

## Analisis Bahan Ajar Fisika Kelas X Berdasarkan Pilar *Education for Sustainable Development (ESD)* dan *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM)*

Sri Wahyuni<sup>1,2\*</sup>, Nur Khoiri<sup>1</sup>, Fenny Roshayanti<sup>1</sup> dan Mega Novita<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Pascasarjana Pendidikan IPA, Universitas PGRI Semarang  
Jl Sidodadi Timur No. 24, Semarang 50232, Central Java, Indonesia

<sup>2</sup> Guru Fisika, SMA Negeri 1 Pamotan Rembang  
Jl. Lasem Km 01 Pamotan Rembang

\* E-mail: [yhoe.niiz@gmail.com](mailto:yhoe.niiz@gmail.com), [novita@upgris.ac.id](mailto:novita@upgris.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bahan ajar Fisika kelas X yang ditinjau dari dua perspektif penting, yaitu pilar *Education for Sustainable Development (ESD)* dan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM)*. Metode penelitian menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif. Populasi dalam penelitian ini yaitu bahan ajar Fisika kelas X yang digunakan oleh guru di Kabupaten Rembang. Instrumen penelitian berupa check list instrumen analisis berdasarkan indikator pilar ESD dan komponen STEAM untuk mendapatkan data. Hasil penelitian menemukan bahwa bahan ajar yang digunakan sudah mengimplementasikan pilar ESD dan STEAM dengan persentase kemunculan rata-rata 12% untuk pilar sosial budaya, 36% untuk pilar lingkungan, 16% untuk pilar ekonomi, 87% pada komponen *Science*, 50% pada komponen *technology*, 57% pada komponen *engineering*, 77% pada *art*, dan 40% pada komponen *mathematic*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa implementasi pilar ESD dan STEAM dalam bahan ajar masih rendah.

**Kata kunci:** bahan ajar, ESD, STEAM

### Abstract

*This study aims to analyze the teaching materials for grade X physics from two important perspectives, namely the ESD (Education for Sustainable Development) pillar and the Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) approach. The research method uses descriptive qualitative research. The population in this study was teaching materials for grade X physics used by teachers in Rembang Regency. The research instrument was a checklist of analysis instruments based on indicators of the Education for Sustainable Development pillars and STEAM components to obtain data. The results of the study found that the teaching materials used had implemented the ESD and STEAM pillars with an average percentage of occurrence of 12% for the socio-cultural pillar, 36% for the environmental pillar, 16% for the economic pillar, 87% in the Science component, 50% in the technology component, 57% in the engineering component, 77% in art, and 40% in the mathematics component. The results show that the implementation of the pillars of ESD and STEAM pillars in teaching books was still low.*

**Keywords:** teaching material, ESD, STEAM

## PENDAHULUAN

Pendidikan saat ini telah menempatkan pembelajaran yang holistik dan multidisiplin sebagai fokus utama. Hal ini terlihat dari pengembangan kurikulum merdeka yang bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang memiliki keterampilan dan kompetensi yang

lebih *holistic*, multidisiplin dan bebas berinovasi, serta mampu menghadapi tantangan global yang semakin kompleks (Alawi et al., 2022; Jenderal et al., 2020; Sopiansyah et al., 2022; Suryaman, 2020; Vhalery et al., 2022). Salah satu mata pelajaran yang juga memegang peranan penting dalam mencapai tujuan tersebut adalah fisika. Fisika

merupakan salah satu mata pelajaran yang memegang peranan penting dalam pengembangan keterampilan dan pemahaman peserta didik mengenai dunia sekitar mereka (Satriawan & Rosmiati, 2017). Dalam konteks pembelajaran fisika, salah satu komponen yang penting adalah media pembelajaran berupa bahan ajar (Herry Hernawan et al., n.d.). Pengembangan bahan ajar yang relevan dan efektif menjadi suatu hal yang sangat penting untuk mencapai tujuan pembelajaran yang holistik dan multidisiplin (Hamid et al., 2020; Nurbaeti, 2019; Panduan Pengembangan Bahan Ajar, n.d.). Namun, dalam menghadapi tantangan global saat ini, pendidikan juga perlu memperhatikan konsep-konsep seperti ESD dan STEAM untuk menghasilkan peserta didik yang lebih siap dalam menghadapi masa depan (Unesco., 2017; Widarti & Roshayanti, 2021). STEAM merupakan pendekatan pembelajaran yang memberikan pada peserta didik untuk memperluas pengetahuan, sains, humaniora secara bersamaan mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, komunikasi, kepemimpinan, ketangguhan, kreativitas (Nurhikmayati, 2019; Sibaweihi et al., 2021). Bahan ajar yang dikembangkan dengan pendekatan STEAM dan ESD dapat membantu peserta didik memperluas pengetahuan dalam berbagai bidang ilmu dan mengembangkan keterampilan abad 21 secara bersamaan.

