

## Pengembangan Proyek IPA STEAM Mainan Terbang Daur Ulang di SDTQ Nuurul Waahid Purworejo

Siwi Rikma Kinasih<sup>1</sup>, Nur Ngazizah<sup>2</sup>

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Purworejo

e-mail: [siwirikmakinasih@gmail.com](mailto:siwirikmakinasih@gmail.com)<sup>1</sup>, [ngazizah@umpwr.ac.id](mailto:ngazizah@umpwr.ac.id)<sup>2</sup>

**Abstrak:** Pembelajaran di abad ke-21 menuntut siswa guna bisa memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta komunikatif. Pendekatan STEAM (*Science, Tcehnology, Engineering, Arts, and Mathematics*) ialah salah satu alternatif di mana efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa secara holistik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pembelajaran IPA berbasis STEAM melalui proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang. Kegiatan ini dirancang guna memudahkan siswa memahami konsep gaya, khususnya gaya pada benda elastis, serta menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan. Penelitian dilakukan di kelas IV SDTQ Nuurul Waahid Purworejo memakai model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Siswa dilibatkan dalam seluruh proses mulai dari perencanaan, pembuatan, pengamatan, hingga evaluasi terhadap mainan yang telah dirancang. Hasil menunjukkan bahwa proyek ini efektif meningkatkan keterlibatan siswa, kemampuan berpikir kritis, dan kreativitas dalam memecahkan masalah. Siswa juga mampu memahami perbedaan hasil eksperimen berdasarkan ukuran gelas yang digunakan serta dampak desain terhadap jarak dan durasi terbang. Proyek ini tidak hanya mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21, melainkan juga mendorong terciptanya pembelajaran kontekstual dan bermakna.

**Kata Kunci:** Daur ulang, elastis, gaya, mainan terbang, STEAM

**Abstract:** Learning in the 21<sup>st</sup> century requires students to have critical, creative, collaborative, and communicative thinking skills. The STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) approach is one alternative that is effective in improving student competencies holistically. This study aims to develop STEAM-based science learning through a project to make simple flying toys from recycled materials. This activity is designed to help students understand the concept of force, especially force on elastic objects, and to foster environmental awareness. The study was conducted in grade IV of SDTQ Nuurul Waahid Purworejo using the ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) development model. Students were involved in the entire process from planning, making, observing, to evaluating the toys that had been designed. The results showed that this project was effective in increasing student engagement, critical thinking skills, and creativity in solving problems. Students were also able to understand the differences in experimental results based on the size of the glass used and the impact of design on flight distance and duration. This project not only supports the achievement of 21<sup>st</sup> century competencies but also encourages the creation of contextual and meaningful learning.

**Keywords:** Recycle, elastic, style, flying toys, STEAM

### PENDAHULUAN

Pembelajaran di abad ke-21 menuntut siswa guna bisa memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta komunikatif. Pendekatan STEAM (*Science, Tcehnology, Engineering, Arts, and Mathematics*) ialah salah satu alternatif di mana efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa secara holistik. Pendekatan ini mendorong keterlibatan aktif siswa secara holistik. Pendekatan ini bisa mendorong keterlibatan aktif siswa dalam

pembelajaran berbasis proyek yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan masalah kontekstual di lingkungan sekitar.

Menurut (Rahayu et al., 2023) Faktor yang sangat penting dalam mendukung pembelajaran di sekolah adalah bahan ajar. Bahan ajar adalah komponen isi dari suatu kurikulum yang harus disampaikan kepada siswa (Kosasih, 2021). Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) harus menyatukan antar disiplin ilmu dalam proses pembelajaran yang bermaksud guna memudahkan siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan dapat berinovasi dalam berbagai konteks kehidupan nyata (Hafizhah et al., 2024). Berdasarkan pendapat dari (Wasahua, 2021) Berpikir kritis adalah kemampuan membangun ide, konsep, atau gagasan yang menjawab dari pertanyaan di mana menanyakan kebenaran itu. Selain itu, atau berpikir secara kreatif konsisten sekaligus berkelanjutan yang menghasilkan sesuatu yang baru tetapi tetap sesuai dengan keperluan. Berpikir kritis bisa dikembangkan dengan cara, membaca secara kritis, meningkatkan kemampuan analisis, mengembangkan kemampuan observasi dan mengamati, meningkatkan rasa ingin tahu terhadap sesuatu, dan sebagainya. Guru bisa membantu proses ini dengan cara mengajarkan dan merancang informasi menjadi lebih bermakna sekaligus sesuai dengan kebutuhan siswa.

Di sisi lain, permasalahan lingkungan akibat sampah plastik dan limbah dari rumah tangga menjadi isu di mana penting sekali diajarkan pada anak sejak dini. Sejak Covid-19 sampah limbah terutama plastik sangat meningkat disebabkan oleh perubahan perilaku konsumsi di masyarakat yang mendorong meningkatnya produksi sampah plastik. Sebelum pandemic Covid-19 rata-rata sampah kemasan plastik sebanyak 43 gram/orang/hari, sedangkan pada saat pandemic covid-19 meningkat menjadi 55 gram/orang/hari (Nizar et al., 2025). Menurut (Thamrin et al., 2022) limbah ialah barang di mana sudah tidak terpakai dan dibuang karena sudah tidak terpakai dan sudah tidak mempunyai nilai guna lagi. Praktik membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang ini ialah salah satu bentuk pembelajaran yang menggabungkan berbagai aspek STEAM secara terpadu. Siswa tidak hanya memahami konsep fisika tetapi mereka juga diajak untuk mendesain, menghias, dan secara tidak langsung mereka diajak untuk menjaga lingkungan dengan cara memanfaatkan barang bekas yang bertujuan untuk mengurangi sampah yang masih memiliki nilai guna.

Praktik membuat proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang, mendukung penguatan Profil Pelajar Pancasila yang diumumkan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi di mana siswa harus menyelesaikan proyek yang sudah disiapkan (Nuril Lubaba & Alfiansyah, 2022). Proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang ini dapat mendidik siswa untuk menjadi pelajar yang kreatif, mandiri, bergotong royong, berpikir kritis, dan memiliki rasa kepedulian kepada lingkungan. Situasi ini sangat penting dalam pembentukan generasi penerus yang tidak hanya unggul di bidang pengetahuan, melainkan juga mempunyai karakter dan kepedulian sosial yang kuat. Sebagai solusi untuk menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21 dan masalah lingkungan yang semakin sulit, proyek pengembangan mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang di SDTQ Nuurul Waahid Purworejo dibuat untuk menerapkan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) secara praktis.

