

Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis *Science, Environment, Technology and Society* (SETS) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

¹Wahdah Anugrah Yusuf, ²Jasruddin, ³Muhammad Arsyad

Universitas Negeri Makassar, Indonesia

e-mail: jdbwahdah@gmail.com

Abstract: *This study aimed to develop a physics learning module based on the SETS (Science, Environment, Technology, and Society) approach and to examine its validity, practicality, and effect on students' science process skills. The research followed a research and development design using the 4D model, comprising the define, design, develop, and disseminate stages. A quasi-experimental posttest-only control group design was applied to two classes, an experimental class of 30 students and a control class of 28 students. Data were collected through validation sheets, practicality questionnaires, and a science process skills test. The module obtained a highly valid content validity score with an average Aiken's V index of 0.849, and practitioners rated the module 90.23%, categorized as highly practical. An independent-samples t-test showed a significantly higher mean posttest score in the experimental class than in the control class ($t = 4.535$, $df = 56$, $p < .001$), with the largest gap found in the indicator of analyzing data and the lowest achievement found in designing experiments for both groups. This study contributes a validated, classroom-ready module that operationalizes the SETS framework specifically for renewable energy content, an integration that has rarely been documented jointly with validity, practicality, and effectiveness testing in prior Indonesian physics module research.*

Keywords: *Science Process Skills, Physics Learning Module, SETS Approach, Research and Development, Renewable Energy.*

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul pembelajaran fisika berbasis pendekatan SETS (Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat) serta menguji validitas, kepraktisan, dan pengaruhnya terhadap keterampilan proses sains peserta didik. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model 4D yang meliputi tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Uji efektivitas dilaksanakan melalui desain eksperimen semu dengan rancangan pascates kelompok kontrol pada dua kelas, yaitu kelas eksperimen berjumlah 30 peserta didik dan kelas kontrol berjumlah 28 peserta didik. Data dikumpulkan menggunakan lembar validasi, angket kepraktisan, dan tes keterampilan proses sains. Modul yang dikembangkan memperoleh kategori sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,849, sedangkan penilaian praktisi menunjukkan skor rata-rata 90,23 persen dengan kategori sangat praktis. Hasil uji-t sampel bebas menunjukkan nilai rata-rata pascates kelas eksperimen lebih tinggi secara signifikan daripada kelas kontrol ($t = 4,535$; $df = 56$; signifikansi dua sisi $< 0,001$), dengan selisih capaian terbesar pada indikator menganalisis data. Temuan ini menegaskan bahwa modul fisika berbasis SETS pada materi energi terbarukan layak dan efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik di jenjang sekolah menengah atas.*

Kata Kunci: *Keterampilan Proses Sains, Modul Fisika, Pendekatan SETS, Penelitian dan Pengembangan, Energi Terbarukan.*

Pendahuluan

Pendidikan pada abad ke-21 mengalami pergeseran paradigma yang mendasar seiring pesatnya perkembangan teknologi, perubahan lingkungan, dan dinamika sosial yang menuntut pembaruan cara belajar. Sistem pendidikan tidak lagi dapat bertumpu pada transfer pengetahuan yang bersifat hafalan, melainkan harus mengarahkan peserta didik untuk berpikir aktif dan reflektif sekaligus relevan dengan konteks lokal guna mendukung pembelajaran abad ke-21 (Yofamella & Taufik, 2023; Jumriani & Prasetyo, 2022). Kurikulum yang berlaku di Indonesia saat ini pun telah mengamanatkan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, sehingga sekolah berfungsi sebagai ruang eksplorasi ilmiah dan bukan sekadar tempat penyampaian teori.

Fisika, sebagai cabang sains yang mendasar, tidak dapat direduksi menjadi kumpulan rumus dan definisi yang terisolasi dari kehidupan nyata. Ilmu ini pada hakikatnya merupakan proses penemuan sistematis mengenai gejala alam melalui pengamatan, eksperimen, dan penalaran logis. Karakteristik pembelajaran fisika yang menghubungkan konsep teoretis dengan fenomena konkret menuntut penyajian yang interaktif, holistik, dan kontekstual agar rasa ingin tahu serta ketajaman analisis peserta didik dapat terasah secara optimal.