Bahan ajar mempunyai peran yang sangat penting dalam pembelajaran (Novita et al., 2017; Permawati & Muslim, n.d.). Beberapa penelitian tentang analisis bahan ajar fisika telah dilaporkan (Kurnia & Fathurohman, n.d.; Nisa Umi Fatimah & Siswanto, 2022). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rina Wijayanti 2021, memberikan saran untuk melakukan pengembangan bahan ajar berbasis ESD (Wijayanti et al., 2021). Menurut Safrida Yuni 2020 dalam penelitiannya menunjukkan bahwa bahan ajar fisika yang beredar umumnya belum menekankan pada pendekatan STEAM (Yuni, 2020). Implementasi STEAM berorientasi ESD dalam pembelajaran fisika mampu mengatasi persoalan kesulitan belajar peserta didik (Widarti & Roshayanti, 2021). Penelitian Pengembangan bahan ajar fisika, telah

dilakukan dengan berbagai pendekatan untuk meningkatkan pemahaman dan berfikir kritis dan kreatif peserta didik (Oktaviani & Gunawan, 2017). Namun demikian, tetap perlu dilakukan analisis terhadap bahan ajar fisika kelas X ditinjau dari perspektif ESD dan STEAM. Karena Pembelajaran fisika di kelas X merupakan tahap awal bagi peserta didik untuk mempelajari konsep-konsep dasar fisika yang akan menjadi dasar bagi pemahaman mereka pada jenjang berikutnya tentang fenomena alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Saat ini pembelajaran SMA di Kabupaten Rembang menggunakan bahan ajar yang ditulis oleh beberapa penerbit yang menjadi acuan oleh masing-masing guru seperti terbitan Kemendikbudristek, Erlangga, Bumi Aksara, Mediatama, dan Intan Pariwara. Namun, tanpa evaluasi terhadap kualitas bahan ajar yang digunakan, tidak dapat dipastikan apakah peserta didik dapat memahami konsep-konsep fisika dengan baik dan memenuhi tujuan pembelajaran yang diharapkan (Hernil et al., 2022). Selain itu, dunia pendidikan saat ini juga semakin mempertimbangkan aspek berkelanjutan (Nugraha, 2019; Setiawan, 2016) dan integrasi pendekatan STEAM dalam pembelajaran (Adlina, 2022; Lestari, 2021). Hal ini yang mendasari bahan ajar fisika kelas X perlu dievaluasi dalam konteks tersebut. Penelitian ini akan menganalisis sejauh mana bahan ajar fisika kelas X yang terdiri dari materi pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global mendukung konsep ESD dan STEAM Sehingga akan diketahui implementasi keduanya dalam bahan ajar tersebut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berguna bagi para guru dalam pengembangan bahan ajar yang lebih baik dan relevan dengan kebutuhan peserta didik saat ini.

## METODE/EKSPERIMEN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif-deskriptif. Penelitian deskriptif kualitatif adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk

mendeskripsikan suatu fenomena atau keadaan yang ada pada saat penelitian dilakukan dengan menggunakan data yang bersifat kualitatif (Soendari, n.d.). Penelitian ini mengutamakan proses penelitian didasarkan pada fenomena dan bukti-bukti nyata di lapangan. Tahapan dalam penelitian deskriptif kualitatif adalah perencanaan, pengumpulan data, analisis data, interpretasi data, dan pelaporan (Yuliani, 2018). Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menentukan topik penelitian yaitu analisis bahan ajar fisika kelas X Kurikulum Merdeka. Langkah berikutnya dengan melakukan survei bahan ajar fisika kelas X Kurikulum Merdeka yang digunakan di sekolah-sekolah yang ada di Kabupaten Rembang. Dari hasil survei semua bahan ajar, dipilih 5 buah bahan ajar yang mayoritas digunakan oleh peserta didik dan guru yaitu di SMA 1 pamotan, SMA 1 Lasem, SMA 3 Rembang, serta SMA 1 Rembang. Objek penelitian ini adalah bahan ajar fisika kelas X Kurikulum Merdeka antara lain terbitan dari Kemendikbud Ristek, Intan Pariwara, Erlangga, Mediatama, dan Bumi Aksara. Selanjutnya, penyebutan nama masing-masing buku ajar ini, ditulis dengan buku 1, buku 2, buku 3, buku 4, dan buku 5. Bahan ajar yang dianalisis meliputi materi pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global. Bagian yang dianalisis dalam bahan ajar fisika kelas X ini adalah kalimat, paragraf, gambar, tabel, link website, dan barcode. Teknik pengumpulan data dengan observasi bahan ajar dan analisis bahan ajar, serta dokumentasi.