Salah satu model pembelajaran di mana sangat cocok dipadukan dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) yakni model pembelajaran PjBL (*Project-Based Learning*) (Fitriyah & Ramadani, 2021). Siswa dilatih untuk mengamati, merancang, menguji, dan mendiskusikan hasil proyek mereka. Proses-proses tersebut dapat mendorong dan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dalam memecahkan masalah yang mereka alami baik dalam menentukan desain, merakit mainan terbang, menghias mainan terbang, kemampuan berkolaborasi, dan kemampuan berkomunikasi dengan teman sekelompoknya. Dengan cara seperti itu, keterampilan abad ke-

21 bisa tercapai secara lebih utuh dan bermakna. Penggunaan bahan bekas juga menjadi salah satu solusi untuk membantu mengurangi permasalahan sampah plastik pasca pandemi. Siswa nantinya akan tumbuh rasa peduli kepada lingkungan sekitar, mandiri, dan lebih inovatif. Proyek ini juga menambah model pembelajaran tematik terpadu pada pendekatan saintifik berbasis karakter. Keterlibatan siswa secara penuh dalam setiap tahapan pembuatan proyek dimulai dari perencanaan, pembuatan, sampai dengan refleksi nantinya akan memberikan pengalaman belajar yang nyata dan relevan. Didalam kelas tidak hanya mendengarkan materi yang dijelaskan oleh guru atau pembimbing, tetapi peserta didik akan terjun secara langsung membuat proyek tersebut. Dengan begitu, proyek ini dapat menciptakan ekosistem belajar yang menyenangkan, bermakna, dan mengarah pada pemecahan masalah nyata di sekitar siswa terutama menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pembelajaran IPA berbasis STEAM melalui proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang. Solusi diatas diharapkan tidak hanya bermanfaat bagi SDTQ Nuurul Waahid saja, tetapi juga bisa diterapkan di sekolah dasar lainnya sebagai praktik baik (*best practice*) dalam pengembangan pembelajaran IPA berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematic*) yang relevan dan kontekstual. Proyek berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematic*) juga dapat diterapkan disekolah dasar sebagai pembelajaran pendidikan karakter berbasis lingkungan.

## METODE

Penelitian ini memakai metode penelitian dan pengembangan (*Research an Development*) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). ADDIE adalah desain instruksional yang difokuskan pada pembelajaran yang menyesuaikan kebutuhan individu, mencakup tahapan pembelajaran langsung hingga yang bersifat jangka panjang, dirancang secara sistematis, dan menerapkan pendekatan sistematis terhadap pengetahuan dan proses belajar manusia (Hidayat & Nizar, 2021). Tujuan dari penggunaan model ADDIE ini, yakni membantu proses pengembangan media untuk mengetahui kebutuhan pembelajaran siswa, merencanakan solusi dari permasalahan, mengembangkan produk, menerapkan dalam situasi nyata, dan tahap akhir yakni melakukan evaluasi terhadap keefektivitasannya.

Data dalam penelitian ini didapat lewat tiga teknik utama, yakni dengan cara observasi, implementasi, dan tes. Ketiga teknik ini digunakan secara terpadu bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai keefektivitasan dari proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang yang membantu peserta didik memahami konsep gaya disekitar kita mengenai benda yang elastis, yang diterapkan pada siswa kelas IV di SDTQ Nuurul Waahid Purworejo. Penelitian ini memakai model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), yang terdiri dari 5 tahapan:

### 1) Analysis (Analisis)

Tahap ini ialah langkah awal dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi langsung dikelas yang memiliki tujuan yakni untuk mendapatkan gambaran nyata tentang kondisi pembelajaran yang sedang berlangsung. Pembelajaran IPA disekolah dasar kebanyakan masih bersifat konvensional, masih banyak guru yang menerapkan metode ceramah, dan media yang digunakan masih sangat terbatas. Peserta didik biasanya cenderung lebih pasif dan kurang terlibat dalam kegiatan eksploratif atau praktikum sederhana yang bisa membantu siswa dalam memperkuat pemahaman terhadap konsep ilmiah. Aktivitas proyek STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) yang diterapkan dalam proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang ini berbasisi proyek atau PjBL (*Project Based Learning*) yang ialah salah satu pendekatan dalam Kurikulum Merdeka (Priyadi et al., 2024).

## 2) Design (Desain)

Kegiatan desain ini adalah proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten didalam proyek tersebut. Yang mana tahap ini dimulai dari mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan proyek yang kemudian mulai dalam proses penyusunan dan pembuatan proyek. Adapun alat-alat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang, yakni sebagai berikut:

- 1) Cup gelas plastik dengan 2 ukuran, yakni ukuran 12 oz dan 16 oz
- 2) Karet gelang
- 3) Isolasi
- 4) Tusuk sate
- 5) Cat warna dan kuas

Kemudian untuk langkah-langkah pembuatan mainan terbang sederhana, yakni sebagai berikut:

- 1) Eratkan bagian bawah dari 2 cup gelas plastik yang berukuran sama satu sama lain memakai isolasi
- 2) Hiaslah bagian dalam dari cup gelas plastik memakai cat warna sesuai dengan imajinasi dan kreativitas masing-masing
- 3) Kemudian untuk membuat pelontarnya, ikatkan 2 karet gelang ditusuk sate
- 4) Mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang siap untuk di luncurkan.

## 3) Development (Pengembangan)

Kerangka konsep yang bertujuan untuk menyusun rancangan proyek yang telah dibuat selama tahap desain. Kemudian, kerangka direalisasikan menjadi proyek yang siap untuk digunakan pada tahap pengembangan. Dalam konteks ini, proyek yang dikembangkan adalah mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan untuk memandu proses pembelajaran dan eksperimen. Langkah pertama dalam tahap pengembangan ini yakni proses pembuatan media dalam bentuk fisik. Mainan terbang sederhana dirancang sesuai dengan tujuan awal yakni untuk membantu peserta didik memahami konsep gaya disekitar kita mengenai benda yang elastis.

