

---

## **MODUL DIGITAL FISIKA BERBASIS SCIENCE, ENVIRONMENT, TECHNOLOGY, AND SOCIETY (SETS) PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL**

**Ananda Putri Rizky<sup>1</sup>, Vina Serevina<sup>2</sup>, Vina Bekti Utami<sup>3</sup>**  
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Jakarta  
e-mail: [anandaputririzky18@gmail.com](mailto:anandaputririzky18@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul digital fisika berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi Pemanasan Global yang valid digunakan sebagai bahan ajar mandiri peserta didik SMA kelas X. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Pengumpulan data dengan instrumen kuesioner Google Formulir, lembar uji validasi, dan lembar uji coba. Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan pada peserta didik dan guru SMAN 54 Jakarta dengan total 54 responden menunjukkan bahwa sebanyak 31,5% responden memiliki pemahaman kuat tentang bagaimana sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat saling terkait dalam kehidupan sehari-hari mereka dan 96,3% percaya bahwa modul digital berbasis SETS dapat membantu meningkatkan kesadaran mereka pada masalah pemanasan global. Uji validasi modul digital fisika berbasis SETS pada materi pemanasan global yang memanfaatkan penggunaan Canva divalidasi oleh ahli materi (skor 87,78%), ahli pembelajaran (skor 74%), dan ahli media (skor 82,5%). Hasil uji coba produk ke sekolah, didapatkan dari guru (skor 93%) dan peserta didik (skor 90,81%). Berdasarkan hasil tersebut, modul digital fisika berbasis SETS yang dikembangkan sangat valid digunakan sebagai bahan ajar mandiri dalam pembelajaran fisika pada materi Pemanasan Global.

**Kata kunci:** *Modul Digital, Pemanasan Global, SETS*

### **ABSTRACT**

*This study aims to develop a SETS-based digital physics module (Science, Environment, Technology, and Society) on Global Warming material that is valid for use as self-teaching material for grade X high school students. The research employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Data were collected using Google Forms questionnaires and validation test sheets. The results of the preliminary research conducted with students and teachers at SMAN 54 Jakarta, involving a total of 54 respondents, showed that 31.5% of respondents have a strong understanding of how science, environment, technology, and society are interrelated in their daily lives, and 96.3% believe that SETS-based digital modules can help increase awareness of global warming issues. The validation of the SETS-based digital physics module on global warming material, developed using Canva, was conducted by material experts (score 87.78%), learning experts (score 74%), and media experts (score 82.5%). The results of the product trial at school showed positive responses from teachers (score 93%) and students (score 90.81%). Based on these results, the developed SETS-based digital physics module is very valid for use as self-teaching material in physics learning on the topic of Global Warming.*

**Keywords:** *Digital Module, Global Warming, SETS*

### **PENDAHULUAN**

Pendidikan memainkan peran penting dalam membentuk individu dan

memajukan masyarakat (Pradana & Arijanto, 2024). Di abad 21, paradigma pendidikan telah bergeser ke arah

pembelajaran yang aktif dan berpusat pada peserta didik. Guru sekarang bertindak sebagai fasilitator yang harus secara kreatif mengintegrasikan berbagai strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik (Prachagool & Nuangchalerm, 2021). Mengingat besarnya tantangan ini, alat digital dan berbagai perangkat lunak yang berbeda telah terbukti sebagai sumber daya dengan hasil yang lebih baik daripada pengajaran tradisional (Latorre-Coscolluela et al., 2021). Perkembangan pesat di abad 21 mengharuskan perangkat pembelajaran dirancang sedemikian rupa untuk mendukung pencapaian kompetensi abad 21, khususnya melalui proses pembelajaran yang memanfaatkan fasilitas internet (Serevina & Lestari, 2021). Karena itu, para pendidik harus menggunakan teknologi digital canggih untuk mengubah pendidikan, memastikan agar pendidikan ini efektif dan dapat diakses di mana saja (Haleem et al., 2022).

