

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis quasi eksperimen untuk mengujikan efektivitas e-modul fisika interaktif berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif murid SMA/MA. Dari pendapat Muarif (2023) Eksperimen semu hampir berdesain serupa dengan eksperimen murni namun tanpa pengacakan penuh dalam penentuan kelompok subjek penelitian. Dalam eksperimen semu, terdapat kelompok eksperimen yang mendapat perlakuan serta kelompok kontrol tidak mendapat perlakuan atau mendapatkan perlakuan berbeda, namun pembagian murid ke dalam kelompok ini tidak dilakukan secara acak karena keterbatasan situasi penelitian, seperti dalam lingkungan sekolah.

B. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *Pretest-Posttest Control Group Design*, hal ini sejalan dengan pendapat Sugiyono, (2012: 112) yang menyatakan ‘desain penelitian eksperimen diantaranya adalah *Pretest-Posttest Control Group Design*’. Dengan menggunakan desain ini kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol memiliki karakteristik yang sama, karena diambil secara acak (*random*) dari populasi yang homogen pula. Dalam desain ini kedua kelompok eksperimen diberi perlakuan khusus yaitu pembelajaran menggunakan e-modul fisika interaktif dengan model PBL, sedangkan kelompok kontrol

diberi perlakuan menggunakan model PBL dengan bahan ajar konvensional. Setelah diberi perlakuan kedua kelompok di tes dengan tes yang sama sebagai tes akhir (*posttest*) hasil kedua tes akhir di bandingkan, demikian juga anatara hasil tes awal dengan tes akhir pada masing-masing kelompok.

Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group*.

Tabel 3. 1 Pretest-Posttest Control Group.

Kelompok		Pretest	Perlakuan	Posttest
K.Eksperimen (R)	R	O ₁	X	O ₂
K. Kotrol (K)	R	O ₃		O ₄

Keterangan :

R : Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol siswa SMA yang diambil secara *sampel random sampling*.

O₁ : Memberikan Soal *Pretest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada kelas eksperimen.

O₃ : Memberikan Soal *Pretest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada kelas kontrol.

O₂ : Memberikan Soal *Posttest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada kelas eksperimen.

O₄ : Memberikan Soal *Posttest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada kelas kontrol.

X : Memberikan Pembelajaran menggunakan E-Modul interaktif berbasis PBL pada kelas eksperimen

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Dari pendapat Suriani (2023) populasi mencakup semua objek studi dengan suatu kriteria yang peneliti tetapkan. Semua murid kelas XI di SMAN 5 Merangin yang totalnya 3 kelas dengan jumlah 99 murid semester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasi ini dibentuk seperti Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Jumlah Murid kelas XI IPA SMA 5 Merangin

No	Kelas	Jumlah Murid
1	XI F1	33 Orang
2	XI F2	33 Orang
3	XI F3	33 Orang

(Sumber: Guru Fisika SMA 5 Merangin)

2. Sampel

Sampel tergolong bagian populasi yang bisa dijadikan wakil. Suriani *et al.*, (2023) dalam studi ini untuk menentukan sampelnya akan dipakai teknik *Cluster Random Sampling*.

Sampel akan diambil dengan menentukan 2 kelas dari populasi. Pengambilan sampel dilakukan dengan memilih dua kelas dari kelas populasi sebagai kelas sampel. Menghimpun data nilai ujian semester 1 murid kelas XI Fisika SMAN 5 Merangin. Maksud dari pengujian normalitas data untuk mengamati bila sampel data bersumber dari populasi dengan sebaran yang normal. Dalam studi ini pengujian *Kolmogorov-Smirnov* akan diproyeksikan dengan media SPSS 25.

Hipotesis yang diujikan yaitu:

H_a : Sampel bersumber dari populasi yang menyebar normal

H_0 : Sampel tidak bersumber dari populasi yang menyebar normal

Adapun langkah-langkah untuk dilakukan dalam pengambilan sampel yaitu mengumpulkan nilai ujian semester 1 kelas XI IPA SMA N 5 Merangin, melakukan uji normalitas, uji homogenitas dan uji kesamaan rata-rata yang dijelaskan. sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data Ujian semester 1 kelas XI IPA SMAN 5 Merangin, kemudian dihitung nilai rata-rata dan simpangan bakunya.
- b. Nilai yang diperoleh kemudian dilakukan analisis berupa uji normalitas bertujuan untuk melihat kelas sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Pada penelitian menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dengan menggunakan SPSS 25.

Dalam menetapkan sampel yang bersumber dari sebaran normal akan diterapkan kriteria seperti berikut:

- 1). Tingkatan $\text{sig} = 0,05$.
- 2). Jika mendapati $\text{sig} \geq 0,05$, dipendapatkan sampelnya menyebar normal
- 3) Jika mendapati $\text{sig} < 0,05$, dipendapatkan sampelnya tidak menyebar normal (Sumarni & Kadarwati, 2020).