Mainan terbang dirancang agar dapat bergerak melayang diudara ketika dilempar atau ditarik dengan bantuan karet gelang. Dalam pengembangannya, media mainan terbang sederhana ini di uji coba untuk memastikan kemudahan penggunaan dan keamanan. Selain itu, Lembar Kerja Siswa (LKS) dikembangkan juga guna mendukung dalam memandu siswa selama proses eksperimen. Lembar Kerja Siswa (LKS) berisi prosedur atau langkah-langkah pembuatan mainan, pertanyaan pemahaman konsep, serta ruang untuk mencatat hasil pengamatan.

Setelah media dan Lembar Kerja Siswa (LKS) dikembangkan, tahap selanjutnya ialah proses validasi internal yang dilakukan oleh rekan sejawat untuk menilai kesesuaian antara media, Lembar Kerja Siswa (LKS), dan tujuan dari pembelajaran yang telah dirancang. Validasi ini juga dilakukan oleh guru berpengalaman berdasarkan aspek kejelasan, kemudahan, dan kesesuaian waktu pelaksanaan. Guru memberikan masukan terhadap aspek-aspek tersebut bahan revisi dan penyempurnaan media sebelum digunakan dalam uji coba pembelajaran.

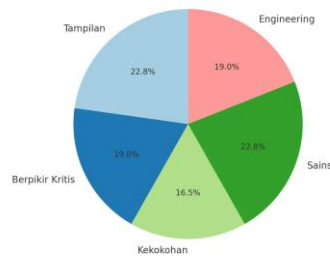
Proyek ini sudah di uji coba atau sudah diterapkan kepada peserta didik di SDTQ Nuurul Waahid Purworejo dan sudah di uji validitas oleh teman sejawat serta guru di SDTQ Nuurul Waahid dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Tahap Validasi atau penilaian teman sejawat

Berdasarkan hasil penilaian, skor total yang didapatkan adalah 79 point dari maksimum 100, yang berada pada kategori baik. Berikut gambar

diagram penilaian mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang yang di nilai oleh teman sejawat:

Distribusi Skor Validasi Media - Siwi Rikma (Kertas Penilaian)



**Gambar 1. Diagram Penilaian Proyek**

Diagram lingkaran ini menunjukkan distribusi skor dari lima aspek penilaian, yakni:

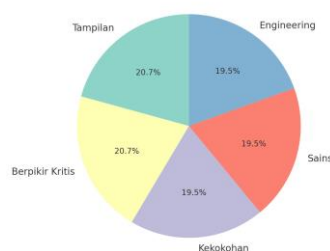
- Tampilan dan Sains mendapatkan nilai tertinggi yakni (22,8%), menandakan kekuatan pada visualisasi media dan pemahaman konsep ilmiah
- Kekokohan mendapatkan skor terendah yakni (16,5%), menunjukkan aspek ini bisa untuk ditingkatkan lebih lanjut agar alat lebih optimal ketika digunakan oleh siswa.
- Distribusi yang merata menunjukkan media ini cukup seimbang dari sisi estetika, fungsional, dan nilai edukatif.

Secara keseluruhan nilai dari validasi manual ini mendapatkan kesimpulan bahwa media pembelajaran ini layak untuk digunakan dengan perbaikan pada aspek kekokohan.

- Tahap Validasi atau penilaian Guru SDTQ Nuurul Waahid Purworejo

Berdasarkan hasil validasi menunjukkan bahwa skor rata-rata pada rentang baik hingga sangat baik, skor tertinggi adalah 17 dan terendah adalah 16 dari total maksimal 20 peraspek. Menunjukkan bahwa peroduk ini sudah memenuhi kriteria kelayakan baik ari segi estetika, fungsi, hingga nilai edukatifnya. Validator menandakan bahwa produk sudah siap untuk diimplementasikan dikelas karena tidak ditemukan saran revisi. Berikut gambar diagram penilaian mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang yang di nilai oleh guru:

Distribusi Skor Validasi Media - Siwi Rikma



**Gambar 2. Diagram Penilaian Proyek**

Diagram lingkaran ini menunjukkan distribusi skor dari lima aspek penilaian, yakni:

- Aspek Tampilan dan Berpikir Kritis mendapat porsi tertinggi yakni (20,7%) dalam total skor
- Tiga aspek lainnya, yakni Kekokohan, Sains, dan Engginering, masing-masing mendapat porsi 19,5%, menunjukkan konsistensi

yang baik untuk semua aspek.

Secara keseluruhan hal ini mencerminkan bahwa media pembelajaran proyek membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang ini mempunyai kualitas yang seimbang antara isi, desain, dan nilai edukatifnya.

#### 4) Implementation (Implementasi)

Penerapan atau implementasi preoyek yang memakai penelitian model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) memiliki tujuan yakni untuk mendapatkan *feed back* atau umpan balik terhadap proyek yang sudah dibuat dan dikembangkan. Proyek yang sebelumnya sudah dirancang dan dibuat dapat digunakan sebagaimana mestinya. Proyek ini diterapkan pada peserta didik kelas IV di SDTQ Nuurul Waahid Purworejo bertujuan untuk memastikan apakah proyek ini efektif untuk pembelajaran dari produk yang telah dibuat.

Langkah pertama dalam tahap implementasi adalah menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa dan menjelaskan pentingnya pemanfaatan bahan daur ulang sebagai wujud dari kepedulian sosial terhadap lingkungan. Selanjutnya, peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok kecil dan diberikan satu set alat dan bahan untuk pembuatan proyek membuat mainan terbang mereka sendiri sesuai prosedur yang telah ditentukan. Dalam proses pembuatan mainan terbang sederhana ini disertai juga dengan pengamatan langsung terhadap cara kerja mainan saat diuji coba. Siswa diminta mencatat hasil pengamatan pada bagian yang telah disediakan dalam Lembar Kerja Siswa (LKS), misalnya seperti jarak tempuh, durasi di udara, dan kesetabilan gerakan mainan terbang saat dilempar atau diluncurkan. Siswa juga diajak untuk melakukan refleksi terhadap bahan yang digunakan, serta mengevaluasi efektivitas desain mainan mereka.

Tahap implementasi ini menjadi bagian penting dalam tahap pengujian efektivitas media pembelajaran dan LKS dalam menukung pencapaian tujuan pembelajaran. Hasil dari tahap ini akan digunakan untuk mengevaluasi dan merevisi perangkat pembelajaran sebelum digunakan secara lebih luas.