Berdasarkan hal tersebut, guru harus memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dengan cara yang efisien serta tepat untuk setiap situasi. Mereka harus mengintegrasikan teknologi sebagai sumber belajar dan media (Cynthia et al., 2023). Dalam perkembangan teknologi saat ini, sebagian besar peserta didik lebih tertarik menggunakan bahan ajar yang berbasis media lain, seperti komputer pribadi/laptop bahkan smartphone, dibandingkan buku teks. E-modul dapat menjadi sarana untuk membantu dan mengefektifkan kegiatan pembelajaran sehingga terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dan pendidik. Dengan demikian, aktivitas belajar peserta didik dapat meningkat

dan berdampak pada hasil belajarnya (Aldilla & Usmeldi, 2024). Salah satu alternatif yang efektif adalah bahan ajar dalam bentuk modul digital yang dapat memanfaatkan integrasi multimedia seperti audio visual dalam bentuk video dan tautan yang dapat diklik mengarah pada sumber belajar (Serevina & Hamidah, 2022).

Fisika, sebagai sebuah sains, memberikan dasar bagi pengembangan teknologi dan pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena alam. Ilmu ini menjelaskan bagaimana materi berperilaku dan berinteraksi, sehingga sangat penting untuk kemajuan yang berkelanjutan (Rahim et al., 2022). Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa menggunakan modul digital sebagai media pembelajaran fisika berdampak positif bagi peserta didik. Diansah dan Asyhari (2020) melaporkan bahwa hasil pembelajaran menggunakan modul digital efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep fisika dengan kriteria efektivitas tinggi (Diansah & Asyhari, 2020). Modul digital fisika juga mendukung pembelajaran mandiri peserta didik tanpa atau dengan bimbingan guru (Serevina et al., 2022).

Pendekatan SETS dipilih dalam penelitian ini karena menyajikan masalah di masyarakat sebagai masalah pembelajaran dini (Yuliatun et al., 2024). Pendekatan SETS melibatkan peserta didik dalam proses belajar yang terhubung dengan aktivitas sehari-hari, mengatasi berbagai masalah lingkungan yang membutuhkan solusi. Banyak masalah lingkungan yang perlu diselesaikan (Schipper et al., 2021). Pendekatan SETS yang dalam konteks ini menekankan pendidikan lingkungan yang terintegrasi ke dalam

pembelajaran fisika dapat menjadi inovasi. Pendekatan SETS berfokus pada pengajaran peserta didik tentang sains dan perkembangannya, dampak faktor lingkungan, teknologi, dan aspek sosial (Calado et al., 2018).

Salah satu topik fisika yang sering menghadirkan permasalahan nyata yang muncul dalam kehidupan sehari-hari adalah pemanasan global. Permasalahan yang terjadi secara global ini menimbulkan dampak yang luas, termasuk kenaikan suhu, perubahan iklim, dan pola cuaca yang tidak dapat diprediksi (Camelia et al., 2023). Baik kemajuan teknologi maupun sumber daya manusia telah diarahkan untuk mengeksploitasi sumber daya bumi tanpa mempertimbangkan konsekuensi di masa depan (Amilia & Rohman, 2024). Menghadapi situasi ini, seorang guru harus berinovasi untuk meningkatkan mutu pembelajaran dan membekali peserta didik dengan kemampuan yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah, mulai dari materi yang paling sederhana (Eldis et al., 2024). Oleh karena itu, mengintegrasikan pendekatan SETS ke dalam pembelajaran pemanasan global sangat diperlukan untuk menumbuhkan kesadaran lingkungan peserta didik. Berbagai kajian menunjukkan efektivitas pendekatan ini. Lestari et al. menemukan bahwa modul fisika berbasis SETS sangat valid pada aspek isi, penyajian, dan bahasa, sekaligus melatih keterampilan berpikir kreatif siswa (Lestari et al., 2021). Sarjono membuktikan bahwa model pembelajaran SETS dapat meningkatkan hasil belajar kognitif dan keaktifan siswa (Sarjono, 2020). Sejalan dengan itu, Maria dan Paidi mengembangkan e-modul interaktif berbasis SETS yang dinilai sangat