Uji homogenitas berguna menampilkan data kelas sampel akan homogen atau tidak. Ujinya diproyeksikan dengan *Homogeneity of Variates* berbantuan SPSS 25. Kriterianya bila dihasilkan $\text{sig} > 0,05$ datanya dianggap homogen.

Sesudah didapati populasinya menyebar normal serta homogen, sehingga diambil kelas dengan acak secara mengundi untuk dibentuk menjadi 2 kelas sampel.

Uji normalitas populasi ini dilakukan dengan SPSS 25 dengan langkah-langkah:

- 1) Buka program SPSS 25, kemudian klik *variable view* masukkan kelas dan hasil pada nama dan ubah values 1 Kelas F1, 2 Kelas F2, Kelas F3 serta pada desimal ubah menjadi angka 0.
- 2) Klik *data view* masukkan data nilai ujian semester 1 kelas XI F1-XI F3.
- 3) Klik *analyze*, pilih *Descriptive Statistic* kemudian *Explore*.
- 4) Maka muncul kotak dialog, masukkan Hasil pada *Dependent List* dan Kelas pada *Factor List*.
- 5) Tekan *Plots*, lalu centang *normality plots with test*. Lalu klik *continue* dan *Ok*

Dari uji *Shapiro-Wilk* dengan bantuan SPSS 25 yang dilakukan, didapatkan hasil yang tertera pada tabel 3.3

Tabel 3. 3 Uji Shapiro-Wilk Populasi

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	KelasF1	,100	33	,200*	,940	33	,070
	KelasF2	,106	33	,200*	,960	33	,260
	KelasF3	,099	33	,200*	,954	33	,169
*. This is a lower bound of the true significance.							
a. Lilliefors Significance Correction							

Hasil perhitungan *Shapiro-Wilk* diperoleh dengan nilai *Asymp. Sig* > 0,05, maka data nilai ujian semester 1 fisika kelas XI SMA N 5 Merangin berdistribusi normal.

c. Melakukan uji homogenitas bertujuan untuk melihat apakah kelas sampel variansi yang homogen atau tidak. Uji yang dilakukan adalah uji *Homogeneity of Variates* dengan bantuan SPSS 25. Jika nilai signifikansi $> 0,05$ pada pengambilan keputusan yang dilakukan artinya data bersifat homogen begitu juga sebaliknya. Adapun langkah-langkah Uji Homogenitas dengan menggunakan SPSS 25 yaitu:

- 1) Buka program SPSS 25, klik Data View lalu masukkan data nilai semester 1 kelas XI IPA 1 - kelas XI IPA 3.
- 2) Klik menu Analyze, pilih Compare Means, Klik *One-Way ANOVA*.
- 3) Masukkan variabel nilai ke dalam kotak *Dependent Lists* dan variabel kelas kedalam kotak Faktor.
- 4) Klik tombol Option, kemudian centang *Homogeneity of Variance Test*
- 5) Klik *Continue* lalu klik *Ok*.

Tabel 3. 4 Uji Homogenitas Populasi

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df 1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	,166	2	96	,847
	Based on Median	,160	2	96	,852
	Based on Median and with adjusted df	,160	2	94,96	,852
	Based on trimmed mean	,156	2	96	,856

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa populasi memiliki nilai $\text{sig} > 0,05$, maka dapat dikatakan nilai ujian semester 1 fisika kelas XI SMA N 5 Merangin bersifat homogen sehingga data berdistribusi homogen.

- d. Melakukan uji kesamaan rata rata bertujuan untuk melihat populasi mempunyai kesamaan rata-rata atau tidak. Uji kesamaan rata-rata dengan menggunakan analisis variansi satu arah menggunakan SPSS 25. Jika nilai Probabilitas signifikansi $< 0,05$ maka data tidak terdapat kesamaan rata-rata dan sebaliknya. Langkah pengujian kesamaan rata-rata menggunakan program SPSS 25 adalah:

- 1) Buka Program SPSS, kemudian klik Data View masukkan data.
- 2) Klik menu *Analyze*, pilih *Compare Means*, klik *One-Way ANOVA*.
- 3) Masukkan variabel nilai kedalam kolom *Dependent List*, dan variabel kelas kedalam kolom Faktor.
- 4) Klik *Post Hoc* dan centang *Tukey*, lalu klik *Continue*
- 5) Pada bagian *Option*, centang *Descriptive* dan *Homogeneity of Variances Test* (uji kesamaan rata-rata). Lalu klik *Ok*

Tabel 3. 5 Uji Kesamaan Rata-Rata

ANOVA					
Nilai Ujian Semester 1					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	52,990	2	26,495	1,214	,302

Within Groups	2096,000	96	21,833		
Total	2148,990	98			

Hasil uji ANOVA di dapatkan nilai sig. $0,302 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh populasi memiliki kesamaan rata-rata.