#### 5) Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi adalah tahap akhir yang bertujuan untuk menilai efektivitas keseluruhan dari proses pembelajaran, termasuk media, Lembar Kerja Siswa (LKS), dan ketercapaian tujuan pembelajaran. Selain itu untuk memberi umpan balik kepada pengguna proyek, sehingga perbaikan dapat dilakukan sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum terpenuhi oleh proyek yang telah dikembangkan. (Auliya & Ngazizah, n.d.).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Hasil*

Penelitian ini menghasilkan perangkat pembelajaran IPA berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) yang terintegrasi dalam praktik membuat mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang berupa cup gelas plastik. Proyek ini memungkinkan anak-anak terlibat secara langsung dan aktif dalam semua tahapan dan proses, mulai dari eskplorasi sampai tahap evaluasi produk.

Sebelum mengujikan proyek pada masyarakat, peneliti melakukan tahapan-tahapan berikut:

#### 1) Tahap implementasi produk di kelas

Produk diujikan dikelas IV di SDTQ Nuurul Waahid Purworejo yang sistematisnya, yakni bekerja dalam kelompok untuk merancang dan membuat mainan terbang dari cup gelas plastik, menggabungkan unsur kreativitas dalam

menghias cup gelas, melakukan percobaan, dan teknik sederhana.



**Gambar 3. Membuat Produk**

2) Tahap Evaluasi dan Refleksi

Siswa menguji mainan terbang sederhana yang telah mereka buat, mencatat jarak tempuh, mencatat durasi, dan membandingkan desain atau ukuran cup gelas plastik yang paling efektif. Mereka juga membuat kesimpulan tentang hubungan antara desain dan hasil terbang.

Hasil dari pengamatan siswa dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Kelompok	Percobaan 1 (Cup 12 oz)	Percobaan 2 (Cup 16 oz)
1	Jarak terbang lebih jauh dan durasi di udara lebih lama	Jarak terbang lebih dekat dan durasi di udara singkat
2	Jarak terbangnya lebih dekat dan durasi diudara lebih singkat	Jarak terbang jauh dan durasi diudara lebih lama
3	Jarak terbang lebih jauh dan durasi diudara lebih lama	Jarak diudara lebih dekat dan durasi di udara lebih singkat
4	Jarak terbangnya lebih dekat dan durasi di udara lebih singkat	Jarak terbangnya lebih jauh dan durasi diudara lebih lama
5	Jarak terbangnya lebih jauh dan durasi diudara lebih lama	Jarak terbang lebih dekat dan durasi di udara singkat

**Tabel 1. Hasil Pengamatan Proyek Setiap Kelompok**

Hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik tidak seragam atau tidak sama antara satu peserta didik dengan peserta didik lainnya, baik dalam aspek pemahaman konsep, keterampilan praktik, maupun kerja sama tim. Perbedaan hasil dari tiap kelompok bisa disebabkan karena perbedaan tingkat pemahaman siswa terhadap konsep gaya dorong dan benda elastis, bisa juga disebabkan karena keterampilan motorik dan ketelitian saat melakukan peluncuran berbeda-beda.

3) Tahap Observasi terhadap Aktivitas Siswa

Selama tahap implementasi produk, siswa menunjukkan:

Kelompok	Berpikir Kritis	Kolaboratif	Kreatif	Antusiasme
1	Cukup	Cukup	Amat Baik	Amat Baik
2	Baik	Baik	Amat Baik	Baik

3	Cukup	Cukup	Baik	Cukup
4	Baik	Baik	Baik	Baik
5	Cukup	Cukup	Amat Baik	Amat Baik

**Tabel 2. Hasil Observasi Siswa per-Kelompok**

Dari tabel diatas, bisa dilihat bahwa sebagian besar kelompok menunjukkan keterlibatan aktif dan antusiasme yang cukup tinggi. Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dalam kegiatan ini dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dapat dilihat dari cara mereka mengidentifikasi masalah sejak awal, membuat hipotesis, mencatat data, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen.

4) Potensi Produk untuk diterapkan Lebih Luas

Produk pembelajaran yang dikembangkan layak untuk diterapkan dalam konteks sekolah dasar. Keunggulan produk antara lain yakni:

- 1) Ramah lingkungan dan murah karena memanfaatkan bahan daur ulang
- 2) Fleksibel untuk di sesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa
- 3) Relevan dengan tujuan pendidikan abad 21 yang menekankan integrasi pengetahuan lintas disiplin, berpikir kritis, dan pembelajaran berbasis proyek.

Berikut beberapa identifikasi dan aspek STEAM adalah:

1. *Science*

Fokus kepada pemahaman alam dan dunia sekitar bisa melalui observasi, eksperimen, dan analisis ilmiah.

2. *Technology*

Melibatkan pemakaian alat, sistem, dan aplikasi digital atau mekanik untuk membantu dalam memecahkan masalah

3. *Engineering*

Proses merancang dan membangun solusi yang bisa digunakan.

4. *Art*

Menambahkan elemen estetika, ekspresi kreatif, dan desain agar solusi menjadi lebih menarik, fungsional, dan bermakna.

5. *Mathematics*

Digunakan untuk menghitung, menganalisis data, mengenali pola, dan membuat model logis dari suatu permasalahan

Adapun langkah-langkah EDP yaitu:

1. *Ask*

Langkah awal yaitu mengidentifikasi tujuan dan masalah atau kebutuhan yang ingin diselesaikan.

2. *Imagine*

Tahap *brainstorming* dimana semua ide diterima tanpa langsung dinilai,yaitu membayangkan atau berimajinasi mengenai berbagai ide atau solusi.

3. *Plan*

Tahap memilih ide terbaik dan mulai merencanakan langkah pembuatannya.

4. *Creat*

Pembuatan prototipe, tahap dimana ide diwujudkan menjadi bentuk nyata.

5. *Improve*

Mengevaluasi hasil dan memperbaiki jika ada kekurangan

6. Hasil Diskusi

Melibatkan refleksi dan diskusi bersama kelompok. Saling bertukar pikiran satu sama lain tentang pengalaman mereka selama proses, hasil yang di capai, dan perbaikan yang di lakukan.

## 7. Presentasi

Tahap terakhir yaitu menyajikan hasil kerja didepan teman atau guru.