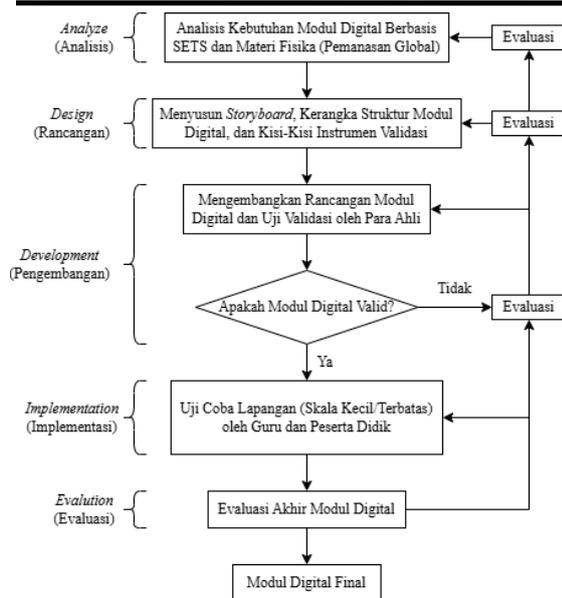
layak dan terbukti membantu siswa memahami perubahan lingkungan secara kontekstual (Maria & Paidi, 2024).

Analisis kebutuhan awal dilakukan melalui kuesioner Google Formulir dengan 54 responden yang terdiri dari peserta didik dan guru. Hasilnya menunjukkan bahwa hanya 31,5% yang memiliki pemahaman yang kuat tentang hubungan yang saling terkait antara ilmu pengetahuan, lingkungan, teknologi, dan kehidupan sosial dalam kehidupan sehari-hari. Terlepas dari kesenjangan ini, 96,3% responden menyatakan ketertarikan mereka terhadap integrasi elemen-elemen ini dalam materi pembelajaran. Selain itu, 98,1% mengakui pentingnya memahami pemanasan global dalam fisika, dan 96,3% percaya bahwa modul digital yang menggabungkan komponen SETS dapat meningkatkan kesadaran akan tantangan pemanasan global.

Berdasarkan pemaparan yang telah disampaikan, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan modul digital fisika berbasis SETS pada materi pemanasan global yang valid digunakan sebagai bahan ajar mandiri peserta didik.

## **METODE**

Pengembangan modul digital fisika dalam penelitian ini diterapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang mencakup lima tahap, yaitu Analisis, Perancangan, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Metode R&D merupakan suatu metode yang terorganisir untuk mengkaji, merancang, memproduksi, dan menguji kevalidan produk (Iskandar, et al., 2023).



Gambar 1. Alur penelitian pengembangan modul digital.

Menggunakan model ADDIE untuk mendesain sistem pembelajaran membantu membuat lingkungan belajar yang kompleks menjadi lebih mudah dikelola dan memungkinkan bahan ajar dibuat dengan lebih efisien dan efektif (Mesra, et al., 2023). Berikut adalah tahap-tahap yang diterapkan dalam penelitian ini:

### 1. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis yang terjadi pada proses pembelajaran fisika, termasuk evaluasi bahan ajar dan materi fisika yang dibutuhkan peserta didik dilakukan melalui survei, menggunakan kuesioner Google Formulir yang didistribusikan kepada 54 responden, termasuk guru dan peserta didik SMA.

### 2. Tahap Rancangan

Rancangan produk dibuat berdasarkan hasil analisis yang ada. Tujuan dari pembuatan desain ini adalah untuk mempermudah proses pengembangan produk yang akan

dilakukan berikutnya. Pada tahap ini dilakukan penyusunan *storyboard* rancangan modul digital dan penyusunan kisi-kisi validasi.

### 3. Tahap Pengembangan

Seluruh rancangan produk yang telah selesai akan direalisasikan pada tahap ini dengan memanfaatkan Canva dan dilakukan penyusunan instrumen uji validasi. Proses pembuatan modul digital akan diikuti dengan pengujian untuk menilai kevalidan produk. Hasil dari uji validasi dari ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media akan digunakan untuk memperbaiki atau merevisi produk, sehingga produk valid digunakan sebagai bahan ajar mandiri peserta didik.

### 4. Tahap Implementasi

Tahap ini dilakukan setelah produk dinyatakan valid oleh para ahli dan setelah dilakukan revisi sesuai umpan balik/saran ahli. Uji coba skala kecil atau terbatas dilakukan untuk mengetahui respons awal terhadap modul digital yang dikembangkan. Guru dan peserta didik menggunakan modul digital, kemudian mengisi instrumen penilaian yang telah disiapkan.

### 5. Tahap Evaluasi

Evaluasi dilaksanakan pada setiap tahap proses, setelah proses analisis data, merancang produk, pembuatan produk, uji validasi, dan uji coba. Tahap evaluasi akhir dilakukan perbaikan (revisi) dari hasil uji coba. Data kualitatif diperoleh melalui umpan balik atau saran yang diberikan oleh validator ahli materi, validator ahli pembelajaran, validator ahli media, dan guru disajikan secara deskriptif.