Pada tahap pengumpulan data, langkah-langkah pertama yang dilakukan adalah menganalisis setiap pernyataan pada halaman yang dianalisis dan mencocokkannya dengan indikator ESD dan STEAM yang ada pada lembar check list. indikator ESD meliputi pilar ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sedangkan untuk indikator pendekatan STEAM, bisa dilihat dari aspek dasarnya yaitu pernyataan yang mendorong keterampilan peserta didik dalam bidang *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*. Analisis dilakukan pada setiap materi mulai pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global pada kelima bahan ajar. Kemudian, setiap indikator yang

terpenuhi pada setiap pernyataan akan dijumlahkan pada masing-masing materi. Langkah berikutnya yaitu membuat persentase kemunculan indikator ESD dan STEAM untuk setiap perspektif pada masing-masing materi. Untuk menghitung persentase perspektif ESD menggunakan perhitungan seperti ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah indikator ESD muncul}}{\text{jumlah seluruh indikator ESD}} \times 100\% \quad (1)$$

Sedangkan untuk menghitung persentase implementasi STEAM menggunakan perhitungan Seperti ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah indikator STEAM muncul}}{\text{jumlah seluruh indikator STEAM}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil dari perhitungan persentase tersebut kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel untuk masing-masing materi. Hal ini dilakukan agar informasi yang dihasilkan dapat disajikan secara visual dan mudah dipahami. Grafik dan tabel tersebut akan memperlihatkan jumlah kemunculan setiap indikator ESD dan STEAM pada setiap materi, sehingga akan memberikan gambaran yang jelas tentang sejauh mana bahan ajar tersebut memenuhi kriteria pembelajaran yang berkelanjutan dan mendorong pengembangan keterampilan STEAM pada peserta didik. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan data untuk mengetahui rerata kemunculan setiap indikator ESD dan STEAM pada semua bahan ajar di seluruh materi. Hasil perhitungan rerata ini juga akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Sehingga dapat memberikan gambaran yang mudah dipahami tentang seberapa besar indikator ESD dan STEAM muncul dalam bahan ajar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

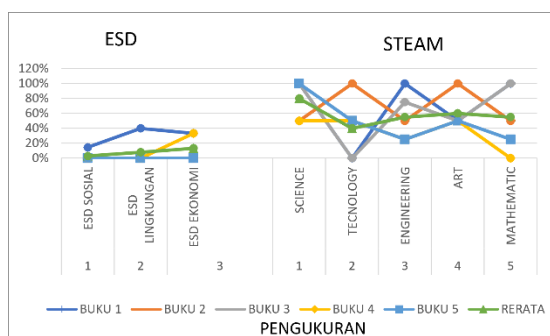
Hasil penelitian yang dilakukan merupakan grafik dan tabel kemunculan indikator ESD dan STEAM pada bahan ajar fisika kelas X pada materi pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global. Aspek

yang dianalisis pada komponen ESD yaitu aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. sedangkan indikator yang dianalisis pada komponen STEAM yaitu aspek *Science*, *Teknologi*, *Engineering*, *Art*, dan *Mathematics*. Berikut analisis data hasil penelitian dan pembahasan pada masing-masing materi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase kemunculan Indikator ESD dan STEAM pada materi Pengukuran.

NO	KOMPONEN ESD	BUKU 1	BUKU 2	BUKU 3	BUKU 4	BUKU 5	RERATA
1	ESD SOSIAL	14%	0%	0%	0%	0%	2,86%
2	ESD LINGKUNGAN	40%	0%	0%	0%	0%	8,00%
3	ESD EKONOMI	33%	0%	0%	33%	0%	13,33%
KOMPONEN							
NO	STEAM	BUKU 1	BUKU 2	BUKU 3	BUKU 4	BUKU 5	RERATA
1	SCIENCE	100%	50%	100%	50%	100%	80,00%
2	TECNOLOGY	0%	100%	0%	50%	50%	40,00%
3	ENGINEERING	100%	50%	75%	25%	25%	55,00%
4	ART	50%	100%	50%	50%	50%	60,00%
5	MATHEMATICS	100%	50%	100%	0%	25%	55,00%

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, pada materi pengukuran diperoleh rata-rata kemunculan tiga pilar ESD yaitu pilar sosial 2,86%, pilar lingkungan 8%, dan pilar ekonomi 13,33%. Dari data tersebut, pilar ekonomi mempunyai persentase paling tinggi dibandingkan dengan pilar sosial dan lingkungan. Sedangkan rata-rata kemunculan aspek STEAM meliputi aspek *science* 80%, aspek *technology* 40%, aspek *engineering* 55%, aspek *art* 60%, dan aspek *mathematic* 55%. Dari data tersebut aspek *science* mempunyai persentase tertinggi dibandingkan dengan aspek yang lain. Gambar data hasil analisis untuk masing-masing bahan ajar pada materi pengukuran bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan indikator pilar ESD dan STEAM dengan presentase kemunculan pada materi pengukuran setiap bahan ajar.

