

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D) yang berpedoman pada model pengembangan *Plomp*. Dalam bidang pendidikan, metode R&D digunakan secara sistematis untuk mengembangkan dan menyempurnakan berbagai produk dan solusi yang bermanfaat bagi proses belajar mengajar (Okpatrioka Okpatrioka, 2023). Model pengembangan *Plomp* yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu: penelitian pendahuluan (*Preliminary Research*), tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*Development of Prototype Phase*), dan tahap penilaian (*Assessment Phase*). Untuk itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan *e-modul* fisika menggunakan model POE untuk meningkatkan kemampuan SEPs murid di MAN 3 Kota Padang Panjang.

B. Model Pengembangan

Model pengembangan *e-modul* fisika menggunakan POE untuk meningkatkan kemampuan *science and engineering practices* murid. Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Plomp* yang meliputi tiga tahapan, yaitu: *Preliminary Research*, *Development of Prototype Phase*, dan *Assessment Phase*.

1. *Preliminary Reseach*

Pada fase ini dijalankan analisis kebutuhan serta telaah literatur. Analisis pendahuluan bermaksud untuk mengidentifikasi sekaligus merumuskan syarat-syarat pembelajaran yang perlu dipenuhi dalam proses pengembangan *e-modul*. Melalui tahap ini, peneliti meninjau berbagai aspek yang mendukung pengembangan, termasuk kebutuhan murid, karakteristik pembelajaran, serta hasil kajian dari sumber-sumber relevan (Habibah & Fauzi, 2023).

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan yaitu tahap awal yang penting dalam penelitian pengembangan, yang bermaksud untuk mengidentifikasi permasalahan mendasar yang muncul dalam proses pembelajaran sehingga menjadi dasar dalam merancang bahan ajar yang tepat. Melalui analisis ini, peneliti memperoleh gambaran mengenai kondisi nyata di lapangan, harapan yang diinginkan, serta alternatif solusi yang dapat dijadikan acuan dalam menentukan bentuk bahan ajar yang akan dikembangkan.

Kegiatan analisis kebutuhan dilakukan dengan meninjau kondisi sekolah, baik dari sisi pendidik maupun murid. Pada tahap ini juga dianalisis bentuk bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik murid, termasuk preferensi mereka terhadap bahan ajar yang menarik, sesuai perkembangan zaman, serta mendukung keterlibatan aktif dalam

pembelajaran (Simbolon et al., 2021). Kesimpulan analisis kebutuhan dapat ditinjau dalam Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Analisis Kebutuhan dan Konteks

Kriteria	Deskripsi	Hasil
Analisis kebutuhan (pendidik dan murid)	Melakukan analisis rasional terhadap pengembangan <i>e-modul</i> menggunakan POE dengan melibatkan wawancara bersama pendidik dan murid sebagai sumber informasi.	Hasil wawancara mengenai kebutuhan pendidik dalam upaya mengatasi permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran di kelas.
	Menganalisis pengembangan <i>e-modul</i> menggunakan POE yang disesuaikan dengan karakteristik dan perkembangan murid melalui wawancara dengan pendidik serta murid.	Hasil wawancara terkait kebutuhan murid dalam menghadapi serta mengatasi permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran.

Sumber: Plomp dalam Sari (M. Sari, 2020).

b. Analisis Literatur

Analisis literatur merupakan kegiatan untuk menelaah teori-teori serta hasil penelitian yang sesuai terkait produk yang dikembangkan, yaitu *e-modul* fisika menggunakan POE. Langkah ini dijalankan guna menemukan konsep-konsep maupun landasan teoritis yang dapat memantapkan dasar pengembangan bahan ajar elektronik tersebut agar

sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Dalam tahap ini yang dijalankan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Analisis Literatur/Studi Pustaka