Data kuantitatif berasal dari skor pada berkas validasi materi, berkas validasi pembelajaran, berkas validasi media, berkas uji coba oleh guru, dan berkas uji coba oleh peserta didik yang disajikan secara numerik.

Analisis data menggunakan skala Likert dengan penilaian dari 1 hingga 5.

Tabel 1. Kriteria Skala Likert

Bobot Skor	Kriteria
5	Sangat Baik/Sangat Sesuai/Sangat Setuju
4	Baik/Sesuai/Setuju
3	Cukup Baik/Cukup Sesuai/Cukup Setuju
2	Kurang Baik/Kurang Sesuai/Kurang Setuju
1	Sangat Tidak Baik/Sangat Tidak Sesuai/Sangat Tidak Setuju

(Sugiyono, 2022)

Data hasil pengisian berkas validasi materi, berkas validasi pembelajaran, berkas validasi media, berkas uji coba oleh guru, dan berkas uji coba oleh peserta didik diolah menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Validasi} = \frac{\text{Total skor empirik}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100\%$$

Melalui perhitungan ini didapatkan hasil persentase validasi materi, pembelajaran, media, uji coba oleh guru, dan uji coba oleh peserta didik. Berikutnya, hasil persentase tersebut dianalisa untuk menentukan kriteria kevalidan bahan ajar berpedoman tabel berikut.

Tabel 2. Kriteria Validasi Bahan Ajar

Persentase	Kriteria
85,01% – 100%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi

70,01% – 85,00%	Valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil
50,01% – 70,00%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
01,00% – 50,00%	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan

(Akbar, 2022)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk bahan ajar berupa modul digital fisika berbasis SETS pada materi pemanasan global dikembangkan menggunakan Canva dan telah melalui uji validasi dan uji coba. Berikut hasil uji validasi, uji coba, dan pengembangan produk beserta pembahasannya:

### 1. Hasil Uji Validasi oleh Ahli Materi

Uji validasi oleh ahli materi dilakukan dengan tujuan mengetahui kevalidan modul digital ini dari empat aspek penilaian, yaitu aspek cakupan materi, teknik penyajian, SETS, dan bahasa. Instrumen validasi ini terdiri dari 18 butir soal. Uji validasi ini dilakukan oleh Dosen Pendidikan Fisika UNJ, yaitu Bapak Fachriza Fathan, S.Si., M.Si. Adapun rincian hasil uji validasi oleh ahli materi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Persentase Hasil Uji Validasi oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Jumlah Skor yang Diperoleh	Persentase	Kriteria
Cakupan Materi	33	87,78%	Sangat Valid
Teknik Penyajian	15		

SETS	19
Bahasa	12
Jumlah	79

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh persentase penilaian keempat aspek tersebut sebesar 87,78% dengan kriteria “Sangat Valid”. Berdasarkan kriteria kevalidan bahan ajar pada Tabel 2, persentase yang didapatkan dari uji validasi oleh ahli materi ini menunjukkan bahwa produk berupa modul digital yang dikembangkan dinilai sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.

## 2. Hasil Uji Validasi oleh Ahli Pembelajaran

Uji validasi oleh ahli pembelajaran dilakukan dengan tujuan mengetahui kevalidan modul digital ini dari dua aspek penilaian, yaitu aspek kesesuaian pembelajaran dan SETS. Instrumen validasi ini terdiri dari 10 butir soal. Uji validasi ini dilakukan oleh Dosen Pendidikan Fisika UNJ, yaitu Ibu Dwi Susanti, M.Pd. Adapun rincian hasil uji validasi oleh ahli pembelajaran adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Persentase Hasil Uji Validasi oleh Ahli Pembelajaran

Aspek Penilaian	Jumlah Skor yang Diperoleh	Persentase	Kriteria
Kesesuaian Pembelajaran	23	74%	Valid
SETS	14		
Jumlah	37		

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh persentase penilaian kedua aspek

tersebut sebesar 74% dengan kriteria “Valid”. Berdasarkan kriteria kevalidan bahan ajar pada Tabel 2, persentase yang didapatkan dari uji validasi oleh ahli pembelajaran ini menunjukkan bahwa produk berupa modul digital yang dikembangkan dinilai valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil.