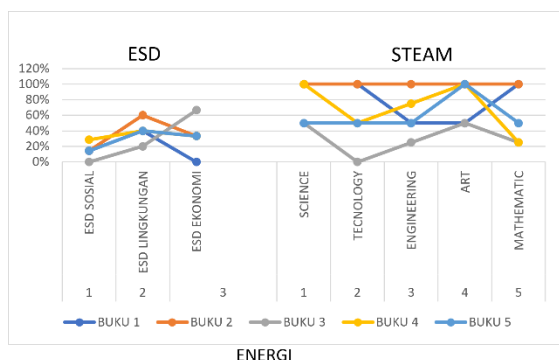
Berdasarkan Gambar 1, buku 1

mempunyai frekuensi kemunculan indikator ESD dan STEAM lebih besar dibandingkan dengan buku yang lainnya. Untuk indikator STEAM buku 4 mempunyai prosentase paling sedikit dibandingkan dengan buku yang lain. Untuk buku 2, buku 3, dan buku 5 belum menunjukkan adanya kemunculan indikator ESD. Tabel analisis data hasil penelitian pada materi energi untuk persentase kemunculan tiap indikator ESD dan STEAM ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase kemunculan Indikator ESD dan STEAM pada materi Energi.

NO	KOMPONEN ESD	BUKU 1	BUKU 2	BUKU 3	BUKU 4	BUKU 5	RERATA
1	ESD SOSIAL	14%	14%	0%	29%	14%	14,29%
2	ESD LINGKUNGAN	40%	60%	20%	40%	40%	40,00%
3	ESD EKONOMI	0%	33%	67%	33%	33%	33,33%
KOMPONEN							
NO	STEAM	BUKU 1	BUKU 2	BUKU 3	BUKU 4	BUKU 5	RERATA
1	SCIENCE	100%	100%	50%	100%	50%	80,00%
2	TECNOLOGY	100%	100%	0%	50%	50%	60,00%
3	ENGINEERING	50%	100%	25%	75%	50%	60,00%
4	ART	50%	100%	50%	100%	100%	80,00%
5	MATHEMATIC	100%	100%	25%	25%	50%	60,00%

Berdasarkan Tabel 2 tersebut, pada materi energi diperoleh rata-rata kemunculan tiga pilar ESD yaitu pilar sosial 14,29%, pilar lingkungan 40%, dan pilar ekonomi 33,33%. Dari data tersebut, pilar lingkungan mempunyai persentase paling tinggi dibandingkan dengan pilar sosial dan ekonomi. Sedangkan rata-rata kemunculan aspek STEAM meliputi aspek *science* 80%, aspek *technology* 60%, aspek *engineering* 60%, aspek *art* 80%, dan aspek *mathematic* 60%. Dari data tersebut aspek *science* dan *art* mempunyai persentase tertinggi dibandingkan dengan aspek yang lain. Grafik hubungan indikator ESD dan STEAM dengan presentase kemunculan untuk masing-masing bahan ajar pada materi energi ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan indikator pilar ESD dan STEAM dengan presentase kemunculan pada materi Energi setiap bahan ajar.

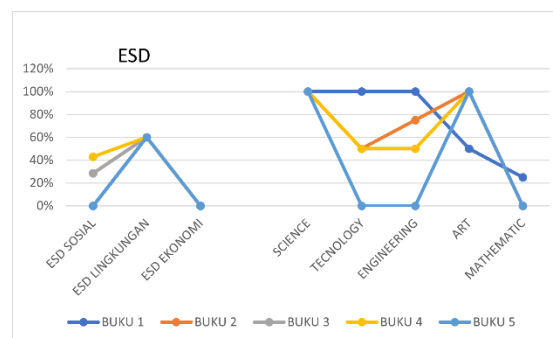
Berdasarkan Gambar 2 tersebut buku 3 mempunyai frekuensi kemunculan indikator ESD dan STEAM lebih sedikit dibandingkan dengan buku yang lainnya. Masing-masing buku sudah muncul indikator ESD dan STEAM. Buku 4 menunjukkan kemunculan indikator ESD tertinggi. Sedangkan buku 2 menunjukkan kemunculan indikator STEAM tertinggi. Untuk data hasil analisis materi pemanasan global akan dijabarkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Persentase kemunculan Indikator ESD dan STEAM pada materi Pemanasan Global.