Capaian akhir pembelajaran sains bukan sekadar pengetahuan tentang hasil suatu penemuan, melainkan pemahaman tentang proses di balik penemuan tersebut. Kemampuan inilah yang direpresentasikan oleh keterampilan proses sains. Peserta didik yang memiliki keterampilan proses sains yang kokoh mampu membangun pengetahuan secara mandiri melalui pengamatan, perumusan hipotesis, perancangan percobaan, hingga penarikan kesimpulan berdasarkan bukti empiris (Suja, 2020).

Data hasil asesmen literasi sains internasional memperkuat urgensi persoalan ini karena capaian peserta didik Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan rata-rata negara peserta lainnya (OECD, 2023). Fuadi dkk. (2020) mengungkapkan bahwa rendahnya literasi sains tersebut antara lain disebabkan oleh pembelajaran IPA yang masih diselenggarakan secara konvensional dan kurang melatih peserta didik untuk mengaitkan konsep dengan persoalan nyata di lingkungannya. Kondisi semacam ini turut memperkuat pentingnya pembaruan bahan ajar fisika yang mampu menumbuhkan keterampilan proses sains sejak jenjang sekolah menengah.

Pengamatan awal yang dilakukan peneliti di SMA Negeri 11 Gowa menunjukkan bahwa penggunaan modul fisika yang inovatif dan kontekstual masih tergolong rendah. Kegiatan pembelajaran umumnya masih bertumpu pada buku teks standar atau modul yang diunduh dari internet tanpa penyesuaian terhadap konteks lokal, sehingga kurang memfasilitasi peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Bahan ajar yang tersedia pun belum menghubungkan konsep sains dengan isu sosial dan lingkungan, sehingga peserta didik kesulitan melihat keterkaitan fisika dengan kehidupan sehari-hari.

Pendekatan SETS (Science, Environment, Technology, and Society atau Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat) hadir sebagai alternatif yang menjembatani sains dengan realitas kehidupan modern. Zahra dkk. (2019) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis SETS berpengaruh signifikan terhadap keterampilan proses sains peserta didik, sementara Rini (2017) melaporkan hasil serupa pada jenjang sekolah dasar. Temuan Aditiyas dan Kuswanto (2024) melalui tinjauan literatur sistematis turut menegaskan bahwa keterampilan proses sains pada pembelajaran fisika di Indonesia belum dilatih secara optimal dan masih memerlukan pengembangan model, media, maupun instrumen penilaian yang lebih relevan.

Sejumlah penelitian pengembangan bahan ajar fisika berbasis konteks sebelumnya turut memperkuat urgensi pengembangan modul serupa. Afifah dkk. (2021) melalui meta-analisis mengonfirmasi bahwa modul dan pendekatan pembelajaran berbasis sains secara umum efektif

meningkatkan keterampilan berpikir dan proses sains peserta didik. Fatimah (2021) melaporkan bahwa modul fisika berbasis SETS pada materi dinamika rotasi memperoleh penilaian sangat baik dari ahli materi, ahli media, maupun praktisi. Zulfaniar dkk. (2024) juga menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis SETS efektif meningkatkan kreativitas peserta didik, sementara Ilhamsyah dkk. (2022) membuktikan bahwa bahan ajar berbasis keterampilan proses sains mampu meningkatkan hasil belajar. Haryadi dan Nurmala (2021) serta Marta dan Ramli (2021) turut menegaskan bahwa pengembangan bahan ajar fisika kontekstual, termasuk yang terintegrasi dengan kearifan lokal maupun etnosains (Amaliah dkk., 2022), masih sangat dibutuhkan untuk menjawab kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Bahan ajar yang baik hendaknya bersifat mandiri, kontekstual, dan mudah dipelajari sendiri oleh peserta didik (Direktorat Pembinaan SMA, 2008), sedangkan kualitas suatu modul, sebagaimana dikemukakan Nieveen (1999), perlu diukur dari tiga aspek utama, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul pembelajaran fisika berbasis SETS pada materi energi terbarukan serta menguji validitas, kepraktisan, dan pengaruhnya terhadap keterampilan proses sains peserta didik kelas X. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan tiga hal yang jarang ditemukan secara bersamaan pada penelitian modul SETS sebelumnya, yaitu pengintegrasian pendekatan SETS secara khusus pada materi energi terbarukan yang sarat isu lingkungan dan teknologi terkini, pengukuran pengaruh modul terhadap keenam indikator keterampilan proses sains secara terpisah dan terukur, serta pengujian kelayakan modul secara berjenjang melalui tiga tahap, yakni validasi pakar, penilaian praktisi, dan uji efektivitas lapangan dalam satu rangkaian model 4D yang utuh. Kombinasi ini belum banyak diterapkan pada konteks sekolah menengah atas di wilayah pinggiran seperti Kecamatan Tombolopao, sehingga modul yang dihasilkan diharapkan menjadi rujukan bahan ajar kontekstual yang teruji secara empiris untuk mendukung penguatan keterampilan proses sains peserta didik dalam menghadapi tantangan global.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (R&D) yang bertujuan menghasilkan produk berupa modul fisika berbasis SETS sekaligus menguji efektivitasnya (Sugiyono, 2019). Model pengembangan yang digunakan mengacu pada model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974), yang terdiri atas empat tahap, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Pemilihan model ini didasarkan pada kesesuaian karakteristiknya dengan disiplin fisika, pendekatan SETS, dan tujuan penguatan keterampilan proses sains peserta didik.