No.	Tahap-Tahap Analisis Literatur	Deskripsi	Hasil
1.	Analisis Kurikulum	Analisis kurikulum yaitu kegiatan menelaah kurikulum yang berlaku di lokasi penelitian. Tujuannya untuk memastikan kesesuaian antara kurikulum yang diterapkan dengan arah serta tujuan penelitian yang akan dijalankan.	Pada fase ini, analisis ditetapkan menurut pengenalan permasalahan yang ditemukan. Proses analisis meliputi telaah terhadap perangkat ajar sesuai Kurikulum Merdeka, penentuan serta penetapan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran, serta indikator yang relevan. Hasil analisis kemudian dijadikan landasan dalam menyusun bahan ajar berupa e-modul fisika menggunakan POE yang dirancang untuk mendukung

			pengembangan kemampuan SEPs murid.
2.	Analisis Bahan ajar	Pada fase analisis bahan ajar, peneliti menelaah bahan ajar yang digunakan di lapangan, khususnya <i>e-modul</i> yang ada, untuk mengidentifikasi kesesuaian dengan model POE. Proses ini juga mencakup pengkajian terhadap kelebihan serta kekurangan bahan ajar yang tersedia sehingga dapat menjadi dasar dalam mengembangkan <i>e-modul</i> fisika menggunakan POE yang lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.	Penyusunan bahan ajar dilakukan sebagai acuan dalam merancang <i>e-modul</i> menggunakan POE, yang sebelumnya belum pernah dijalankan di sekolah tersebut. Maka dari itu, pengembangan bahan ajar ini dianggap tepat untuk menopang proses pembelajaran, terutama pada mata pelajaran fisika.
3.	Analisis Materi	Tahap analisis materi dijalankan dengan tujuan untuk menetapkan, menentukan, serta merancang materi	Pemilihan materi dijalankan dengan memikirkan relevansi konsep dan isi yang diajarkan. Selanjutnya, materi

		pembelajaran secara sistematis sehingga sesuai dan relevan untuk diajarkan.	dirinci serta dirancang secara terstruktur ke dalam bahan ajar yang dikembangkan sehingga saling berkaitan dan berkelanjutan guna menopang kelancaran proses pembelajaran.
--	--	---	--

2. Development Of Prototypephase

Tahap ini yaitu lanjutan dari tahap sebelumnya dengan tujuan menghasilkan prototipe bahan ajar berupa *e-modul* fisika menggunakan POE yang valid dan efektif untuk meningkatkan kemampuan SEPs murid. Pada tahap ini dilakukan proses berulang untuk menyempurnakan prototipe yang dikembangkan. Kegiatan meliputi perancangan prototipe, pelaksanaan evaluasi formatif, serta revisi berdasarkan masukan yang diperoleh. Lebih lanjut, pada tahap ini juga disusun instrumen untuk menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk. Pada tahap ini dilakukan peneliti dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3. 3 Tahapan Kegiatan Fase Pengembangan

No.	Tahap-Tahap Fase Pengembangan	Deskripsi Kegiatan	Hasil
1.	Mendesain <i>prototype</i>	Dilaksanakan perancangan terhadap <i>e-modul</i>	Desain awal prototype I bahan ajar berupa <i>e-modul</i> fisika

		menggunakan POE sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran.	menggunakan POE.
2.	Evaluasi formatif	1. Validasi Bahasa 2. Validasi Isi 3. Validasi Konsruksi	Hasil penilaian terhadap prototipe I <i>e-modul</i> fisika menggunakan POE menunjukkan kualitas produk awal dalam mendukung peningkatan kemampuan murid.
3.	Revisi prototipe	Melakukan revisi berdasarkan masukan yang diberikan oleh para ahli.	Prototipe II <i>e-modul</i> fisika menggunakan POE diimplementasikan dalam proses pembelajaran untuk menilai tingkat kepraktisan serta menguji efektivitasnya terhadap kemampuan murid.

Sumber: Plomp dalam Sari (M. Sari, 2020).

Pada tahap desain prototipe, *e-modul* dirancang dengan memetakan setiap tahapan model POE terhadap indikator SEPs yang ingin dilatih, sebagaimana disajikan pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3. 4 Keterkaitan POE dan SEPs

Tahap POE	Aktivitas Murid	Indikator SEPs yang Dilatih
Predict	Membaca wacana fenomena	Asking Questions and

	pencemaran, merumuskan pertanyaan & prediksi awal	Defining Problems
	Menganalisis gambar/model aktivitas manusia-polutan	Developing and Using Models
Observe	Mengamati materi & data pencemaran air/udara/tanah	Analyzing and Interpreting Data
	Merencanakan & mengumpulkan informasi penyelidikan	Planning and Carrying Out Investigations
Explain	Menjelaskan dampak pencemaran berdasarkan bukti	Engaging in Argument from Evidence
	Merancang solusi penanggulangan pencemaran	Constructing Explanations and Designing Solutions
	Mengevaluasi & mengomunikasikan informasi/solusi	Obtaining, Evaluating, and Communicating Information
	Menghitung & menganalisis data kuantitatif pencemaran	Using Mathematics and Computational Thinking