- e. Populasi berdistribusi normal, variasi homogen serta memiliki kesamaan rata-rata tidak jauh berbeda maka dari itu diambil secara acak.
- f. Penetapan Sampel

Hasil populasi yang diperoleh ketiga kelas sebagai populasi terdistribusi normal, homogen dan mempunyai kesamaan rata-rata yang signifikan. Karena semua populasi terdistribusi normal, homogen dan memiliki kesamaan rata-rata yang signifikan maka pengambilan sampel dilakukan secara acak dan berkelompok (*cluster random sampling*). Kelas XI IPA 2 ditetapkan sebagai sampel kelas eksperimen dan kelas XI IPA 1 ditetapkan sebagai sampel kelas kontrol.

D. Variabel dan Data

1. Variabel penelitian

Variabel dalam studi ini dijadikan fokus atau objek:

a. Variabel Bebas (*Independet*)

Dari pendapat Ningsih (2021) variabel ini akan mendampaki variabel bebas. Dalam studi ini variabelnya yaitu, e-modul interaktif

fisika berbasis PBL.

b. Variabel Terikat (*Dependent*)

Variabel ini yang akan didampaki oleh variabel bebas. Dalam studi ini, variabelnya yaitu kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Ningsih *et al.*, 2021).

2. Variabel Kontrol

Variabel ini bisa dikontrol, maka kontribusi dari variabel bebas pada variabel terikatnya tidak didampaki oleh faktor luar. Dalam studi ini, variabelnya akan diproyeksikan untuk kedua kelas sampel dengan kesamaan instruksi.

3. Data penelitian

a. Jenis Data

Data dalam studi ini berjenis kualitatif serta kuantitatif.

1) Data Kuantitatif

Data ini sifatnya numerik serta bisa diukur dengan matematis. Data ini berguna untuk mengukur variabel studi dengan sistematis serta objektif. Dalam studi ini datanya dihasilkan dari metode pengumpul.

2) Data Kualitatif

Data ini sifatnya naratif serta deskriptif, yang tidak bisa diukur dengan numerik. Data ini berguna membagikan ilmu mendalam mengenai kejadian yang dikaji. Dalam studi ini datanya bersumber dari dokumen serta observasi.

b. Sumber Data

Data ini didapati dari guru fisika di SMAN 5 Merangin serta data primer didapati dari murid kelas XI yang dijadikan sampel.

Dalam studi ini akan memakai data sekunder serta primer.

1. Data primer didapati langsung dari setiap partisipan, berupa hasil kemampuan berpikir kritis serta kreatif murid.
2. Data sekunder didapati tidak langsung, data ini berupa nilai ujian akhir semester 1 fisika murid.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen dianggap sebagai media yang dipakai peneliti untuk menghimpun data. Datanya ini yang berkaitan dengan hasil studi dari setiap variabel. Berikut ini merupakan instrumen penelitian yang akan peneliti gunakan:

1. Perencanaan Pembelajaran

Perencanaan Pembelajaran yang disusun oleh peneliti bertujuan untuk membantu peneliti dalam proses mengajar, agar sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang diharapkan oleh penulis, setelah perencanaan pembelajaran selesai disusun oleh peneliti, maka langkah selanjutnya modul tersebut divalidasi oleh dosen Tadris Fisika UIN Imam Bonjol Padang.

2. Soal Tes

Dari pendapat Sanusi & Aziez, (2021) Soal tes dianggap sebagai rangkaian tugas, pertanyaan atau pernyataan yang dibentuk dengan

sistematis untuk mengukur sikap, kemampuan serta keahlian seseorang pada sebuah kompetensi atau materi. Dalam studi ini soal tes berguna untuk mengukur setiap variabel yang ingin diujikan. Berikut tahapan untuk mendapati soal ujian yang optimal yang mesti diikuti sebagai berikut:

a. Membuat Kisi-Kisi Tes

Kisi-kisi tes memuat tentang karakteristik kemampuan berpikir kritis serta kreatif juga materi atau indikator yang berhubungan dengan indikator tersebut.

