menjelaskan fenomena Ilmiah) Guru membagi peserta menjadi beberapa kelompok, kemudian membagikan LKPD dan menjelaskan langkah untuk menyelesaikan LKPD (Collaboration) Peserta didik mengamati video dengan scan code QR yang diberikan oleh guru yang berisikan penjelasan tentang pencemaran air oleh pabrik tekstil (Critical Thinking, Aspek Sains pada STEAM, Menjelaskan fenomena Ilmiah)	60 menit



Peserta didik diminta untuk mengidentifikasi masalah pada video tersebut terkait pencemaran air dan diisikan pada lembar LKPD yang diberikan (Critical Thinking, Collaboration, Aspek Sains pada STEAM, Menjelaskan fenomena Ilmiah)

Tahap Mendesain Perencanaan Produk

Peserta didik diminta melanjutkan mengerjakan LKPD pada tahap 2 dan membuat rancangan kegiatan (menuliskan jenis teknologi, jenis produk, alat bahan, cara pembuatan ecoprint, cara pembuatan produk dari ecoprint, berapa modal dalam pembuatan produk dan berapa harga jual produk) (Critical Thinking, Collaboration, Aspek Teknologi, Enggengering, Art, Matematic pada STEAM, Aspek Sustainability: Sosial Ekonomi dan Lingkungan, Mendesain dan Mengevaluasi Penyelidikan Ilmiah)

Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok terkait produk yang akan dibuat (Collaboration, Critical Thinking)

Tahap Menyusun Jadwal Pembuatan

Peserta didik dibimbing guru membuat kesepakatan waktu untuk menyelesaikan karya sederhana pencemaran air

Penutup

Peserta didik dengan guru menarik kesimpulan kegiatan pembelajaran hari ini
Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya hal-hal yang belum dimengerti
Guru dan peserta didik memberikan apresiasi kepada kelompok yang sudah melakukan presentasi
Peserta didik bersama guru melakukan refleksi dengan bertanya
Apa yang telah kita pelajari hari ini?
Kegiatan apa yang paling kalian sukai dari pembelajaran hari ini?
Peserta didik Bersama guru berdoa untuk menutup kegiatan pembelajaran

b. Pertemuan Ke-2

Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Waktu
Pendahuluan		
Orientasi/ Persiapan	Guru memberikan salam dan mengajak peserta didik membaca doa sebelum pembelajaran dimulai Guru memeriksa kehadiran peserta didik	10 menit
Apersepsi	Guru dan peserta didik bertanya jawab mengenai pembelajaran sebelumnya	
Motivasi	Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari dalam kehidupan sehari-hari	
Kegiatan Inti		
Sintaks PJBL	<u>Tahap Monitoring Keaktifan Peserta didik dan Perkembangan Proyek</u> Peserta didik membawa produk setengah jadi atau 50% pengerjaan produk dan membawa laporan dokumentasi kegiatan yang ada pada LKPD (Creativity, Critical Thinking, Collaboration, Aspek Teknologi, Enggengering, Art, Matematic pada STEAM, Aspek Sustainability: Sosial Ekonomi dan Lingkungan, Mendesain dan Mengevaluasi Penyelidikan Ilmiah) Peserta didik diminta untuk melaporkan perkembangan proyek karya sederhana pencemaran air (Collaboration, Aspek Teknologi, Enggengering, Art, Matematic pada STEAM, Aspek Sustainability: Sosial Ekonomi dan Lingkungan, Mendesain dan Mengevaluasi Penyelidikan Ilmiah) Guru memonitoring kegiatan siswa dalam menyelesaikan proyek karya sederhana pencemaran air dan melakukan penilaian sikap (Aspek Teknologi, Enggengering, Art, Matematic pada STEAM, Aspek Sustainability: Sosial Ekonomi dan Lingkungan, Mendesain dan Mengevaluasi Penyelidikan Ilmiah)	60 menit
Penutup	Peserta didik dengan guru menarik kesimpulan kegiatan pembelajaran hari ini (Collaboaration) Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya hal-hal yang belum dimengerti Peserta didik bersama guru melakukan refleksi dengan bertanya Apa yang telah kita pelajari hari ini? Kegiatan apa yang paling kalian sukai dari pembelajaran hari ini? Peserta didik Bersama guru berdoa untuk menutup kegiatan pembelajaran	