3. Assessment Phase

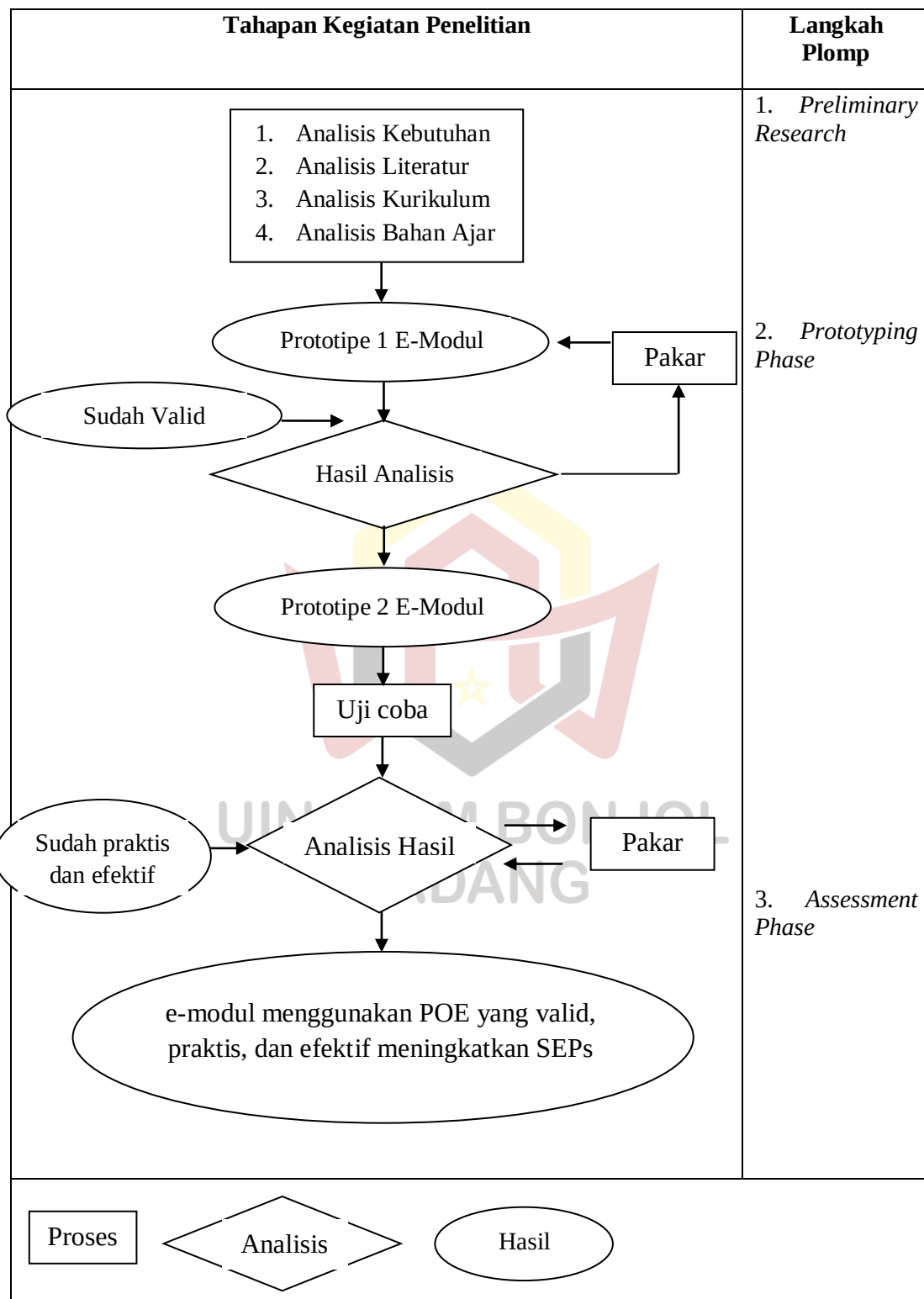
Tahap ini bermaksud untuk menilai praktikalitas dan efektivitas prototipe II *e-modul* fisika menggunakan POE. yang dihasilkan pada fase pengembangan. Tingkat kepraktisan dinilai melalui angket yang diisi oleh pendidik serta murid, sedangkan efektivitas produk diukur berdasarkan tes kemampuan murid. Proses pengembangan *e-modul* ini mengacu pada tahapan model pengembangan *Plomp*, di mana setiap tahap dirancang untuk menciptakan produk yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sesuai standar kualitas bahan ajar.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini mengacu pada tahapan penelitian dan pengembangan pendidikan menurut *Plomp*. Adapun langkah-langkah pengembangan yang diterapkan melalui model *Plomp* adalah sebagai berikut:

Berdasarkan langkah pengembangan yang sudah dikemukakan, dapat digambarkan bagian alur seperti terlihat pada Tabel 3.5 berikut:



Tabel 3. 5 Prosedur Penelitian Pengembangan *Plomp*

Sumber : (M. Sari, 2020).

D. Uji coba Produk

1. Uji Validasi

Pengujian validitas bahan ajar *e-modul* fisika menggunakan POE dijalankan oleh tiga orang ahli, yaitu satu dosen fisika, satu dosen bahasa Indonesia, dan satu dosen pendidikan. Validasi produk ini mencakup aspek kelayakan isi, kesesuaian dengan tuntutan didaktis, ketepatan konstruksi, serta kesesuaian dengan aspek teknis. Tiga validator tersebut masing-masing berperan sebagai validator bahasa, validator konstruksi, dan validator materi untuk memastikan *e-modul* yang dikembangkan memuaskan kriteria kevalidan.

b. Aspek Materi

Aspek materi divalidasi oleh seorang ahli di bidang fisika. Penilaian aspek ini berfokus pada kelayakan isi materi dalam bahan ajar *e-modul* menggunakan POE serta kesesuaiannya dalam mendukung peningkatan kemampuan murid.

b. Aspek Bahasa

Aspek kebahasaan divalidasi oleh seorang ahli bahasa Indonesia. Penilaian pada aspek ini diarahkan pada keputusan penggunaan bahasa, kejelasan kalimat, serta konsistensi tanda baca dalam *e-modul* menggunakan POE sehingga sesuai untuk digunakan murid.

c. Aspek Konstruksi

Aspek konstruksi divalidasi oleh seorang ahli di bidang penyusunan perangkat pembelajaran. Penilaian aspek ini difokuskan pada kelayakan rancangan atau struktur penyajian dalam *e-modul* menggunakan POE agar dapat mendukung keterbacaan dan kemudahan penggunaannya oleh murid.

2. Uji Praktikalitas

Praktikalitas menggambarkan sejauh mana tingkat keterpakaian dan kemudahan penggunaan bahan ajar *e-modul* menggunakan POE. Produk dikatakan memiliki praktikalitas tinggi apabila dinilai sangat mudah digunakan dalam pembelajaran. Tingkat praktikalitas ini dapat diketahui melalui respon guru dan murid setelah memanfaatkan *e-modul* yang dikembangkan.

3. Uji Efektivitas

Efektivitas produk ditinjau dari peningkatan kemampuan serta sikap murid setelah menggunakan *e-modul* menggunakan POE yang dikembangkan. Pengujian efektivitas dilakukan untuk mengukur tingkat kemampuan murid sebelum dan setelah pembelajaran dengan *e-modul*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memutuskan sejauh mana tingkat efektivitas produk tersebut.

E. Subjek Uji Coba

Subjek penelitian ini dibedakan menjadi dua, yaitu subjek ahli dan subjek produk. Subjek ahli atau validator adalah dosen yang menilai

kelayakan produk, sedangkan subjek uji coba produk adalah 21 murid kelas X.E2 MAN 3 Kota Padang Panjang.

F. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini meliputi dua, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Informasi kualitatif diperoleh dari ide-ide dari validator dan ahli. Informasi kuantitatif berasal dari penilaian pendapat, survey kewajaran, dan pertanyaan kelayakan.