Penelitian dilaksanakan di UPT SMA Negeri 11 Gowa yang berlokasi di Kecamatan Tombolopao dengan melibatkan kelas X.C sebagai kelas eksperimen berjumlah 30 peserta didik dan kelas X.A sebagai kelas kontrol berjumlah 28 peserta didik. Uji coba menggunakan rancangan eksperimen murni dengan desain pascates kelompok kontrol (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012) sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Penelitian dengan Desain Pascates Kelompok Kontrol

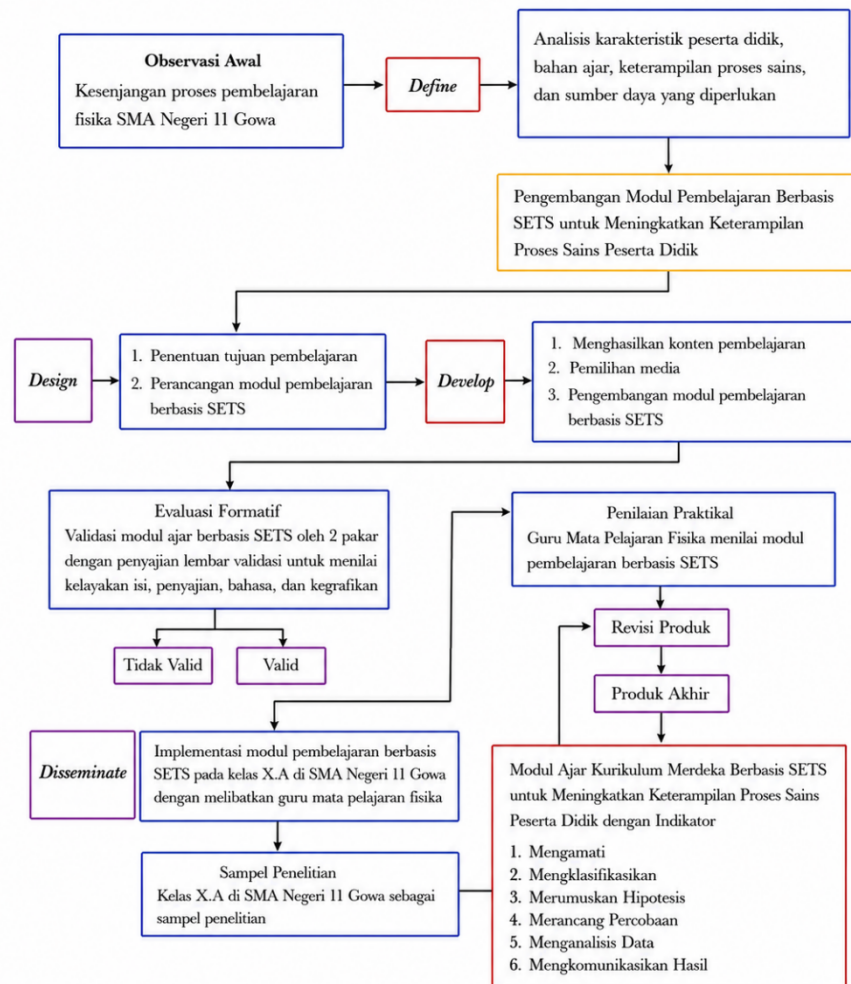
Kelas	Kelompok	<i>Perlakuan</i>	<i>Pascates</i>
R	Eksperimen	X	O1
R	Kontrol	-	O2

(Sugiyono, 2019)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh perlakuan berupa penggunaan modul fisika berbasis SETS sebelum diberikan pascates, sedangkan kelompok

kontrol hanya diberikan pascates tanpa perlakuan tersebut. Kedua kelompok dipilih secara acak sehingga diasumsikan berasal dari populasi yang setara.