### **Pembahasan**

Pengembangan proyek mainan terbang dari bahan daur ulang berbahan cup gelas plastik dalam pembelajaran IPA berbasis STEAM ialah upaya inovatif untuk menciptakan pembelajaran yang aktif, menyenangkan, dan bermakna. Berdasarkan hasil implementasi terbatas, pendekatan ini mampu mengintegrasikan konsep-konsep sains dengan unsur teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara kontekstual (Sari et al., 2021).

#### 1. Integrasi aspek STEAM dalam Proyek Mainan Terbang

Setiap elemen STEAM terwakili secara jelas dalam aktivitas pengembangan proyek:

- a. **Science:** Dari segi Science, siswa mempelajari konsep gaya dorong, gaya gravitasi, elastisitas karet, dan hambatan udara yang memengaruhi jarak dan arah terbang mainan. Merka diajak untuk mengamati bagaimana benda bisa terbang, apa yang menyebabkan benda melayang, serta bagaimana arah dan kekuatan angin memengaruhi pergerakan benda. Proses ini memberikan dasar awal bagi pemahaman ilmiah yang lebih kompleks di kemudian hari.
- b. **Technology:** Walaupun teknologi dalam konteks pendidikan di usia dini tidak melibatkan perangkat digital secara langsung, pendekatan ini tetap menghadirkan pemahaman dasar tentang alat dan fungsinya. Anak-anak belajar bahwa mereka bisa memakai alat sederhana seperti gunting, lem, dan selotip sebagai bagian dari merakit mainan terbang. Selain itu anak-anak juga di ajari konsep penggunaan kembali (reuse) bahan-bahan yang dianggap sudah tidak berguna. Mereka memakai cup gelas bekas, tusuk sate bekas, dan bahan lain untuk membuat produk baru. Hal ini mengajarkan kepada mereka bahwa teknologi tidak hanya sebatas pada hal digital, tetapi juga mencakup inovasi dan pemecahan masalah memakai alat-alat sederhana. Bisa disimpulkan bahwa kegiatan ini secara tidak langsung mengajarkan dan menanamkan pemahaman tentang daur ulang dan keberlanjutan lingkungan, yang ialah bagian penting dari literasi teknologi dan tanggung jawab sosial sejak dini. Siswa mengamati dan mencoba berbagai ukuran cup gelas serta banyaknya lilitan karet untuk meningkatkan fungsi mainan.
- c. **Engineering:** Siswa merancang dan merakit mainan terbang memakai bahan bekas, melakukan uji coba, dan melakukan modifikasi desain untuk mencapai jarak terbang yang lebih baik. Aspek rekayasa pada proyek ini sangat kental terlihat dalam proses perencanaan dan perakitan mainan terbang. Anak-anak diajak untuk merancang model mainan dengan mempertimbangkan bentuk, ukuran, dan material yang digunakan.
- d. **Art:** Siswa mendekorasi mainan terbang dengan gambar, warna, dan bentuk yang menarik, melatih estetika dan ekspresi diri. Elemen seni muncul dalam tahap desain visual mainan. Anak-anak mereka bebas untuk menghias mainan mereka dengan warna, pola, dan ornamen sesuai selera dan imajinasi mereka masing-masing. Mereka memakai cat warna untuk mempercantik hasil karya. Proses ini mendorong kreativitas dan ekspresi diri anak. Seni atau Arts dalam kegiatan ini tidak hanya berfungsi sebagai estetika, tetapi juga sebagai medium penguatan identitas diri dan motivasi intrinsik anak.



**Gambar 4. Proses Pengamatan**

- e. Mathematics: Siswa mengukur dan mencatat jarak terbang mainan dan membandingkan hasilnya dengan cup gelas yang berbeda. Konsep matematika diterapkan secara kontekstual yakni melalui pengukuran dan perbandingan. Anak-anak akan diajak untuk mengukur waktu serta sejauh mana mainan dapat terbang di udara. Integrasi aspek numerik secara ilmiah dalam aktivitas ini membantu anak mengembangkan dasar logika dan keterampilan berhitung yang bermakna.

Pendekatan ini mendorong siswa berpikir kritis, bekerja sama dalam kelompok, dan menyelesaikan melalui proses desain dan eksperimen.

## 2. Pemanfaatan Daur Ulang

Pemanfaatan cup gelas plastik bekas sebagai bahan utama memiliki dampak positif secara lingkungan dan edukatif (Hasibuan, 2023). Siswa belajar bahwa barang bekas bisa dimanfaatkan kembali menjadi sesuatu yang bermanfaat dan menyenangkan. Hal ini tidak hanya meningkatkan kesadaran terhadap isu sampah plastik, tetapi juga menanamkan nilai kreativitas, tanggung jawab, dan ekonomi berkelanjutan. Selain itu, bahan daur ulang seperti cup gelas, karet gelang, dan tusuk sate sangat mudah didapatkan, murah, dan aman yang digunakan oleh siswa sekolah dasar. Proyek ini juga menjadi solusi pembelajaran yang ramah lingkungan dan hemat biaya.

## 3. Nilai Edukatif dan Potensi Pengembangan

Proyek mainan terbang dari bahan daur ulang ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai bagian dari pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*). Selain untuk pembelajaran IPA, aktivitas ini dapat diperluas untuk mengajarkan topik-topik lain seperti energi, lingkungan, bahkan kewirausahaan.

## 4. Pentingnya STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) di Kehidupan Abad-21

Penerapan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Arts, and Mathematics*) memiliki implikasi yang sangat penting dalam mengembangkan bidang sains dan teknologi dalam pendidikan. Tujuan utama dari penerapan pendekatan STEAM adalah untuk mengajarkan peserta didik berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Menurut (Maritsa et al., 2021) dengan memasukkan aspek teknologi kedalam pembelajaran, siswa diajak untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang dan menemukan solusi yang inovatif.

Pendidikan STEAM mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan masa depan dengan membekali mereka dengan keterampilan adaptasi, kolaborasi lintas disiplin, dan apresiasi terhadap nilai-nilai budaya. Hal ini sejalan dengan kebutuhan dunia kerja yang menuntut individu mampu berpikir kritis, kreatif, dan memiliki kemampuan komunikasi yang efektif.