NO	KOMPONEN ESD	BUKU 1	BUKU 2	BUKU 3	BUKU 4	BUKU 5	RERATA
1	ESD SOSIAL	0%	29%	29%	43%	0%	20,00%
2	ESD LINGKUNGAN	60%	60%	60%	60%	60%	60,00%
3	ESD EKONOMI	0%	0%	0%	0%	0%	0,00%
KOMPONEN STEAM							
NO	STEAM	BUKU 1	BUKU 2	BUKU 3	BUKU 4	BUKU 5	RERATA
1	SCIENCE	100%	100%	100%	100%	100%	100,00%
2	TECNOLOGY	100%	50%	50%	50%	0%	50,00%
3	ENGINEERING	100%	75%	50%	50%	0%	55,00%
4	ART	50%	100%	100%	100%	100%	90,00%
5	MATHEMATIC	25%	0%	0%	0%	0%	5,00%

Berdasarkan Tabel 3 tersebut, pada materi pemanasan global diperoleh rata-rata kemunculan tiga pilar ESD yaitu pilar sosial 20%, pilar lingkungan 60%, dan pilar ekonomi 0%. Dari data tersebut, pilar ekonomi belum muncul sama sekali pada semua bahan ajar. Sedangkan rata-rata kemunculan aspek STEAM meliputi aspek *science* 100%, aspek *technology* 50%, aspek *engineering* 55%, aspek *art* 90%, dan aspek *mathematic* 5%. Dari data tersebut aspek *science* selalu muncul pada semua bahan ajar. hubungan indikator ESD dan STEAM dengan presentase kemunculan untuk masing-masing bahan ajar

pada materi pemanasan global disajikan dalam Gambar 3.



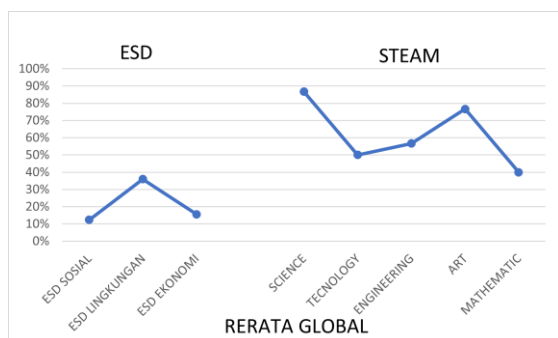
Gambar 3. Grafik hubungan indikator pilar ESD dan STEAM dengan presentase kemunculan pada materi pemanasan global pada setiap bahan ajar.

Berdasarkan Gambar 3 tersebut buku 5 mempunyai frekuensi kemunculan indikator ESD dan STEAM lebih sedikit dibandingkan dengan buku yang lainnya. Indikator pilar ekonomi belum muncul pada semua bahan ajar. Sedangkan indikator pilar lingkungan muncul disemua baku ajar. Hasil presentase rata-rata kemunculan indikator pilar ESD dan STEAM pada kelima bahan ajar untuk seluruh materi ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Persentase rata-rata kemunculan Indikator ESD dan STEAM pada semua bahan ajar untuk seluruh materi.

No	Komponen ESD	Rata-rata muncul
1	Sosial	12 %
2	Lingkungan	36 %
3	Ekonomi	16 %
No	Komponen STEAM	Rata-rata muncul
1	<i>Science</i>	87 %
2	<i>Technology</i>	50 %
3	<i>Engineering</i>	57 %
4	<i>Art</i>	77 %
5	<i>Mathematics</i>	40 %

Untuk mempermudah memahami data hasil analisis, selain disajikan dalam bentuk tabel juga disajikan dalam bentuk grafik. Dalam grafik diperlihatkan hubungan indikator pilar ESD dan STEAM dengan persentase kemunculannya pada kelima bahan ajar untuk seluruh materi. Grafik hubungan ini bisa ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik persentase kemunculan pilar ESD dan STEAM pada kelima bahan ajar untuk seluruh materi

Pada Tabel 4, yang diperjelas dengan Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis bahan ajar fisika berdasarkan kemunculan pilar ESD dan STEAM pada seluruh materi ini lebih didominasi oleh komponen STEAM. Komponen *science* menjadi yang paling dominan dengan kemunculan sebesar 87%, diikuti oleh *engineering* 57%, *art* 77%, *technology* 50%, dan *mathematic* 40%. Hal ini menunjukkan pendekatan STEAM yang kuat dalam pembelajaran fisika dengan menggabungkan berbagai aspek ilmu dan seni. Sementara itu, dalam pilar ESD, aspek lingkungan mendapatkan perhatian yang signifikan dengan persentase kemunculan sebesar 36%, menunjukkan pentingnya memahami dan mengintegrasikan isu-isu lingkungan dalam mata pelajaran fisika. Namun, aspek sosial 12% dan ekonomi 16% muncul dengan proporsi yang lebih rendah, menunjukkan bahwa bahan ajar ini kurang menekankan aspek sosial dan ekonomi dalam konteks pembelajaran fisika.