## 3. Hasil Uji Validasi oleh Ahli Media

Uji validasi oleh ahli media dilakukan dengan tujuan mengetahui kevalidan modul digital ini dari empat aspek penilaian, yaitu aspek komponen modul digital, karakteristik modul digital, desain modul digital, dan kualitas teknis. Instrumen validasi ini terdiri dari 16 butir soal. Uji validasi ini dilakukan oleh Dosen Pendidikan Fisika UNJ, yaitu Ibu Wulandari Fitriani, M.Pd. Adapun rincian hasil uji validasi oleh ahli media adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Persentase Hasil Uji Validasi oleh Ahli Media

Aspek Penilaian	Jumlah Skor yang Diperoleh	Persentase	Kriteria
Komponen Modul Digital	15	82,5%	Valid
Karakteristik Modul Digital	20		
Desain Modul Digital	20		
Kualitas Teknis	11		
Jumlah	66		

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh persentase penilaian keempat aspek

tersebut sebesar 82,5% dengan kriteria "Valid". Berdasarkan kriteria kevalidan produk pada Tabel 2, persentase yang diperoleh dari hasil uji validasi oleh ahli media ini menunjukkan bahwa produk berupa modul digital yang dikembangkan dinilai valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil.

#### 4. Komentar dan Saran Validator

Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media, sejumlah komentar dan saran didapatkan untuk penyempurnaan modul digital. Berikut adalah komentar dan saran yang diberikan oleh masing-masing validator.

Tabel 6. Komentar dan Saran dari Setiap Validator

Validator	Komentar dan Saran
Ahli Materi	Ringkas teks dan tambahkan ilustrasi pada setiap konsep serta tambahkan tombol daftar isi untuk memudahkan navigasi
Ahli Pembelajaran	Ukuran huruf yang digunakan terlalu kecil
Ahli Media	Kurangi dominasi teks, tambahkan variasi tampilan visual

#### 5. Hasil Uji Coba oleh Guru

Uji coba oleh guru dilakukan dengan tujuan mengetahui kevalidan modul digital ini dari empat aspek penilaian, yaitu aspek materi, tampilan, kegunaan, dan bahasa. Instrumen uji coba ini terdiri dari 20 butir soal. Uji coba ini dilakukan oleh Guru Fisika SMAN 54 Jakarta, yaitu Ibu Evi Rusmiati, S.Pd. Adapun

rincian hasil uji coba oleh guru adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Persentase Hasil Uji Coba oleh Guru

Aspek Penilaian	Jumlah Skor yang Diperoleh	Persentase	Kriteria
Materi	33	93%	Sangat Valid
Tampilan	23		
Kegunaan	19		
Bahasa	18		
Jumlah	93		

Berdasarkan Tabel 7, diperoleh bahwa seluruh aspek mendapatkan penilaian dengan kriteria "Sangat Valid", dengan persentase 93%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa modul digital yang dikembangkan sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.

#### 6. Hasil Uji Coba oleh Peserta Didik

Uji coba dilakukan oleh 27 peserta didik kelas X di SMAN 54 Jakarta dengan tujuan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap kevalidan produk dari empat aspek penilaian, yaitu aspek materi, tampilan, kegunaan, dan bahasa. Instrumen uji coba terdiri dari 15 soal. Adapun rincian hasil uji coba oleh peserta didik ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 8. Persentase Hasil Uji Coba oleh 27 Peserta Didik

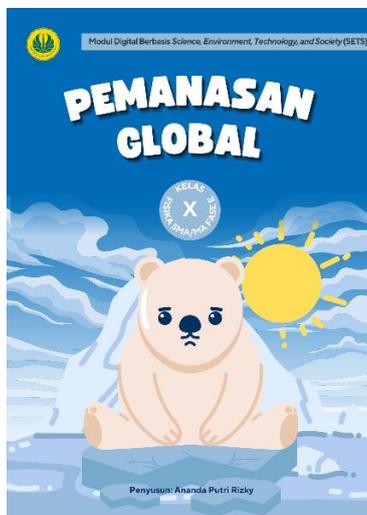
Aspek Penilaian	Jumlah Skor yang Diperoleh	Persentase	Kriteria
Materi	358	90,81%	Sangat Valid
Tampilan	616		

Kegunaan	497
Bahasa	368
Jumlah	1839

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh bahwa seluruh aspek mendapatkan penilaian dengan kriteria "Sangat Valid", dengan persentase 90,81%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa modul digital yang dikembangkan sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.