Namun, implementasi STEAM disekolah dasar menghadapi tantangan, seperti keterbatasan sumber daya, kurangnya pelatihan guru, dan kurikulum yang belum sepenuhnya mendukung integrasi lintas disiplin (Nikmatin Mabsutsah & Yushardi, 2022). Untuk mengatasi hal ini, diperlukan strategi seperti pelatihan guru secara berkelanjutan, pengembangan modul pembelajaran yang sesuai dengan konteks lokal, dan dukungan dari pihak sekolah serta orang tua.

5. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning*) dalam Konteks STEAM  
Pendekatan STEAM yang diimplementasikan melalui praktik pembuatan mainan terbang dari bahan daur ulang sejalan dengan prinsip pembelajaran berbasis PjBL (Anggraini et al., 2022). Model PjBL ini menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam menyelesaikan proyek nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah. Siswa tidak hanya belajar tentang konsep gaya dan gerak dalam fisika, tetapi juga mengembangkan keterampilan merancang, menguji, dan mengevaluasi produk yang mereka buat.
6. Penguatan Literasi Sains dan Lingkungan melalui Pembelajaran STEAM  
Pembelajaran IPA berbasis STEAM dengan memanfaatkan bahan daur ulang juga berkontribusi dengan penguatan literasi sains dan kesadaran lingkungan siswa. Menurut (W et al., 2020) Permasalahan sampah di Indonesia belum mampu diselesaikan dengan baik, jadi pengintegrasian IPA berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) yang memanfaatkan sampah daur ulang ini dapat membantu mengatasi permasalahan sampah yang ada di Indonesia. Dengan terlibat langsung dalam proses pembuatan mainan terbang, siswa memahami pentingnya pengelolaan sampah dan dampaknya terhadap lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEAM dalam mendaur ulang sampah plastik menjadi produk bernilai guna dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan kreativitas siswa.
7. Tantangan dan Strategi Implementasi Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar  
Walaupun pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) adalah inovasi dalam pendidikan yang sangat relevan dengan kebutuhan peserta didik abad ke-21 (Angga et al., 2022) . Integrasi antar bidang ilmu ini tidak hanya membantu siswa menguasai kompetensi kognitif, tetapi juga menumbuhkan kreativitas, kolaborasi, pemecahan masalah, dan berpikir kritis. Meskipun berbagai keunggulan tersebut menjadikan pendekatan STEAM sangat potensial diterapkan dalam pembelajaran di sekolah dasar, realitas di lapangan menunjukkan adanya tantangan yang signifikan dalam proses implementasinya. Meskipun demikian implementasi STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) memiliki banyak manfaat, implementasinya di sekolah dasar menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan sumber daya, kurangnya pelatihan guru, dan kurikulum yang belum sepenuhnya mendukung integrasi lintas disiplin. Menurut (Efwindi et al., 2021) Untuk mengatasi hal ini, diperlukan strategi seperti pelatihan guru secara berkelanjutan, pengembangan modul pembelajaran yang sesuai dengan konteks lokal, dan dukungan dari pihak sekolah serta orang tua. Menurut keberhasilan implementasi STEAM sangat bergantung pada kesiapan dan dukungan dari berbagai pihak terkait. Tantangan Implementasi STEAM di sekolah dasar sebagai berikut:
  - a. Keterbatasan Sumber Daya  
Salah satu tantangan utama dalam mengimplementasikan pendekatan STEAM adalah keterbatasan sumber daya, baik dalam bentuk alat, bahan, maupun fasilitas pendukung. Banyak sekolah dasar, terutama di daerah terpencil dan tertinggal, belum memiliki laboratorium sains, alat peraga, atau ruang kelas yang mendukung pembelajaran berbasis proyek. Ketiadaan sumber daya ini membuat guru kesulitan melaksanakan proyek eksperimen atau pembuatan produk, yang ialah inti dari pendekatan STEAM.
  - b. Kurangnya Pelatihan dan Pemahaman Guru  
Guru memegang peran krusial dalam keberhasilan implementasi STEAM. Namun, masih banyak guru sekolah dasar yang belum memiliki pemahaman

menyeluruh tentang konsep STEAM dan bagaimana mengintegrasikannya dalam kurikulum. Keterbatasan pelatihan dan pembinaan membuat guru merasa kesulitan dalam merancang pembelajaran yang bersifat lintas disiplin, padahal kurikulum SD cenderung terstruktur dalam mata pelajaran yang terpisah.

- c. Kurikulum yang Belum Sepenuhnya Mendukung  
Walaupun Kurikulum Merdeka telah memberi ruang bagi pembelajaran berbasis proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila, dalam praktiknya tidak semua sekolah memahami dan mampu menerapkan fleksibilitas kurikulum ini. Banyak guru masih terbebani oleh tuntutan administrasi, penilaian berbasis angka, serta kekhawatiran terhadap pencapaian target konten. Hal ini menyebabkan implementasi STEAM, yang membutuhkan waktu dan pendekatan tematik, sulit untuk dijalankan secara konsisten.
  - d. Kendala Waktu  
Pembelajaran STEAM berbasis proyek biasanya memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan metode konvensional. Guru perlu merancang proyek, menyiapkan alat dan bahan, membimbing siswa dalam proses eksplorasi, serta melakukan refleksi dan penilaian. Dalam kondisi jadwal pembelajaran yang padat dan ketat, guru kerap mengalami kesulitan mengalokasikan waktu secara optimal.
  - e. Variasi Kemampuan Siswa  
Di jenjang sekolah dasar, kemampuan siswa dalam berpikir abstrak dan bekerja mandiri sangat bervariasi. Tidak semua siswa memiliki kemampuan yang sama dalam menyelesaikan proyek atau memahami konsep ilmiah yang kompleks. Guru harus mampu menyesuaikan pendekatan dengan karakteristik siswa agar pembelajaran tetap inklusif dan efektif.
  - f. Minimnya Dukungan Eksternal  
Kurangnya keterlibatan orang tua, pihak sekolah, dan pemangku kebijakan juga menjadi hambatan dalam pelaksanaan STEAM. Padahal, pendekatan ini menuntut kolaborasi antara guru, orang tua, dan lingkungan sebagai ekosistem pembelajaran yang saling mendukung. Ketika guru bekerja sendiri tanpa dukungan sistem, maka pelaksanaan STEAM hanya akan menjadi proyek sesaat, bukan bagian dari budaya belajar yang berkelanjutan.
8. Potensi Pengembangan dan Replikasi Model Pembelajaran  
Model pembelajaran IPA berbasis STEAM melalui praktik pembuatan mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang mempunyai potensi untuk bisa dikembangkan dan direplikasi diberbagai konteks pembelajaran lain. Misalnya, konsep serupa bisa diterapkan dalam pembelajaran matematik melalui proyek daur ulang bahan bekas menjadi karya seni. Pengembangan lebih lanjut dapat melibatkan kolaborasi antar guru dari berbagai mata pelajaran untuk menciptakan proyek lintas disiplin yang lebih kompleks dan bermakna bagi siswa. Sementara itu, dalam pembelajaran seni dan budaya, pendekatan ini dapat dimodifikasi menjadi proyek daur ulang bahan bekas menjadi karya seni, seperti patung dari botol plastik, kolase dari kertas bekas, atau instalasi seni tematik lingkungan. Hal ini akan memberikan ruang ekspresi bagi siswa dan memperkuat nilai-nilai estetika serta kreativitas (Rahmawati et al., 2020) . Lebih jauh lagi, pengembangan model ini dapat dilakukan melalui kolaborasi antar guru dari berbagai bidang studi untuk menciptakan proyek lintas disiplin yang lebih kompleks dan bermakna. Misalnya, guru IPA, matematika, seni, dan PPKn dapat merancang satu proyek tematik bersama dengan fokus pada isu lingkungan. Kolaborasi ini tidak hanya memperkuat integrasi antar mata pelajaran, tetapi juga menumbuhkan keterampilan