## PEMBAHASAN

Pilar ESD yang ditemukan pada kelima buku, muncul pada paragraf-paragraf, pertanyaan, pernyataan, gambar, tabel beserta keterangannya, komentar, serta tugas-tugas. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada bahan ajar fisika kelas X pada materi pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global, terdapat kemunculan indikator ESD dan STEAM pada setiap materi yang diteliti.

Pada materi pengukuran, terdapat tiga

pilar ESD yang dianalisis, yaitu pilar sosial, lingkungan, dan ekonomi. Dari hasil penelitian, pilar ekonomi mempunyai persentase paling tinggi dibandingkan dengan pilar sosial dan lingkungan. Sementara itu, pada aspek STEAM, aspek *science* mempunyai persentase tertinggi dibandingkan dengan aspek yang lain. Pada materi energi terbarukan, dari tiga pilar ESD yang dianalisis, yaitu pilar sosial, lingkungan, dan ekonomi, didapatkan dari hasil analisis bahwa pilar lingkungan mempunyai persentase paling tinggi dibandingkan dengan pilar sosial dan ekonomi. Sementara itu, pada aspek STEAM, aspek *science* dan *art* mempunyai persentase tertinggi dibandingkan dengan aspek yang lain. Pada materi pemanasan global, pilar ekonomi dalam ESD belum muncul sama sekali pada semua bahan ajar. Sementara itu, pada aspek STEAM, aspek *science* dan *art* mempunyai persentase tertinggi dibandingkan dengan aspek yang lain.

Berdasarkan data hasil analisis bahan ajar fisika kelas X secara keseluruhan, menunjukkan persentase dan tingkat kemunculan indikator ESD dan STEAM masih rendah dengan persentase kemunculan rata-rata 12% untuk pilar sosial budaya, 36% untuk pilar lingkungan, 16% untuk pilar ekonomi, 87% pada komponen *Science*, 50% pada komponen *technology*, 57% pada komponen *engineering*, 77% pada *art*, dan 40% pada komponen *mathematic*. Pada ketiga materi yang diteliti, pilar lingkungan memiliki persentase kemunculan yang paling tinggi pada pilar ESD, sementara aspek *science* memiliki persentase kemunculan tertinggi pada aspek STEAM. Hal ini menunjukkan sudah adanya kesadaran akan pentingnya aspek lingkungan dan sains dalam pembelajaran fisika yang berkelanjutan. Selain itu, perlu dilakukan pengembangan bahan ajar yang lebih memperhatikan pilar sosial dan ekonomi dalam aspek ESD agar peserta didik dapat memahami dampak sosial dan ekonomi dari topik-topik yang dipelajari dalam fisika.

Data hasil penelitian terkait dengan aspek STEAM, dapat disimpulkan bahwa implementasi STEAM pada pembelajaran fisika sudah dilakukan, namun masih perlu ditingkatkan agar seluruh aspek STEAM

terintegrasi dengan baik pada setiap materi pembelajaran fisika. Dalam hal ini, pendekatan pembelajaran STEAM dapat membantu guru fisika untuk menciptakan pembelajaran yang lebih bervariasi, menarik, dan berbasis proyek, sehingga peserta didik dapat lebih aktif dan kreatif dalam proses belajar-mengajar.