### 7. Hasil Pengembangan Produk

Berikut merupakan tampilan beberapa hasil pengembangan produk akhir:



Gambar 2. Cover.

**DAFTAR ISI**

- KATA PENGANTAR .....1
- PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL DIGITAL .....2
- DAFTAR ISI .....3
- CAPAIAN PEMBELAJARAN .....4
- PEMBELAJARAN BERBASIS SETS .....4
- PETA KONSEP .....5
- KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 KONSEP PEMANASAN GLOBAL .....7
  - A. Pemanasan Global .....11
  - B. Efek Rumah Kaca .....13
  - LKPD Eksperimen Efek Rumah Kaca .....14
  - C. Penyebab Pemanasan Global oleh Aktivitas Manusia .....16
  - D. Perubahan Lingkungan sebagai Dampak Pemanasan Global .....18
  - Rangkuman .....20
  - Cek Pemahaman .....22
- KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 SOLUSI PEMANASAN GLOBAL .....24
  - A. Penanggulangan Pemanasan Global .....26
  - B. Pencegahan Pemanasan Global .....28
  - Rangkuman .....30
  - Cek Pemahaman .....32
- EVALUASI .....34
- KUNCI JAWABAN .....36
- GLOSARIUM .....38
- DAFTAR PUSTAKA .....40

Gambar 3. Daftar isi yang dapat diklik ke halaman yang ingin dituju.

**PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL DIGITAL**

Gunakan tombol dan fitur berikut untuk mengoperasikan modul digital.

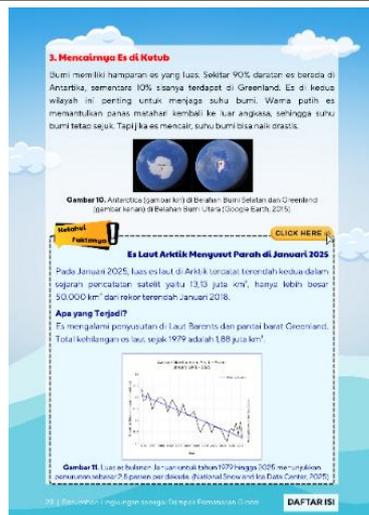
**Tabel 1. Tombol beserta fungsinya dalam mengontrol modul digital**

Ikon/Nama Tombol	Fungsi
Halaman sebelumnya (Kiri)	Berpindah ke halaman sebelumnya dalam modul digital.
Halaman berikutnya (Kanan)	Berpindah ke halaman berikutnya dalam modul digital.
Perbesar dan perkecil	Memperbesar dan memperkecil tampilan halaman modul digital.
Gambar di halaman	Memungkinkan pengguna menggambar, menyorot teks, atau menghapus coretan di modul digital.
Mula putar otomatis	Untuk membuat modul digital berganti halaman secara otomatis.

**Adapun prosedur penggunaan modul digital ini adalah sebagai berikut:**

- Klik atau tap pada daftar isi sesuai dengan halaman yang dituju.
- Pakar akan menampilkan cara pembelajaran berbasis SETS yang disediakan.
- Pelajari diagram peta konsep untuk mengetahui materi yang akan dipelajari.

Gambar 4. Petunjuk penggunaan modul digital untuk memudahkan siswa.



Gambar 5. Isi materi dengan tampilan visual dan tombol kembali ke daftar isi.

## 8. Pembahasan

Pengembangan modul digital fisika berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi pemanasan global dilakukan sebagai respons sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan guru akan bahan ajar yang kontekstual, menarik, dan mampu meningkatkan kesadaran terhadap isu-isu lingkungan. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, ditemukan bahwa sebagian besar responden menyadari pentingnya memahami hubungan antara ilmu pengetahuan, lingkungan, teknologi, dan masyarakat, namun hanya 31,5% yang memiliki pemahaman yang kuat akan hal tersebut. Hal ini mengindikasikan perlunya penguatan melalui bahan ajar yang tepat, seperti modul digital berbasis SETS.

Modul yang dikembangkan menggunakan platform Canva dan divalidasi oleh tiga orang ahli, yakni ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media. Hasil uji validasi oleh ahli materi mendapatkan persentase

sebesar 87,78%, yang berada dalam kategori sangat valid, artinya modul dapat digunakan tanpa perlu revisi. Aspek yang dinilai meliputi cakupan materi, teknik penyajian, integrasi pendekatan SETS, dan penggunaan bahasa. Hal ini menunjukkan bahwa konten modul sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan telah memenuhi standar akademik yang memadai.