Prosedur penelitian mengikuti empat tahapan model 4D sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Pengembangan Modul Fisika Berbasis SETS

Gambar 1 menunjukkan bahwa tahap pendefinisian diawali dengan observasi awal untuk mengidentifikasi kesenjangan pembelajaran fisika di SMA Negeri 11 Gowa, dilanjutkan dengan analisis karakteristik peserta didik dan kebutuhan bahan ajar. Tahap perancangan meliputi penentuan tujuan pembelajaran dan penyusunan kerangka modul, sedangkan tahap pengembangan mencakup penyusunan konten, pemilihan media, dan validasi oleh pakar sebelum modul diujicobakan pada tahap penyebaran kepada peserta didik kelas X.A.

Pengumpulan data dilakukan melalui angket untuk mengukur validitas dan kepraktisan modul, serta melalui tes pilihan ganda berjumlah 30 butir soal yang disusun mengacu pada kaidah penyusunan tes hasil belajar (Arikunto, 2021) berdasarkan enam indikator keterampilan proses sains untuk mengukur efektivitas modul. Ketiga aspek tersebut selanjutnya dianalisis melalui tiga teknik, yaitu analisis kevalidan, analisis tanggapan praktisi, dan analisis efektivitas produk.

1. Analisis Kevalidan

Tingkat kevalidan modul dihitung menggunakan indeks Aiken (Aiken, 1980) sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (1).

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \quad (1)$$

Keterangan: V adalah indeks kesepakatan rater terhadap validitas butir, S adalah skor yang diberikan tiap rater dikurangi skor terendah yang digunakan, n adalah banyaknya rater, dan c adalah banyaknya kategori yang dapat dipilih rater. Suatu butir dinyatakan valid apabila nilai V lebih besar atau sama dengan 0,4 (Azwar, 2015).

2. Analisis Tanggapan Praktisi

Kategori tanggapan praktisi disusun berdasarkan skala Likert dengan empat tingkat penilaian sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Skor Angket Respon Praktisi

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Relevan	4
Relevan	3
Kurang Relevan	2
Tidak Relevan	1

(Akbar, 2013)

Hasil angket respon praktisi selanjutnya dianalisis menggunakan rumus persentase pada Persamaan (2).

$$PRS = \frac{\sum A}{\sum B} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan: PRS adalah persentase praktisi yang memberikan respon terhadap kategori tertentu, $\sum A$ adalah total skor yang diperoleh untuk setiap kategori, dan $\sum B$ adalah skor maksimum dari kategori tersebut pada angket. Kriteria kepraktisan modul mengacu pada rentang skor sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Kategori Kepraktisan Modul

Nilai (%)	Kriteria
$85 \leq P \leq 100$	Sangat Praktis
$70 \leq P < 85$	Praktis
$50 \leq P < 70$	Kurang Praktis
$0 \leq P < 50$	Tidak Praktis

(Sugiyono, 2017)

Tabel 3 memperlihatkan bahwa modul dinyatakan sangat praktis apabila skor respon berada pada rentang 85 hingga 100 persen, praktis pada rentang 70 hingga kurang dari 85 persen, kurang praktis pada rentang 50 hingga kurang dari 70 persen, dan tidak praktis apabila skor berada di bawah 50 persen.

3. Analisis Efektivitas Produk

Efektivitas modul diuji secara inferensial menggunakan uji-t sampel bebas dengan syarat kedua kelompok berasal dari populasi berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi SPSS 32 pada taraf signifikansi 5 persen dengan rumusan hipotesis sebagai berikut.

H₀ : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan modul fisika berbasis SETS terhadap keterampilan proses sains peserta didik.

H₁ : Terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan modul fisika berbasis SETS terhadap keterampilan proses sains peserta didik.