C. Pertemuan ke-3

Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Waktu
Pendahuluan		
Orientasi/ Persiapan	Guru memberikan salam dan mengajak peserta didik membaca doa sebelum pembelajaran dimulai Guru memeriksa kehadiran peserta didik	10 menit
Apersepsi	Guru dan peserta didik bertanya jawab mengenai pembelajaran sebelumnya (Collaboration, Communication)	
Motivasi	Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari dalam kehidupan sehari-hari (Communication)	
Kegiatan Inti		
Sintaks	Tahap Menguji Hasil	
PJBL	Kelompok peserta didik mempresentasikan hasil proyek karya sederhana pencemaran air (Saintifik, Creativity, Critical Thinking, Collaboration, Aspek Sains, Teknologi, Enggengering, Art, Matematic pada STEAM, Aspek Sustainability: Sosial Ekonomi dan Lingkungan, Menterjemahakn Data serta Bukti-Bukti secara Ilmiah) Peserta didik dari kelompok lain, guru dan kelompok yang melakukan presentasi melakukan tanya jawab (Collaboration, Aspek Sains, Teknologi, Enggengering, Art, Matematic pada STEAM, Aspek Sustainability: Sosial Ekonomi dan Lingkungan, Menterjemahakn Data serta Bukti-Bukti secara Ilmiah)	45 menit
Penutup	Setiap kelompok diberikan apresiasi serta saran agar produk yang dihasilkan menjadi lebih baik Peserta didik dengan guru menarik kesimpulan kegiatan pembelajaran hari ini (Collaboaration) Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya hal-hal yang belum dimengerti Peserta didik bersama guru melakukan refleksi dengan bertanya Apa yang telah kita pelajari hari ini? Kegiatan apa yang paling kalian sukai dari pembelajaran hari ini? Tahap Evaluasi Belajar Setiap kelompok melanjutkan mengerjakan tahap 6 pada LKPD yang telah diberikan (Critical Thinking, Collaboration) Guru membagikan lembar posttest pada peserta didik untuk dikerjakan Peserta didik Bersama guru berdoa untuk menutup kegiatan pembelajaran	35 menit

3.7 Penggunaan Bahan Ajar

Bahan ajar yang digunakan pada penelitian ini adalah powerpoint, video pencemaran air, dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Link PPT dan video pencemaran air:

https://drive.google.com/drive/folders/1jHQJG6pgAi3FVmyRe_PyGms8DIlcuiZX?usp=drive_link
<https://youtu.be/wzOI0spZuHc?si=Slm2Bvd4LzCZAtHv>

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Capaian Pembelajaran : Merumuskan gagasan pemecahan masalah pencemaran air yang terjadi dilingkungan sekitar berbasis STEAM bermuatan *sustainability*

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu mendeskripsikan pengertian pencemaran air
2. Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis polutan dan sumber pencemaran air di lingkungan sekitar
3. Peserta didik mampu mengidentifikasi dampak positif dan negatif polutan serta solusi pencemaran air di lingkungan sekitar yang bermuatan *sustainability*
4. Peserta didik mampu menghasilkan Solusi berupa produk berbasis STEAM bermuatan *sustainability* pada materi pencemaran air

Materi Pokok : Pencemaran Lingkungan

Kelas/ Semester : X Tata Busana

Kelompok:

- 1.
- 2.

**Tahap 1: Mendesain pertanyaan mendasar**

Tentukan Permasalahan yang terdapat pada video di bawah dengan mengscan *code QR* menggunakan *handphone*! Kemudian isikan permasalahan yang ada pada kolom yang disediakan!

**Jawablah soal – soal berikut !**

1. Menurut berita yang disampaikan, sungai cileungsi sudah tercemari oleh polutan. Hal itu dibuktikan dengan warna sungai yang hitam dan berbau. Sebutkan jenis-jenis polutan yang dapat menyebabkan pencemaran air!
2. Sungai dapat tercemari karena adanya polutan, contohnya sumber polutan apa saja yang Anda ketahui?
3. Dari video di atas sungai yang tercemari sangat mengganggu aktivitas masyarakat sekitar dan memberikan dampak yang signifikan. Tuliskan dampak negatif dari polutan yang mencemari sungai!
4. Dari semua pernyataan di atas adakah solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran air?