Selanjutnya, validasi oleh ahli pembelajaran memperoleh skor 74% yang dikategorikan sebagai valid namun memerlukan revisi kecil. Validasi ini mencakup kesesuaian pembelajaran dengan tujuan pembelajaran serta keterkaitan materi dengan pendekatan SETS. Hal ini menandakan bahwa dari segi penyusunan pembelajaran, modul ini sudah cukup baik namun masih dapat ditingkatkan pada aspek teknis seperti ukuran huruf atau keterbacaan. Adapun uji validasi oleh ahli media menghasilkan skor 82,5%, yang menunjukkan bahwa dari sisi media dan tampilan visual, modul ini valid dan dapat digunakan. Saran perbaikan yang diberikan seperti mengurangi dominasi teks dan menambahkan variasi visual telah ditindaklanjuti dalam revisi modul.

Uji coba oleh guru dilakukan untuk menilai kevalidan modul dari empat aspek utama, yaitu materi, tampilan, kegunaan, dan bahasa. Total skor yang diperoleh adalah 93 dari skor maksimal 100, menghasilkan persentase sebesar 93%. Berdasarkan kriteria penilaian, persentase ini termasuk dalam kategori sangat valid. Artinya, dari sudut pandang profesional pendidik, modul ini sudah memenuhi standar untuk digunakan dalam

pembelajaran tanpa perlu revisi. Sebanyak 27 peserta didik kelas X ikut serta dalam uji coba ini. Penilaian dilakukan dengan instrumen yang menilai keempat aspek yang sama, dan diperoleh persentase sebesar 90,81%, yang juga berada dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa modul tidak hanya valid secara keilmuan dan teknis, tetapi juga diterima dengan baik oleh peserta didik dari sisi keterbacaan, daya tarik, dan kemudahan penggunaan.

Penggunaan platform Canva sebagai alat pengembangan memberikan kelebihan dalam aspek visualisasi dan interaktivitas. Fitur seperti tombol navigasi, daftar isi interaktif, dan tampilan ilustratif memperkuat daya tarik modul serta mempermudah peserta didik dalam belajar secara mandiri. Lebih lanjut, pendekatan SETS dalam modul ini terbukti mampu menumbuhkan kepedulian peserta didik terhadap berbagai isu kontekstual seperti pemanasan global. Pernyataan ini didukung oleh data awal responden yang memperlihatkan bahwa 96,3% peserta didik percaya pendekatan ini mampu meningkatkan kepedulian mereka terhadap masalah lingkungan. Hal ini menjadi bukti bahwa modul tidak hanya menyampaikan pengetahuan fisika, tetapi juga membentuk karakter peduli lingkungan. Secara keseluruhan, hasil pengembangan dan validasi menunjukkan bahwa modul digital fisika berbasis SETS ini tidak hanya valid secara isi dan tampilan, tetapi juga relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad 21, khususnya dalam mengintegrasikan sains dengan isu-isu global seperti pemanasan global.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul digital fisika berbasis SETS pada materi pemanasan global dinyatakan sangat valid dan dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri peserta didik SMA kelas X. Hal ini didukung oleh hasil uji validasi yang dilakukan oleh ahli materi (skor 87,78%), ahli pembelajaran (skor 74%), dan ahli media (skor 82,5%) serta uji coba yang dilakukan oleh guru (skor 93%) dan peserta didik (skor 90,81%). Modul ini tidak hanya menyajikan konsep fisika, tetapi juga mengintegrasikan aspek lingkungan, teknologi, dan masyarakat, sehingga berpotensi meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap isu pemanasan global. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan ajar berbasis kontekstual yang dapat mendukung pembelajaran abad 21.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2022). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Aldilla, E., & Usmeldi. (2024). Validity and Practicality of the Physics E-Module Based on the Orientation, Identify, Discussion, Decision, and Engage in Behavior Model to Improve Students' 21st Century Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 5768–5774. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.7719>
- Amilia, S., & Rohman, A. (2024). Tanggung Jawab Pelaku Bisnis Terhadap Pengelolaan Lingkungan Hidup Dalam Perspektif Islam. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(7). <https://jurnal.mediaakademik.com/>