Hasil penelitian analisis bahan ajar fisika kelas X ini dapat dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Penelitian sebelumnya telah menekankan pentingnya bahan ajar dalam pembelajaran fisika, yang konsisten dengan temuan dari penelitian ini (Kurnia & Fathurohman, n.d.; Nisa Umi Fatimah & Siswanto, 2022; Wijayanti et al., 2021; Widarti & Roshayanti, 2021). Namun, penelitian ini berfokus pada aspek penting yaitu analisis bahan ajar dengan mempertimbangkan perspektif ESD dan STEAM. Hasilnya menunjukkan bahwa, dalam konteks ESD, perhatian terhadap aspek sosial dan ekonomi dalam bahan ajar masih terbatas, dengan persentase kemunculan yang rendah. Temuan ini mencerminkan kesadaran yang terbatas terhadap isu-isu sosial dan ekonomi dalam konteks pembelajaran berkelanjutan. Selain itu, dalam konteks STEAM, meskipun telah ada implementasi, masih diperlukan upaya lebih lanjut untuk mengintegrasikan semua aspek STEAM dengan baik dalam setiap materi pembelajaran fisika. Hasil ini konsisten dengan temuan penelitian terdahulu yang mengindikasikan bahwa pembelajaran fisika belum sepenuhnya mengadopsi pendekatan STEAM (Yuni, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini memberikan wawasan yang berharga tentang tantangan dan peluang dalam pengembangan bahan ajar fisika yang memadukan pendekatan ESD dan STEAM, khususnya dalam meningkatkan pemahaman peserta didik tentang isu-isu sosial, ekonomi, lingkungan, dan ilmu pengetahuan secara holistik.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pilar

lingkungan dan aspek *science* adalah komponen ESD dan STEAM yang paling banyak muncul pada bahan ajar fisika kelas X pada materi pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global. Namun demikian, komponen ekonomi dan aspek *mathematics* masih perlu lebih diperhatikan agar terintegrasi dengan lebih baik dalam bahan ajar tersebut. Untuk mengembangkan cara berpikir kritis peserta didik dalam menyelesaikan masalah tentang keberlanjutan tanpa merugikan generasi mendatang, ada beberapa saran yang dapat diberikan. Saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan peningkatan pada bahan ajar untuk memperkuat komponen ekonomi dan aspek *mathematics* sehingga terjadi integrasi yang lebih baik antara ESD dan STEAM. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan para ahli di bidang ekonomi dan matematika dalam pengembangan bahan ajar, serta meningkatkan pelatihan bagi para guru dalam mengintegrasikan aspek ESD dan STEAM dalam pembelajaran. Sekolah harus menggunakan bahan ajar yang memiliki pilar ESD dengan persentase yang tinggi. Sekolah juga harus menggunakan bahan ajar yang memiliki komponen STEAM dengan persentase yang tinggi. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi dan peningkatan secara berkala pada bahan ajar, dengan memperhatikan kemunculan indikator ESD dan STEAM pada setiap materi. Evaluasi ini dapat dilakukan oleh para ahli di bidang pendidikan dan lingkungan, serta melibatkan peserta didik dalam proses penilaian dan perbaikan bahan ajar. Disarankan juga untuk Penulis buku agar menambahkan pilar ESD dan STEAM pada materi-materi dalam penulisan bahan ajar berikutnya.

Dengan demikian, diharapkan bahan ajar fisika kelas X pada materi pengukuran, energi terbarukan, dan pemanasan global dapat lebih baik dalam mengintegrasikan aspek ESD dan STEAM sehingga peserta didik dapat lebih memahami dan mengapresiasi keterkaitan antara sains, teknologi, lingkungan, ekonomi, dan matematika dalam kehidupan sehari-hari.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas hibah Penelitian Tesis Magister melalui Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) dengan nomor kontrak 182/E5/PG.02.00.PL/2023. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada guru-guru SMA di Kabupaten Rembang atas kontribusinya dalam penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan.