berpikir sistemik, komunikasi, dan kerja tim yang sangat penting dalam dunia nyata. Dengan fleksibilitasnya, model ini dapat diterapkan secara luas di berbagai jenjang pendidikan dan dalam berbagai konteks lokal.

9. Langkah-langkah STEAM

<b>Instrumen Penelitian dengan Aspek STEAM</b>	<b>Deskripsi</b>
<b>Ask</b> (Menanyakan permasalahan)	Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait gaya dorong, gaya pegas, dan penggunaan benda elastis dalam kehidupan sehari-hari.
<b>Imagine</b> (Membayangkan cara membuat)	Siswa dapat membayangkan atau memperkirakan cara kerja mainan terbang dengan memanfaatkan karet gelang sebagai sumber gaya.
<b>Plan</b> (Merancang/menyusun eksperimen)	Siswa menyusun rencana eksperimen pembuatan mainan terbang sederhana dari bahan daur ulang. Alat dan bahan yang digunakan, yakni: <ol style="list-style-type: none"><li>1) Cup gelas plastik dengan 2 ukuran, yakni ukuran 12 oz dan 16 oz</li><li>2) Karet gelang</li><li>3) Isolasi</li><li>4) Tusuk sate</li><li>5) Cat warna dan kuas</li></ol>
<b>Creat</b> (Membuat eksperimen sesuai dengan petunjuk)	Langkah-langkah atau proses percobaan: <ol style="list-style-type: none"><li>1) Siapkan masing-masing 2 cup gelas plastik dengan ukuran yang berbeda yakni 2 cup gelas dengan ukuran 12 oz dan 2 cup gelas dengan ukuran 16 oz.</li><li>2) Eratkan bagian bawah dari 2 cup gelas plastik yang berukuran sama memakai isolasi</li><li>3) Kemudian hiaslah bagian dalam dari cup gelas plastik memakai cat warna sesuai dengan imajinasi dan kreativitas masing-masing.</li><li>4) Untuk membuat pelontarnya memakai 2 karet yang diikatkan di ujung dari tusuk sate</li><li>5) Mainan terbang sederhana dari cup gelas plastik siap untuk duncurkan dengan cara melilitkan karet pelontar dibadan cup gelas.</li></ol>
<b>Improve</b> (Mengevaluasi hasil eksperimen)	Uji coba yang dilakukan terdapat 2 kali percobaan dalam eksperimen ini. Percobaan ini memiliki perbedaan pada ukuran cup gelas, yakni cup gelas yang pertama berukuran 12 oz dan cup gelas kedua berukuran 16 oz. Pada perbedaan ini akan menimbulkan sikap berpikir kritis siswa dalam menarik kesimpulan terkait perbedaan hasil pengamatan masing-masing

	percobaan.
<b>Hasil Diskusi</b>	Siswa aktif dalam diskusi kelompok, mampu membuat kesimpulan tentang pengaruh gaya terhadap gerakan mainan serta melakukan refleksi dari eksperimen yang dilakukan.
<b>Presentasi</b>	Siswa dapat mempresentasikan proses pembuatan dan hasil eksperimen mainan terbang dengan bahasa yang jelas dan runtut.

**Tabel 3. Langkah-langkah STEAM**

## **PENUTUP**

Pembelajaran IPA berbasis STEAM melalui praktik pembuatan mainan terbang dari bahan daur ulang memberikan kontribusi signifikan dalam menciptakan suasana pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan relevan dengan tuntutan abad ke-21. Pendekatan ini tidak hanya memfasilitasi penguasaan konsep-konsep ilmiah secara lebih konkret, tetapi juga mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis, keterampilan berkomunikasi, kolaborasi, serta kreativitas peserta didik. Melalui kegiatan ini, siswa diajak untuk memahami bahwa proses belajar tidak terbatas pada teori di dalam kelas, melainkan juga melalui eksplorasi langsung, eksperimen, dan rekayasa sederhana yang menyenangkan.

Penggunaan bahan daur ulang sebagai media utama dalam praktik pembelajaran tidak hanya menjadi solusi atas permasalahan pembelajaran konvensional yang cenderung pasif dan terpusat pada guru, tetapi juga menyentuh aspek kepedulian lingkungan hidup. Siswa tidak hanya belajar tentang gaya, gerak, atau konsep ilmiah lainnya, namun juga memperoleh pemahaman tentang pentingnya pengurangan sampah plastik dan pemanfaatan kembali barang bekas menjadi produk yang bernilai guna. Nilai-nilai edukatif yang tertanam mencakup kesadaran lingkungan, tanggung jawab sosial, dan keberlanjutan, menjadikan kegiatan ini tidak hanya bermakna secara akademis tetapi juga secara moral.