- index.php/jma/article/view/676
- Calado, F. M., Scharfenberg, F. J., & Bogner, F. X. (2018). Science-technology-society-environment issues in German and Portuguese biology textbooks: influenced of the socio-cultural context? *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 8(3), 266–286.  
<https://doi.org/10.1080/21548455.2018.1486051>
- Camelia, S., Mawardi, & Suryani, O. (2023). Pengembangan Bahan Ajar untuk Menunjang Pembelajaran Kurikulum Merdeka pada Materi Konsep dan Dampak Pemanasan Global Fase E SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(2), 530–537.  
<https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.1091>
- Cynthia, Arafah, K., & Palloan, P. (2023). Development of Interactive Physics E-Module to Improve Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 3943–3952.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.2302>
- Diansah, I., & Asyhari, A. (2020). Effectiveness of physics electronic modules based on Self Directed Learning Model (SDL) towards the understanding of dynamic fluid concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012024>
- Eldis, E. N., Suban, M. E., Bernadetha, M., & Riong, D. (2024). The Analysis of Phase E Students' Problem-Solving Skills on Global Warming Materials with the Help of the Problem-Based Electronic Module. *Journal of Innovative Science Education*, 13(1), 29–36.  
<https://doi.org/10.15294/jise.v13i1.1500>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3(May), 275–285.  
<https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Latorre-Coscolluela, C., Suárez, C., Quiroga, S., Sobradiel-Sierra, N., Lozano-Blasco, R., & Rodríguez-Martínez, A. (2021). Flipped Classroom model before and during COVID-19: using technology to develop 21st century skills. *Interactive Technology and Smart Education*, 18(2), 189–204.  
<https://doi.org/10.1108/ITSE-08-2020-0137>
- Lestari, A. D., Sutarno, Rohadi, N., Sakti, I., & Nirwana. (2021). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Science, Environment, Technology, and Society (Sets) Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Sma Pada Materi Usaha Dan Energi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(2), 147–154.  
[https://ejournal.unib.ac.id/index.php/kumparan\\_fisika](https://ejournal.unib.ac.id/index.php/kumparan_fisika)
- Maria, H., & Paidi. (2024). Development of Interactive E-Module Integrated with Science, Environment, Technology, Society on Environmental Change Material. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1220–1228.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.6877>
- Prachagool, V., & Nuangchalerm, P. (2021). Perspectives of Thai educators toward 21st century instruction. *Journal of Education*

- and Learning (*EduLearn*), 15(3), 432–437.  
<https://doi.org/10.11591/edulearn.v15i3.20281>
- Pradana, Y., & Arijanto, A. (2024). Analysis of the Implementation of Strategic Management in Improving the Quality of Education. *Journal of Educational Review and Cultural Studies*, 4(2), 483–502.  
<https://doi.org/10.61540/jeracs.v2i1.83>
- Rahim, F. R., Sari, S. Y., Sundari, P. D., Aulia, F., & Fauza, N. (2022). Interactive design of physics learning media: The role of teachers and students in a teaching innovation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012075>
- Sarjono. (2020). Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika Melalui Model Pembelajaran SETS (Science Environment Technology and Society). *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 100–108.  
<https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.5830>
- Schipper, E. L. F., Dubash, N. K., & Mulugetta, Y. (2021). Climate change research and the search for solutions: rethinking interdisciplinarity. *Climatic Change*, 168(3–4), 1–11.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-021-03237-3>
- Serevina, V., & Hamidah, I. (2022). Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) based Geothermal Energy Source Digital Module Assisted by Canva Application. *Journal of Physics: Conference Series*, 2377(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2377/1/012063>
- Serevina, V., & Lestari, M. A. (2021). Development device learning online use model inquiry learning on theory the balance of tough things. *Journal of Physics: Conference Series*, 1876(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1876/1/012072>
- Serevina, V., Nugroho, D. A., & Lipikuni, H. F. (2022). Improving the Quality of Education Through Effectiveness of E-Module Based on Android for Improving the Critical Thinking Skills of Students in Pandemic Era. *Malaysian Online Journal of Educational Management*, 10(1), 1–20.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Yuliatun, T., Putranta, H., & Uskenat, K. (2024). Development of natural sciences e-modules based on android with a science, environment, technology, and society approach in the earth structure chapter. *Revista Mexicana de Fisica E*, 21(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.21.010213>
-