## REFERENSI

- Abi Hamid, M., Rahmi Ramadani, Masrul, Juliana, Meilani Safitri, Muhammad Munsarif, Jamaludin, & Janner Simarmata. (2020). *Media Pembelajaran*. [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=npLzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=Nr9z9xOXTW&sig=EGAEjPrmiqh oA9zKySGddNRosG8&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=npLzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=Nr9z9xOXTW&sig=EGAEjPrmiqh oA9zKySGddNRosG8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Adlina, N. (2022). Inovasi Pembelajaran di Masa Pandemi COVID-19 dengan Pendekatan STEAM di Era Society 5.0. *JURNAL SYNTAX IMPERATIF: Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 2(6), 120. <https://doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v2i6.134>
- Alawi, D., Sumpena, A., Supiana, S., & Zaqiah, Q. Y. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka Pasca Pandemi Covid-19. *EDUKATIF: JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 4(4), 5863–5873. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3531>
- Hernil, \*, Gummah, S., Herayanti, L., Fisika, P., Sains, F., & Terapan, D. (2022). *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*. 10(1), 24. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v10i1.5861>
- Herry Hermawan, A., Dra Hj Permasih, Mp., & Laksmi Dewi, Mp. (n.d.). *PENGEMBANGAN BAHAN AJAR*.
- Jenderal, D., Tinggi, P., Pendidikan, K., & Kebudayaan, D. (2020). *Buku Panduan Merdeka Belajar-Kampus Merdeka*.
- Kurnia, F., & Fathurohman, A. (n.d.). *ANALISIS BAHAN AJAR FISIKA SMA KELAS XI DI KECAMATAN INDRALAYA UTARA BERDASARKAN KATEGORI LITERASI SAINS*.
- Lestari, S. (2021). Pengembangan Orientasi Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Fisika melalui Pembelajaran PjBL-STEAM Berbantuan Spectra-Plus. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(3). <https://doi.org/10.51169/ideguru.v6i3.243>
- Nisa Umi Fatimah, F., & Siswanto, J. (2022). *ANALISIS KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS SISWA VII SMP MENGGUNAKAN MODUL POE BERBASIS ESD PADA MATERI LISTRIK STATIS*.
- Novita, I. A., Handono, S., Prastowo, B., & Wahyuni, S. (2017). "Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030" *PERAN BAHAN AJAR MULTIMEDIA INTERAKIF TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS (KPS) SISWA KELAS X SMA* (Vol. 2).
- Nugraha, A. (2019). Pentingnya Pendidikan Berkelanjutan Di Era Revolusi Industri 4.0. *Majalah Ilmiah Pelita Ilmu*, 2(1). <https://doi.org/10.37849/mipi.v2i1.118>
- Nurbaeti, R. U. (2019). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING UNTUK SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 5(1). <https://doi.org/10.31949/jcp.v5i1.1233>
- Nurhikmayati, I. (2019). Implementasi STEAM Dalam Pembelajaran Matematika. *Didactical Mathematics*, 1(2). <https://doi.org/10.31949/dmj.v1i2.1508>
- Oktaviani, W., & Gunawan, S. (2017). *PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KONTEKSTUAL UNTUK*



**MENINGKATKAN PENGUASAAN  
KONSEP SISWA: Vol. III (Issue 1).**

- Panduan Pengembangan Bahan Ajar.* (n.d.).
- Permawati, H., & Muslim, M. (n.d.). *Peran Strategis Buku Ajar dalam Meningkatkan Pemahaman Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Fisika.*
- Satriawan, M., & Rosmiati, R. (2017). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KONTEKSTUAL DENGAN MENINGTEGRASIKAN KEARIFAN LOKAL UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA MAHASISWA. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 6(1), 1212. <https://doi.org/10.26740/jpps.v6n1.p1212-1217>
- Setiawan, I. (2016). UPAYA MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN MELALUI PENDIDIKAN LINGKUNGAN. *Jurnal Geografi Gea*, 7(1). <https://doi.org/10.17509/gea.v7i1.1715>
- Sibaweihi, N., Patel, R. G., Guevara, J. L., Gates, I. D., & Trivedi, J. J. (2021). Real-time steam allocation workflow using machine learning for digital heavy oil reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.108168>
- Soendari, O. T. (n.d.). *METODE PENELITIAN DESKRIPITIF.*
- Sopiansyah, D., Masrurroh, S., Zaqiah, Q. Y., Erihadiana, M., Sunan, U., & Djati Bandung, G. (2022). *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal Konsep dan Implementasi Kurikulum MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka).*
- Suryaman, M. (2020). *Prosiding Seminar Daring Nasional: Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia.* <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/semiba/issue/view/956/Tersediadi:https://ejournal.unib.ac.id/index.php/semiba/issue/view/956/>
- Unesco. (2020). *Education for sustainable development goals : learning objectives.*
- Vhalery, R., Setyastanto, A. M., & Leksono, A. W. (2022). KURIKULUM MERDEKA BELAJAR KAMPUS MERDEKA: SEBUAH KAJIAN LITERATUR. *Research and Development Journal of Education*, 8(1), 185. <https://doi.org/10.30998/rdje.v8i1.11718>
- Widarti, R., & Roshayanti, F. (2021). berorientasi ESD (Education for Sustainable Development) dalam Pembelajaran Fluida. *Unnes Physics Education Journal Terakreditasi SINTA*, 10(3). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujpej>
- Wijayanti, R., Roshayanti, F., Farikhah, I., Khoiri, N., & Siswanto, J. (2021). Analisis Bahan Ajar Fisika Berdasarkan Perspektif Education for Sustainable Development. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 7(2), 340. <https://doi.org/10.33394/jk.v7i2.2985>
- Yuliani, W. (2018). *QUANTA METODE PENELITIAN DESKRIPITIF KUALITATIF DALAM PERSPEKTIF BIMBINGAN DAN KONSELING.* 2(2). <https://doi.org/10.22460/q.v2i1p21-30.642>
- Yuni, S. (2020). *Analisis Bahan Ajar Fisika Terkait Komponen Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM).* UNIVERSITAS NEGERI MEDAN.