1) Data Kuantitatif

Data kuantitatif didapatkan dari hasil penilaian para ahli, baik ahli materi, bahasa, maupun konstruksi, serta dari pendidik dan murid, yang digunakan sebagai dasar untuk menyempurnakan *e-modul* fisika menggunakan POE yang valid, praktis dan efektif.

2) Data Kualitatif

Data kualitatif didapatkan melalui angket penilaian yang diberikan kepada ahli, pendidik, dan murid, yang berisi tanggapan, komentar, serta saran perbaikan guna meningkatkan kualitas *e-modul* yang dikembangkan. Selain itu, data kualitatif juga didapatkan dari hasil wawancara dengan pendidik dan murid melalui observasi pelaksanaan *e-modul* dalam pembelajaran.

G. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian yaitu alat yang diterapkan untuk memperoleh dan mengumpulkan data dalam suatu penelitian. Instrumen tersebut membantu peneliti dalam mengumpulkan data secara sistematis sehingga proses

penelitian dapat dijalankan dengan lebih terarah dan mudah (Salmia, 2023). Dalam penelitian ini, angket digunakan sebagai salah satu instrumen untuk memperoleh data yang diperlukan.

1. Lembar Wawancara

Instrumen wawancara dalam penelitian ini disusun dan digunakan pada tahap *preliminary research* dalam model pengembangan *Plomp*. Instrumen tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi secara mendalam mengenai kebutuhan pendidik dan murid terkait pengembangan *e-modul* fisika menggunakan model POE. Melalui wawancara, peneliti menggali informasi mengenai kondisi pembelajaran fisika di sekolah, kendala yang dihadapi dalam proses pembelajaran, bahan ajar yang diterapkan, serta kebutuhan pendidik dan murid tentang bahan ajar yang lebih menarik, interaktif, dan dapat mendukung peningkatan kemampuan SEPs.

2. Instrumen Validasi

Instrumen validasi yaitu angket yang diberikan kepada validator setelah produk selesai dikembangkan. Angket ini digunakan untuk menilai aspek kelayakan isi, kesesuaian dengan kaidah bahasa, serta ketepatan konstruksi desain *e-modul*. Penilaian dilakukan oleh tiga validator yang terdiri atas ahli materi, ahli bahasa, dan ahli konstruksi. Validasi ini bermaksud untuk memastikan bahwa *e-modul* telah memenuhi standar isi, kebahasaan, dan penyajian yang baik sehingga layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

3. Instrumen Praktikalitas

Instrumen praktikalitas digunakan untuk menemukan tingkat kemudahan, kemenarikan, dan keterpahaman *e-modul* saat diterapkan dalam pembelajaran. Data diperoleh melalui angket yang diberikan kepada pendidik dan murid setelah menggunakan *e-modul* dalam proses belajar. Hasil angket ini memberikan gambaran sejauh mana *e-modul* fisika menggunakan POE dapat diterapkan secara praktis dan menopang proses pembelajaran yang interaktif dan efisien.

4. Instrumen Efektivitas

Uji efektivitas dijalankan untuk mengukur sejauh mana penggunaan *e-modul* fisika menggunakan POE berpengaruh terhadap kemampuan SEPs murid. Pengukuran dilakukan melalui tes kemampuan SEPs sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) penggunaan *e-modul*. Soal tes disusun berdasarkan capaian pembelajaran dan indikator yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku, sehingga hasilnya mencerminkan peningkatan kemampuan murid setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *e-modul*.

H. Teknik Analisis Data

1) Analisis Validitas

Uji validitas *e-modul* fisika menggunakan POE dilakukan berdasarkan hasil pengisian angket oleh tiga orang validator yang terdiri dari ahli materi, ahli bahasa, dan ahli konstruksi. Penilaian diterapkan

dengan menggunakan skala Likert, di mana setiap pernyataan memiliki bobot penilaian seperti pada Tabel 3.6 berikut:

Tabel 3. 6 Bobot Pernyataan Validitas *E-Modul*

Pernyataan	Bobot penilaian
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Sumber: (Sugiyono, 2024)

Nilai validitas dihitung dengan rumus:

$$V = \frac{f}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

V = Nilai validitas *e-modul*

F = Jumlah skor yang diperoleh

N = Skor maksimum

Tingkat validitas *e-modul* ditentukan berdasarkan criteria pada table 3.7 berikut:

Tabel 3. 7 Kriteria Nilai Validitas *E-Modul*

Rentang Nilai	Kategori Validitas
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Cukup Valid
21-40	Tidak Valid
0-20	Sangat Tidak Valid

Sumber: (Sugiyono, 2024)

E-modul fisika menggunakan POE dinyatakan valid apabila nilai validitas berada pada rentang 61–80, sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap uji praktikalitas.