Tahap 2: Mendesain Produk

Hasil diskusi ditulis pada kolom yang sudah disediakan!

1. Temukan beberapa jenis teknologi sederhana yang dapat Anda lakukan untuk menghasilkan produk sebagai solusi membantu mengurangi pencemaran air dari limbah pewarna bahan kimia yang tidak merusak lingkungan!
2. Dari beberapa alternatif jawaban nomor satu tentukan ide teknologi yang dapat memfasilitasi pengembangan potensi di jurusan Tata Busana!
3. Tentukan satu produk dari teknologi tersebut! yang memiliki nilai ekonomi dan sosial namun tidak merusak lingkungan!
4. Buatlah desain/ rancangan produk tersebut yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi bagi masyarakat!

Jenis Teknologi :
Jenis Produk :
Alat dan bahan :
Rancangan :
A. Rancangan Ecoprint
B. Rancangan Produk Ecoprint
C. Rancangan Modal dan Harga Jual

Tahap 3: Menyusun Jadwal

Susun dan rencanakan jadwal pembuatan produkmu dengan mengisi tabel yang sudah disediakan !

No.	Kegiatan	waktu	Tempat



Tahap 4: Monitor Kemajuan Proyek

No.	Hari/ Tanggal	Kegiatan	Hasil	Dokumentasi	Paraf Guru
-----	------------------	----------	-------	-------------	------------

Tahap 5: Menguji proses dan hasil proyek

Silahkan presentasikan hasil proyek kelompokmu ke depan kelas dengan menarik !

Tahap 6: Melakukan Evaluasi Pengalaman

Coba ingat kembali proses pembuatan produk *ecoprint* yang telah kamu pilih. Menurutmu apa saja yang seharusnya diperbaiki dari hasil kerja kelompokmu? Masing-masing anggota kelompok wajib menuliskannya pada kotak dibawah ini !

Isilah pertanyaan dibawah ini !

1. Bagaimana peran individu dalam menjaga keberlanjutan sumber daya air dari pencemaran? Berikan tiga contoh tindakan konkret!
2. Apakah produk yang kamu hasilkan merupakan solusi dari masalah pencemaran air dari limbah pewarna kimia? Mengapa demikian?
3. Apakah produk ini akan berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan? Jelaskan! Deskripsikan produkmu dan sebutkan bahan-bahan yang digunakan apakah dapat mencemari lingkungan sekitar terutama air?
4. Deskripsikan produkmu dan sebutkan bahan-bahan yang digunakan apakah dapat mencemari lingkungan sekitar terutama air?

3.8 Merancang Dan Mengembangkan Evaluasi Formatif

Evaluasi lapangan/ field trial adalah uji coba program sebelum program tersebut digunakan dalam situasi pembelajaran yang sesungguhnya. Untuk menilai kualitas dan efektivitas produk pembelajaran, evaluasi formatif dirancang dan dikembangkan secara bertahap sebelum digunakan secara luas dalam situasi pembelajaran yang sebenarnya. Penelitian ini menggunakan desain *pree-experiment* yaitu *pretest posttest one grup* desain untuk melakukan evaluasi formatif pada siswa kelas X Tata Busana SMK Sholihyyah.

Siswa melakukan pembelajaran berdiferensiasi karena gaya belajar kelas ini adaptif terhadap gaya belajar auditif, visual, dan kinestetik. Siswa sangat terlibat dalam pembelajaran berbasis proyek. Hal ini menunjukkan bahwa desain instruksional dapat menerima berbagai gaya belajar siswa tanpa membedakan perlakuan. Dalam pembelajaran SMK, siswa harus mengambil bagian dalam kegiatan berbasis proyek. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kesadaran akan masalah lingkungan, khususnya pencemaran air. Proyek ini juga mengajarkan siswa konsep dasar tentang mata pelajaran IPAS, seperti sains terapan, teknologi, dan keberlanjutan lingkungan hidup. Evaluasi formatif adalah dasar penting untuk penyempurnaan program pembelajaran karena memastikan bahwa setiap elemen (materi, aktivitas, asesmen, dan instruksi guru) sesuai dengan demografi siswa dan tujuan pembelajaran. Hasil dari proses evaluasi formatif dapat digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki draf program.