Keputusan pengujian hipotesis didasarkan pada nilai signifikansi. Apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka H₀ diterima dan H₁ ditolak, yang berarti tidak terdapat pengaruh modul fisika berbasis SETS terhadap keterampilan proses sains peserta didik. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka H₀ ditolak dan H₁ diterima, yang berarti terdapat pengaruh modul fisika berbasis SETS terhadap keterampilan proses sains peserta didik.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Validasi Modul Pembelajaran Fisika Berbasis SETS

Validitas isi modul dianalisis menggunakan indeks Aiken's V dengan empat aspek penilaian, yaitu kelayakan isi, penyajian, bahasa, dan kegrafikaan. Hasil analisis koefisien validitas isi berdasarkan penilaian dua pakar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Validasi Isi Modul Fisika Berbasis SETS

No	Aspek Penilaian	Skor Setiap Rater		ΣS	n(c-1)	V	Ket
		S1	S2				
1	Isi	58	58	84	96	0,875	Valid
2	Penyajian	54	54	76	96	0,792	Valid
3	Bahasa	64	60	92	96	0,958	Valid
4	Kegrafikaan	26	27	37	48	0,771	Valid
Rerata						0,849	Valid

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai V untuk aspek kelayakan isi sebesar 0,875, aspek penyajian sebesar 0,792, aspek bahasa sebesar 0,958, dan aspek kegrafikaan sebesar 0,771. Keempat nilai tersebut berada di atas batas acuan 0,4 sehingga seluruh aspek dinyatakan valid. Rata-rata indeks Aiken's V dari keempat aspek adalah 0,849 dengan kategori valid, yang menunjukkan bahwa modul fisika berbasis SETS memiliki validitas isi yang baik dan layak digunakan setelah melalui tahap penyempurnaan berdasarkan masukan pakar.

Perolehan nilai tertinggi pada aspek bahasa mengindikasikan bahwa redaksi dan istilah yang digunakan dalam modul telah disusun secara komunikatif dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik kelas X. Nilai aspek kegrafikaan yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek lain mengisyaratkan perlunya penyempurnaan tata letak, ilustrasi, dan komposisi warna agar daya tarik visual modul semakin optimal. Pola temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Fatimah (2021) yang juga melaporkan bahwa aspek kegrafikaan cenderung memperoleh skor validasi lebih rendah dibandingkan aspek isi dan bahasa pada pengembangan

modul fisika berbasis SETS, sehingga penguatan pada elemen visual patut menjadi perhatian utama pengembang bahan ajar sejenis di masa mendatang.

Hasil Penilaian Praktisi terhadap Kualitas Modul Pembelajaran Fisika Berbasis SETS

Penilaian praktisi diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh guru mata pelajaran fisika di SMA/MA se-Kecamatan Tombolopao. Hasil analisis penilaian praktisi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Praktisi terhadap Modul Fisika Berbasis SETS

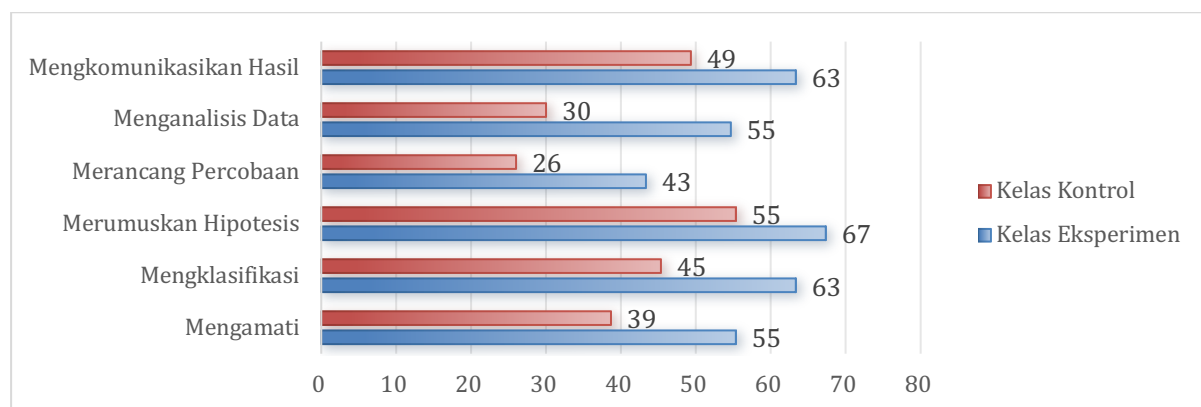
No.	Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria
1	Isi	90,38	Sangat Praktis
2	Penyajian	89,93	Sangat Praktis
3	Bahasa	89,58	Sangat Praktis
4	Kegrafikaan	91,01	Sangat Praktis
Rerata		90,23	Sangat Praktis