2) Analisis Praktikalitas

Analisis praktikalitas dilaksanakan untuk menemukan tingkat kemudahan dan keterpahaman penggunaan *e*-modul fisika menggunakan POE dalam kegiatan pembelajaran. Data diperoleh melalui angket yang diberikan kepada guru dan murid. Penilaian menerapkan skala Likert seperti pada table 3.8 berikut:

Tabel 3. 8 Bobot Pernyataan Praktikalitas *E*-Modul

Pernyataan	Bobot penilaian
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Sumber: (Sugiyono, 2024)

Nilai praktikalitas dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

P = Nilai praktikalitas *e*-modul

F = Jumlah skor yang diperoleh

N = Skor maksimum

Kriteria penilaian praktikalitas disajikan pada Tabel 3.9 sebagai berikut:

Tabel 3. 9 Kriteria Nilai Praktikalitas *E-Modul*

Rentang Nilai	Kategori Validitas
81-100	Sangat Praktis
61-80	Praktis
41-60	Cukup Praktis
21-40	Tidak Praktis
0-20	Sangat Tidak Praktis

Sumber: (Sugiyono, 2024)

E-modul disebutkan praktis apabila hasil analisis menunjukkan nilai dalam kategori 61–80.

3) Analisis Efektivitas

Analisis efektivitas dilaksanakan untuk mengetahui efektivitas *e-modul* fisika menggunakan POE dalam meningkatkan kemampuan SEPs murid pada materi pencemaran lingkungan. Efektivitas *e-modul* ditinjau berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*, serta peningkatan kemampuan SEPs murid setelah menggunakan *e-modul* yang dikembangkan. Instrumen yang diterapkan dalam analisis efektivitas berupa tes kemampuan berbentuk 10 soal esai yang disusun berdasarkan indikator SEPs.

a. Penskoran Tes *Science and Engineering Practices* (SEPs)

Penskoran dilakukan terhadap jawaban murid pada soal *pretest* dan *posttest* berdasarkan rubrik penilaian yang telah ditetapkan. Setiap butir soal memiliki skor maksimum 4, sedangkan jawaban yang tidak dijawab atau masih kurang sesuai dengan kriteria penilaian diberikan skor 1. Skor yang diperoleh murid kemudian dijumlahkan dan

dikonversi ke dalam bentuk persentase menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum (N)}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

Jumlah skor yang diperoleh = total skor yang diperoleh murid

Jumlah skor maksimal = 40

b. Statistik Deskriptif

Sebelum dilakukan uji prasyarat dan uji hipotesis, terlebih dahulu dijalankan analisis statistik deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan SEPs murid. Analisis statistik deskriptif diterapkan untuk mendeskripsikan karakteristik data yang meliputi nilai rata-rata (*mean*), nilai minimum, nilai maksimum, dan standar deviasi (*standard deviation*) dari hasil *pretest* dan *posttest*. Proses analisis statistik deskriptif dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics versi 25 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Buka program SPSS 25, klik *Variable View*, lalu masukkan nama variabel *Pretest* dan *Posttest*.
- 2) Klik *Data View*, kemudian masukkan seluruh data nilai *Pretest* dan *Posttest* murid.
- 3) Klik menu *Analyze*, pilih *Descriptive Statistics*, lalu klik *Descriptives*.
- 4) Masukkan variabel *Pretest* dan *Posttest* ke dalam kotak Variable (s).