Proyek mainan terbang dari cup gelas plastik juga menjadi bentuk implementasi nyata dari pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) yang menuntut siswa untuk menyelesaikan suatu tugas secara mandiri maupun kolaboratif, dengan beragam keterampilan yang dilatih dalam satu kegiatan terpadu. Setiap aspek dari pendekatan STEAM—baik itu ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, seni, dan matematika—dapat diaplikasikan secara alami dalam proses ini. Keberhasilan integrasi berbagai disiplin ilmu ini mencerminkan bahwa pembelajaran tematik yang mengaitkan kehidupan nyata dapat memberikan dampak yang jauh lebih dalam dan bertahan lama dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mengalami peningkatan dalam aspek kognitif, tetapi juga dalam aspek afektif dan psikomotorik. Mereka menjadi lebih percaya diri dalam menyampaikan pendapat, lebih gigih dalam memecahkan masalah teknis, dan lebih antusias dalam menyelesaikan tantangan. Proyek ini juga memberikan ruang bagi ekspresi seni dan estetika siswa, yang seringkali terpinggirkan dalam pembelajaran sains tradisional. Hal ini menunjukkan pentingnya pendekatan interdisipliner dalam membentuk individu yang utuh dan adaptif terhadap perubahan zaman.

Dengan demikian, pengembangan model pembelajaran IPA berbasis STEAM melalui praktik membuat mainan terbang dari bahan daur ulang sangat direkomendasikan untuk diimplementasikan secara lebih luas dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar. Model ini tidak hanya relevan dengan kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila, tetapi juga ialah solusi inovatif dalam menyikapi tantangan pendidikan di era digital dan berkelanjutan. Ke depan, proyek ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menjangkau topik-topik pembelajaran lainnya, menjalin kolaborasi lintas mata pelajaran, serta membuka peluang keterlibatan masyarakat dalam pendidikan yang lebih ekologis dan transformatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angga, A., Abidin, Y., & Iskandar, S. (2022). Penerapan Pendidikan Karakter dengan Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1046–1054. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2084>
- Anggraini, D. P., Saputri, D. A., Ukhriyah, A., Wijayanti, N. T., Silvian, L. B., Suryanti, Rahmawati, I., & Damayanti, M. I. (2022). Implementasi Model PjBL Berbasis STEAM Pada Kelas IV SD : Mobil Bertenaga Angin. *Journal of Science, Education and Studies*, 237–248. Diambil dari <https://journal.um-surabaya.ac.id/J-SES/article/view/16596>
- Auliya, F. N., & Ngazizah, N. (n.d.). *Proyek STEAM Kipas Angin Mini Memakai Barang Bekas*. 5(2), 136–150. <https://doi.org/10.37729/jpd.v5i2.5318>
- Efwinda, S., Qadar, R., Rananda, N., Maburrah, F. F., & Setiyawan, R. (2021). Pelatihan Pembelajaran STEAM bagi Guru IPA SMP di Kalimantan Timur. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(4), 447. <https://doi.org/10.20527/btjpm.v3i4.4074>
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Penerapan Metode Project Based Learning. *Journal of Education*, 3(1), 7. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v1i1.76>
- Hafizhah, I., Iswandi, I., & Susiawati, I. (2024). Analisis Pembelajaran Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Pelajaran IPA Kelas V. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 1828–1841. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative%0AAAnalisis>
- Hasibuan, M. R. R. (2023). Manfaat Daur Ulang Sampah Organik Dan Anorganik Untuk Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Lingkungan*, 2(3), 1–11. <https://doi.org/10.31219/osf.io/yb42t>
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI)*, 1(1), 28–38. <https://doi.org/10.15575/jipai.v1i1.11042>
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Maritsa, A., Hanifah Salsabila, U., Wafiq, M., Rahma Anindya, P., & Azhar Ma'shum, M. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Nikmatin Mabsutsah, & Yushardi, Y. (2022). Analisis Kebutuhan Guru terhadap E Module Berbasis STEAM dan Kurikulum Merdeka pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 205–213. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.588>
- Nuril Lubaba, M., & Alfiansyah, I. (2022). Analisis Penerapan Profil Pelajar Pancasila Dalam Pembentukan Karakter Peserta Didik Di Sekolah Dasar. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 9(3), 687–706. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v9i3.576>
- Nizar, M., Putra, A., Zahrani, N. A., Zahra, T. A., Bella, B. C., Hariyadi, A. G., Fadhila, D. S., Akrom, S., Abiyyu, A., Rini, R., & Firdausi, K. (2025). Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan. *Aktivisme : Jurnal Ilmu Pendidikan, Politik dan Sosial Indonesia*. 2(1), 154-165. <https://doi.org/10.62383/aktivisme.v2i1.725>
- Priyadi, M. S., Rachmatia, M., Al Hadi, I. A., & Suhariyanti, M. (2024). Kendala Implementasi Kurikulum Merdeka Di Sekolah Dasar. *Griya Cendikia*, 9(1), 114–121. <https://doi.org/10.47637/griyacendikia.v9i1.1094>
- Rahayu, S., Pendidikan, M., Universitas, D., & Purwokerto, M. (2023). “ Rain in A Bottle ”, Inovasi Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Primary*, 2(2), 92–101. Diambil dari <https://primary.ump.ac.id/index.php/primary/article/view/52>
- Rahmawati, N. R., Izazi, S. Z., Muna, N., Ni'mah, U., & Fawzi, T. (2020). Bentuk

- Kolaborasi Guru Bimbingan dan Konseling dengan Guru Mata Pelajaran dalam Mengatasi Permasalahan Peserta Didik. *Jurnal Al-Tazkiah*, 9(2), 155–172. <https://doi.org/10.20414/altazkiah.v9i2.2819>
- Sari, P. N., Jumadi, & Ekayanti, A. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Math) Untuk Penguatan Literasi-Numerasi Siswa. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 1(2), 89–96. <https://doi.org/10.53769/jai.v1i2.90>
- Thamrin, M., Ardilla, D., & Ketaren, B. R. (2022). Inovasi Minuman Probiotik Berbasis Limbah Kulit Kopi. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(6), 4439. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i6.10733>
- W, R., Anwar, & Yuda, S. (2020). Jurnal SIPILsains. *JUrnal Sipilsains*, 10 2(September), 151–156. <http://ithh.journal.ipb.ac.id/index.php/p2wd/article/view/22930>
- Wasahua, S. (2021). Konsep Pengembangan Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif Peserta Didik di Sekolah Dasar. *Horizon Pendidikan*, 16(2), 73. <https://www.jurnal.iainambon.ac.id/index.php/hp/article/view/2741>