Tabel 5 memperlihatkan bahwa aspek isi memperoleh persentase 90,38 persen, aspek penyajian 89,93 persen, aspek bahasa 89,58 persen, dan aspek kegrafikaan 91,01 persen, dengan rata-rata keseluruhan 90,23 persen. Keempat aspek tersebut berada pada kategori sangat praktis, yang menandakan bahwa modul dinilai mudah digunakan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Tingginya persentase pada aspek kegrafikaan menurut penilaian praktisi, berbeda dengan hasil validasi pakar yang relatif lebih rendah pada aspek yang sama, mengindikasikan bahwa guru sebagai pengguna langsung modul lebih menitikberatkan penilaian pada kepraktisan penggunaan di kelas dibandingkan pada standar kegrafikaan formal yang lazim digunakan pakar media. Perbedaan sudut pandang penilaian ini memperkuat temuan Ilhamsyah dkk. (2022) yang menyatakan bahwa persepsi praktisi terhadap bahan ajar seringkali dipengaruhi oleh kemudahan implementasi di lapangan, bukan semata-mata kesesuaian kaidah desain grafis. Keselarasan antara penilaian pakar dan praktisi tetap penting dijaga agar modul yang dihasilkan benar-benar layak dari sisi keilmuan sekaligus aplikatif dari sisi penggunaan praktis.

Perbedaan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik dengan dan tanpa Modul Fisika Berbasis SETS

Perbedaan capaian keterampilan proses sains antara kelas yang menggunakan modul fisika berbasis SETS dan kelas yang tidak menggunakan modul tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Keterampilan Proses Sains Peserta Didik untuk Setiap Indikator

Gambar 2 memperlihatkan bahwa pada indikator mengamati, kelas eksperimen memperoleh persentase 55 persen sedangkan kelas kontrol 39 persen. Pada indikator mengklasifikasi, kelas eksperimen mencapai 63 persen dan kelas kontrol 45 persen. Indikator merumuskan hipotesis pada kelas eksperimen mencapai 67 persen, sedangkan kelas kontrol hanya 55 persen. Indikator merancang percobaan pada kelas eksperimen sebesar 43 persen dan kelas kontrol 26 persen. Indikator menganalisis data pada kelas eksperimen sebesar 55 persen, jauh lebih tinggi daripada kelas kontrol yang hanya 30 persen. Indikator mengomunikasikan hasil pada kelas eksperimen mencapai 63 persen, sedangkan kelas kontrol sebesar 49 persen. Keseluruhan data tersebut menegaskan bahwa kelas eksperimen unggul pada keenam indikator keterampilan proses sains.

Selisih capaian terbesar antara kedua kelompok tampak pada indikator menganalisis data, yaitu sebesar 25 poin persentase, yang mengindikasikan bahwa modul fisika berbasis SETS memberi ruang eksplorasi data empiris yang lebih luas melalui tautan antara konsep energi terbarukan dan permasalahan lingkungan nyata. Indikator merancang percobaan menjadi indikator dengan capaian terendah pada kedua kelompok, yang mengindikasikan bahwa keterampilan merancang percobaan secara mandiri masih menjadi tantangan tersendiri bagi peserta didik kelas X, sejalan dengan temuan Aditiyas dan Kuswanto (2024) bahwa keterampilan proses sains terintegrasi, termasuk merancang percobaan, cenderung lebih sulit dikuasai dibandingkan keterampilan proses sains dasar seperti mengamati dan mengklasifikasi. Temuan ini memberi arah perbaikan bagi revisi modul selanjutnya, misalnya dengan memperbanyak bimbingan bertahap pada kegiatan perancangan percobaan agar peserta didik lebih terlatih menyusun langkah-langkah investigasi secara sistematis.

Signifikansi perbedaan capaian tersebut selanjutnya diuji secara statistik menggunakan uji-t sampel bebas, dengan hasil analisis disajikan pada Gambar 3.