Tabel 3.5 Aspek kekurangan Desain Pembelajaran

No	Aspek Observasi
1.	Aspek STEAM dan sustainability masih awam bagi peserta didik
2.	Bahasa yang digunakan terlalu kritis dan sulit dipahami peserta didik
3.	Petunjuk soal kurang jelas

3.9 Melakukan Revisi Terhadap Program Pembelajaran

Langkah terakhir dari proses desain adalah melakukan revisi terhadap draf desain instruksional. Data yang diperoleh dari prosedur evaluasi formatif dirangkum dan ditafsirkan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan yang dimiliki oleh program pembelajaran, evaluasi tidak hanya dilakukan pada draf program pembelajaran saja, tetapi juga pada aspek-aspek desain sistem pembelajaran yang digunakan dalam program, seperti analisis instruksional, entry behavior dan karakteristik peserta didik. Prosedur evaluasi formatif perlu dilakukan pada semua aspek program pembelajaran dengan tujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas program tersebut.

Tabel 3.6 Revisi Desain Pembelajaran

No	Aspek Revisi
1.	Mengenalkan pendekatan STEAM dan sustainability melalui kegiatan pembelajaran
2.	Merevisi bahasa yang digunakan lebih sederhana dan mudah dipahami peserta didik
3.	Memperjelas petunjuk soal agar lebih mudah dipahami peserta didik

3.10 Merancang dan Mengembangkan Evaluasi Sumatif

Evaluasi sumatif dilakukan setelah program selesai dievaluasi secara formatif dan direvisi sesuai dengan standar yang digunakan oleh perancang. Evaluasi sumatif tidak melibatkan perancang program, tetapi melibatkan penilai independen. Dalam penelitian ini menggunakan 1 orang guru IPAS SMK Sholihyyah.

Tabel 3.7 Aspek Penilaian Guru

No	Aspek Penilaian
1.	Siswa lebih aktif dan kreatif dalam mengeksplorasi pengetahuannya
2.	Materi dapat dihubungkan dengan teknologi yang sederhana untuk mengurangi pencemaran air
3.	Sesuai dengan Kurikulum Merdeka di sekolah dan di lingkungan nyata
4.	Pembelajaran lebih engaging karena video langsung dengan lingkungan
5.	Pentingnya lingkungan yang sehat dan tidak tercemar dengan inovasi ecoprint

Kepraktisan produk dinilai oleh guru IPAS Mardiatun Nur, S.Pd., M.Pd. melalui angket berisi 5 pernyataan dengan jawaban Ya atau Tidak. Semua pernyataan dijawab "Ya" (skor 1).

Tabel 3.8 Hasil Angket Kepraktisan Guru

Jumlah Pernyataan	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase
5	5	5	100%

Kategori: Sangat Praktis ($\geq 76\%$). Hal ini menunjukkan bahwa produk LKPD sangat mudah digunakan dan membantu proses pembelajaran.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan desain instruksional model Project Based Learning (PjBL) berbasis STEAM bermuatan *sustainability* pada materi pencemaran air untuk siswa SMK: mengintegrasikan lima aspek STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, dan Mathematics*). Dalam sintak PjBL, juga mengintegrasikan aspek *sustainability* sosial, ekonomi dan lingkungan dengan pola pikir kegiatan dibidang sosial dan menguntungkan secara ekonomi namun tidak merusak lingkungan. Aspek sains, siswa menemukan konsep tentang pencemaran air seperti pengertian, jenis polutan, sumber polutan dan dampak polutan. *Technology, engineering, art, mathematic* diwujudkan pada pemahaman solusi pencegahan dampak negatif pada pencemaran air. Pola pikir *sustainability* mengikuti pola pikir pemahaman tentang pencemaran air dan solusinya. Dan kelengkapan desain instruksional berupa instrumen penilaian, yaitu lembar soal berpikir kritis dan rubrik penilaian kreativitas; dan penggunaan media berupa PPT dan bahan ajar berupa LKPD.