- 5) Klik *Options*, centang *Mean*, *Minimum*, *Maximum*, dan *Std. Deviation*, lalu klik *Continue* dan *OK*.
- 6) Hasil statistic deskriptif akan tampil pada tabel *Descriptives Statistics* di jendela output SPSS.

c. Uji Normalitas

Uji normalitas yakni salah satu uji prasyarat yang dilakukan untuk menemukan apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak (Kwak & Park, 2019). Uji ini dilakukan sebelum pengujian hipotesis untuk menentukan jenis analisis statistik yang sesuai dengan karakteristik data. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilaksanakan menggunakan metode Shapiro-Wilk karena metode tersebut dinilai lebih akurat untuk menguji normalitas data, terutama pada jumlah sampel yang relatif kecil. Proses pengujian normalitas dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics versi 25 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Buka program SPSS 25, lalu klik *Variable View*.
- 2) Pada kolom *Name*, tulis nama kelas
- 3) Klik data view untuk membuka halaman data view.
- 4) Masukkan data sampel, lalu klik *Analyze*, pilih *Descriptive Statistics*, dan klik *Explore*.
- 5) Masukkan variabel kelas X.E2 ke kotak *Dependent List*, lalu klik *plots*, dan centang *Normality plots with test*, lalu klik *OK*.

- 6) Untuk melihat data normal atau tidak bisa dilihat pada nilai signifikansi (Shapiro-Wilk) pada kolom *Test of Normality*, jika signifikansi lebih dari 0,05 maka data berdistribusi normal.

d. Uji Hipotesis

Uji hipotesis yakni salah satu prosedur analisis statistik yang difungsikan untuk menentukan apakah hipotesis penelitian dapat diterima atau ditolak berdasarkan data hasil penelitian. Dalam penelitian ini, pengujian hipotesis dijalankan menggunakan uji paired sample t-test untuk menemukan ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan pada kemampuan SEPs murid sebelum dan sesudah menggunakan e-modul fisika menggunakan POE. Uji paired sample t-test dipilih karena dimanfaatkan untuk membandingkan dua kelompok data yang saling berpasangan, yaitu nilai pretest dan posttest yang diperoleh dari kelompok murid yang sama.

Pemilihan uji paired sample t-test didasarkan pada desain penelitian yang menggunakan satu kelas eksperimen dengan rancangan *one-group pretest-posttest* tanpa melibatkan kelas kontrol. Maka dari itu, uji ini diterapkan untuk memahami apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan SEPs murid setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul fisika menggunakan POE. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS 25 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Membuka program SPSS 25, kemudian klik menu *Variable View*.

- 2) Pada kolom *Name*, masukkan nama variabel, yaitu *pretest* dan *posttest*.
- 3) Klik menu *Data View*, kemudian masukkan data nilai *pretest and posttest* murid.
- 4) Klik menu *Analyze*, kemudian pilih *Compare Means*, lalu klik *Paired-Samples T Test*.
- 5) Masukkan variabel *pretest and posttest* ke dalam kotak *Paired Variables*.
- 6) Klik *OK* untuk menampilkan hasil pengujian.
- 7) Hasil uji hipotesis dapat dilihat pada kolom *Sig. (2-tailed)* pada tabel *Paired Samples Test*. Jika nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* murid setelah diberikan perlakuan pembelajaran.

e. Uji N-Gain

Uji N-Gain (*Normalized Gain*) yakni salah satu teknik analisis yang diterapkan untuk menemukan peningkatan kemampuan murid berdasarkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* setelah diberikan perlakuan pembelajaran (Fakhrurrazi et al., 2019). Uji N-Gain diterapkan untuk mengukur besarnya peningkatan kemampuan SEPs murid setelah menggunakan *e-modul* fisika menggunakan POE. Semakin tinggi nilai N-Gain yang diperoleh, semakin besar pula peningkatan kemampuan murid setelah mengikuti proses pembelajaran.

Setelah hasil uji paired sample t-test menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, selanjutnya dilakukan uji N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan SEPs murid.

Kategori N-Gain yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 10 Kriteria Nilai N-Gain

No	Nilai N-Gain	Kategori
1	$g \geq 0,7$	Tinggi
2	$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
3	$g < 0,3$	Rendah

sumber: (Hake, 1998 dalam Mahardika et al., 2024)

Keterangan:

g = nilai N=Gain

E-modul fisika menggunakan POE dikatakan efektif apabila hasil analisis N-Gain berada pada kategori sedang atau tinggi. Kriteria tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan mampu memberikan peningkatan terhadap kemampuan SEPs murid setelah digunakan dalam proses pembelajaran.