Independent Samples Test									
		t-test for Equality of Means							
		t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Eksperimen	Equal variances assumed	4.535	56	<.001	<.001	4.660	1.027	2.601	6.718
	Equal variances not assumed	4.527	55.187	<.001	<.001	4.660	1.029	2.597	6.722

Gambar 3. Hasil Uji-t Sampel Bebas

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai t hitung sebesar 4,535 dengan derajat bebas 56 dan nilai signifikansi dua sisi kurang dari 0,001. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05 sehingga hipotesis H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat pengaruh modul fisika berbasis SETS terhadap keterampilan proses sains peserta didik.

Perbedaan signifikan tersebut memperkuat argumen bahwa integrasi sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat dalam satu kesatuan modul mampu menstimulasi keterlibatan kognitif peserta didik secara lebih mendalam dibandingkan pembelajaran konvensional. Peserta didik pada kelas eksperimen tidak hanya mempelajari konsep energi terbarukan secara teoretis, tetapi juga diajak menghubungkannya dengan persoalan aktual seperti krisis energi dan pemanasan global, sehingga proses berpikir ilmiah mereka terlatih secara kontekstual. Kondisi ini konsisten dengan temuan Zahra dkk. (2019) dan Rini (2017) bahwa pendekatan SETS secara konsisten memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan proses sains pada berbagai jenjang

pendidikan, serta memperkuat temuan Maharani dkk. (2020) bahwa penggunaan media dan bahan ajar yang kontekstual berkorelasi dengan peningkatan hasil belajar fisika.

Interpretasi lebih lanjut menunjukkan bahwa besarnya nilai t hitung dibandingkan dengan kriteria signifikansi mengindikasikan pengaruh yang kuat, bukan sekadar perbedaan akibat variasi sampel semata. Mengingat modul telah dinyatakan valid dan sangat praktis pada tahap sebelumnya, keberhasilan modul dalam meningkatkan keterampilan proses sains dapat dipahami sebagai hasil kumulatif dari tiga aspek kelayakan yang saling menguatkan, yaitu kesesuaian isi dan bahasa, kemudahan penggunaan di kelas, dan desain aktivitas belajar yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik. Kesimpulan ini sejalan dengan kerangka kualitas produk pendidikan yang dikemukakan Nieveen (1999), yang menegaskan bahwa validitas, kepraktisan, dan keefektifan merupakan tiga pilar yang saling berkaitan dalam menentukan kelayakan suatu produk pembelajaran.

Kesimpulan

Modul pembelajaran fisika berbasis SETS pada materi energi terbarukan yang dikembangkan melalui model 4D dinyatakan sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,849 dan memperoleh penilaian sangat praktis dari praktisi dengan skor rata-rata 90,23 persen. Hasil uji- t sampel bebas menunjukkan perbedaan yang signifikan antara keterampilan proses sains kelas eksperimen dan kelas kontrol ($t = 4,535$; $df = 56$; signifikansi $< 0,001$), dengan selisih capaian terbesar pada indikator menganalisis data dan capaian terendah pada indikator merancang percobaan di kedua kelompok. Temuan ini mengimplikasikan bahwa integrasi sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat dalam satu modul kontekstual dapat menjadi strategi efektif bagi guru fisika untuk menumbuhkan keterampilan proses sains peserta didik, sekaligus memberi rujukan empiris bagi pengembangan bahan ajar sejenis pada materi fisika lain yang sarat muatan lingkungan dan teknologi.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain cakupan uji coba yang hanya melibatkan satu sekolah dengan jumlah sampel terbatas pada dua kelas, serta pengukuran keterampilan proses sains yang hanya menggunakan tes pilihan ganda tanpa didukung observasi kinerja praktikum secara langsung. Peneliti selanjutnya disarankan memperluas cakupan uji coba pada beberapa sekolah dengan karakteristik peserta didik yang lebih beragam, melengkapi instrumen penilaian dengan observasi kinerja dan portofolio, serta mengembangkan modul serupa pada materi fisika lain agar keterampilan merancang percobaan, sebagai indikator dengan capaian terendah pada penelitian ini, dapat dikaji dan ditingkatkan lebih lanjut melalui rancangan pembelajaran yang lebih terbimbing.