5. DAFTAR PUSTAKA

Atiaturrahmaniah, Ida Bagus, Putu Aryana, and I Wayan Suastra. 2022. "Peran Model Science, Technology, Engineering, Arts, and Math (STEAM) Dalam Meningkatkan Berpikir Kritis Dan Literasi Sains Siswa



- Sekolah Dasar” 7 (2): 368–75.
- Azzahra, Utami, Fitri Arsih, and Heffi Alberida. 2023. “BIOCHEPHY: Journal of Science Education PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT-BASED LEARNING (PjBL) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI: LITERATURE REVIEW” 03 (1): 49–60.
- Dick, Walter, Lou Carey, and James O. Carey. 2009. “Systematic Design of Instruction.”
- Education, Advanced. 2021. “DOI: 10.23917/Ijolae.V3i2.12782 Received: December 2” 3 (2): 130–41. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v3i2.12782>.
- Erna, Kadek, Kembar Ayu, Ketut Agustini, and Made Putrama. 2016. “Pengembangan Desain Instruksional Mata Pelajaran Menerapkan Prinsip-Prinsip Seni Grafis Dalam Desain Komunikasi Visual Di SMK Negeri 1 Sawan.” *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, no. Senapati: 74–78. <http://pti.undiksha.ac.id/senapati74>.
- Espino-Díaz, L, R Luque-González, G Fernández-Caminero, and J L Álvarez-Castillo. 2025. “Exploring the Impact of Project-Based Learning on Sustainable Development Goals Awareness and University Students’ Growth.” *European Journal of Educational Research* 14 (1).
- Hartadiyati, Eny, Wasikin Haryanti, Wiyanto Wiyanto, Ani Rusilowati, and Sri Ngabekti. 2022. “Profil Kesadaran Sustainability Akibat Praktik Pembelajaran Bermuatan Sustainability Pada Mahasiswa Calon Guru Biologi,” 347–53.
- Huda, D Nuril, Edi Hendri Mulyana, Taopik Rahman, Dela Nuril Huda, Edi Hendri Mulyana, and Taopik Rahman. 2024. “Pendekatan STEAM Untuk Pendidikan Anak Usia Dini” 8 (2): 191–98.
- Irdalisa, Irdalisa. 2024. “Jurnal Inovasi Pendidikan IPA Project-Based Learning on STEAM-Based Student’ s Worksheet with Ecoprint Technique: Effects on Student Scientific Reasoning and Creativity Project-Based Learning on STEAM-Based Student’ s Worksheet with Ecoprint Technique” 10 (2): 222–36.
- Mahat, Hanifah, Yazid Saleh, Mohmadisa Hashim, and Nasir Nayan. 2016. “Model Development on Awareness of Education for Sustainable Schools Development in Malaysia.” *Indonesian Journal of Geography* 48 (1): 39–48. <https://doi.org/10.22146/ijg.12446>.
- Marhalah, Al, Jurnal Pendidikan, Islam Volme, and Jurnal Pendidikan Islam. 2019. “Almarhalah | Jurnal Pendidikan Islam,” no. 1: 33–38.
- Mu’minah, Iim Halimatul. 2021. “STUDI LITERATUR: PEMBELAJARAN ABAD-21 MELALUI PENDEKATAN STEAM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ART, AND MATHEMATICS) DALAM MENYONGSONG ERA,” 584–94.
- Nyaaba, Matthew, Bismark Nyaaba Akanzire, Salamatu Haruna Mohammed, and United States. 2024. “Prioritizing STEAM Education from the Start: The Path to Inclusive and Sustainable STEAM Education” 4 (1): 54–69.
- Relmasira, Stefanus C, Agustina Tyas, and Asri Hardini. 2019. “Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar IPA Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)” 3 (3): 285–91.
- Zubaidah, Siti. 2019. “STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran Untuk Memberdayakan Keterampilan Abad Ke-21 [STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Learning to Empower 21st Century Skills].” *Seminar Nasional Matematika Dan Sains*, no. September: 1–18