Referensi

- Aditias, S. E., & Kuswanto, H. (2024). Analisis implementasi keterampilan proses sains di Indonesia pada pembelajaran fisika: Literatur review. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(2), 153–166. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.15912>
- Afifah, N., dkk. (2021). Meta-analisis efektivitas modul dan pendekatan pembelajaran berbasis sains terhadap keterampilan berpikir dan proses sains peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 115–126.
- Aiken, L. R. (1980). Content validity and reliability of single items or questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 955–959. <https://doi.org/10.1177/001316448004000419>
- Akbar, S. (2013). Instrumen perangkat pembelajaran. PT Remaja Rosdakarya.

- Amaliah, K., Kurniawan, A., & Sholikahah, A. U. (2022). Penggunaan e-modul berbasis etnosains pada sekolah menengah atas mata pelajaran fisika: Studi literatur. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (SNPPM) Universitas Muhammadiyah Metro, 4(1), 117–122. <https://prosiding.ummetro.ac.id/index.php/snppm/article/view/70/66>
- Arikunto, S. (2021). Dasar-dasar evaluasi pendidikan (Edisi ke-3). Bumi Aksara.
- Azwar, S. (2015). Reliabilitas dan validitas (Edisi ke-4). Pustaka Pelajar.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. (2008). Panduan pengembangan bahan ajar. Departemen Pendidikan Nasional.
- Fatimah, S. (2021). Pengembangan modul fisika dengan pendekatan SETS (Science, Environment, Technology, and Society) pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar untuk peserta didik kelas XI SMA/MA [Skripsi, UIN Sunan Kalijaga]. Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to design and evaluate research in education (8th ed.). McGraw-Hill. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1046940>
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, & Jufri, A. W. (2020). Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 5(2), 108–116. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Haryadi, R., & Nurmala, R. (2021). Pengembangan bahan ajar fisika kontekstual dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains, 7(1), 32–41. <https://doi.org/10.32699/spektra.v7i1.168>
- Ilhamsyah, I., Sujarwanto, E., & Sabri, F. (2022). Pengembangan bahan ajar berbasis keterampilan proses sains untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Jurnal Pendidikan Fisika, 10(2), 115–124.
- Jumriani, & Prasetyo, Z. K. (2022). Important roles of local potency based science learning to support the 21st century learning. European Journal of Formal Sciences and Engineering, 5(1), 39–52.
- Maharani, R. J. P., Taufik, M., Ayub, S., & Rokhmat, J. (2020). Pengaruh model pembelajaran inkuiri dengan bantuan media tiga dimensi terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar fisika peserta didik. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 6(1), 113–118. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.326>
- Marta, Y. M. V., & Ramli. (2021). Analisis kebutuhan pengembangan modul pembelajaran fisika SMA berbasis pendekatan STEM. JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah), 5(2), 95–101. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v5i2.918>
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), Design approaches and tools in education and training (pp. 125–135). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_10
- OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Rini, C. P. (2017). Pengaruh pendekatan SETS (Science, Environment, Technology and Society) terhadap keterampilan proses sains siswa sekolah dasar. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 2(1), 56–64. <https://doi.org/10.23969/jp.v2i1.450>
- Sugiyono. (2017). Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian pendidikan (kuantitatif, kualitatif, kombinasi, R&D, dan penelitian pendidikan). Alfabeta.
- Suja, I. W. (2020). Keterampilan proses sains dan instrumen pengukurannya. Rajawali Pers.

- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children. Indiana University, Center for Innovation in Teaching the Handicapped.
- Yofamella, D., & Taufik, T. (2023). Penerapan model inquiry learning dalam pembelajaran tematik terpadu di kelas III sekolah dasar (studi literatur). *e-Jurnal Inovasi Pembelajaran Sekolah Dasar*, 10(2), 159–170. <https://doi.org/10.24036/e-jipsd.v10i2.10426>
- Zahra, M., Wati, W., & Makbuloh, D. (2019). Pembelajaran SETS (Science, Environment, Technology, Society): Pengaruhnya pada keterampilan proses sains. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 320–327. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i3.4357>
- Zulfanir, Arsyad, M., & Palloan, P. (2024). Pengembangan bahan ajar fisika berbasis SETS (Science, Environment, Technology, and Society) untuk meningkatkan kreativitas peserta didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 10102–10108. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.8774>