Tabel 3. 6 Kisi-Kisi Soal Tes

Aspek	Indikator	Materi	Jumlah Soal
Berpikir Kritis	Klarifikasi Tingkat Dasar (<i>Elementary Clarification</i>)	Gelombang	1
	Dukungan Dasar (<i>Basic Support</i>)		1
	Menyimpulkan (<i>Inference</i>)		1
	Klarifikasi Lanjut (<i>Advance Clarificati</i>)		1
	Strategi dan taktik (<i>Strategi and Tactics</i>)		1
Berpikir Kreatif	Kelancaran (<i>Fluency</i>)		1
	Keluwesanan (<i>Flexibility</i>)		1
	Kebaruan (<i>Originality</i>)		1
	Elaborasi (<i>Elaboration</i>)		2

b. Menyusun tes

Dalam menyusun tes, ada beberapa hal yang dilakukan, yakni:

- 1) Mempelajari dan memahami materi yang disajikan.

- 2) Mengkonsultasikan pada pendidik yang bersangkutan mengenai karakteristik murid yang akan menjadi peserta tes.
- 3) Membahas gagasan soal yang telah dirancang sesuai dengan kisi tes.
- 4) Membuat kunci jawaban.
- 5) Memvalidasi soal tes dengan dosen fisika UIN Imam Bonjol Padang.

c. Memvalidasi soal tes.

Validasi soal dilakukan oleh dosen jurusan Tadris Fisika UIN Imam Bonjol Padang.

d. Menguji coba tes.

Sebelum tes dilaksanakan pada kelas eksperimen, tes perlu diuji cobakan. Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan uji coba tes disekolah yang sama dengan pendidikan yang berbeda pada kelas XI SMAN 5 Merangin. Menganalisis soal uji coba untuk melihat indeks kesukaran, daya beda dan reliabilitas soal. Menganalisis validitas item soal menggunakan bantuan program SPSS. (Lampiran 19)

e. Menganalisa butir soal.

Soal percobaan perlu dianalisa melalui SPSS 25 dalam mengamati daya beda, indeks kesukaran, serta reliabilitas soal. Item soal perlu dianalisa validitasnya dari media SPSS.

1) Indeks kesukaran.

Tes kesukaran adalah tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep luas perlu dianalisis tingkat kesukarannya agar dapat diklasifikasikan kedalam kategori soal mudah, sedang dan

sulit. Berikut rumus untuk menentukan sejauh mana kesulitan soal tersebut:

$$P = \frac{B}{Js}$$

Keterangan:

P : Tingkat Kesukaran Soal

B : Jumlah responden jawaban benar

Js : Jumlah total responden

(Sumber : DarySanto, 2014)

Langkah-langkah uji indeks kesukaran dalam SPSS 25, yaitu:

- Tulis data hasil tes uji coba di *excel*
- Salin hasil *excel*, *copy paste* di SPSS 25 pada data view
- Pada variable view, ctrl+A pada kolom name - ctrl+f - *replace* - *find (VAR000)* - *Replace with (Soal)* - *Replace All* - Decimal 0
- Klik *Analyze – Descriptive Statistics – Frequencies –*
- Semua soal pindahkan pada kotak item variable (s)
- Centang *Display frequency tables*
- Masuk pada *statistic* centang *mean*, *maximum* dan klik *contine*, klik OK

Tabel 3. 7 Indeks Kesukaran Soal.

No	Indeks Kesukaran (P)	Klasifikasi
1	0,00 – 0,30	Sukar
2	0,31 – 0,70	Sedang
3	0,71 – 1,00	Mudah

Tabel 3. 8 Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba

Soal	Kemampuan Berpikir Kritis	
	Kesukaran (%)	Tafsiran
1	0,92	Mudah
2	0,65	Sedang

Soal	Kemampuan Berpikir Kritis	
	Kesukaran (%)	Tafsiran
3	0,65	Sedang
4	0,97	Mudah
5	0,67	Sedang
6	0,78	Mudah
7	0,75	Mudah
8	0,67	Sedang
9	0,65	Sedang
10	0,79	Mudah

Soal	Kemampuan Berpikir Kreatif	
	Kesukaran (%)	Tafsiran
11	0,80	Mudah
12	0,67	Sedang
13	0,67	Sedang
14	0,69	Sedang
15	0,69	Sedang
16	0,83	Mudah
17	0,65	Sedang
18	0,64	Sedang
19	0,60	Sedang
20	0,86	Mudah

(Data lengkap pada Lampiran 20)

2) Daya beda

Hal ini berupa kemampuan sebuah soal dalam membandingkan murid yang pintar dengan yang kurang pintar (Yoel octobe purba, 2021). Total yang menampilkan ketangguhan pembedanya dikatakan sebagai indeks diskriminasi.

Daya beda dapat diketahui dengan cara sebagai berikut:

- Menghimpun lembar jawaban tes tatap muka yang sudah diselesaikan murid.
- Memberikan nilai pada jawaban murid berdasarkan kunci jawaban.

- c) Mengelompokkan hasil ujian murid dari skor tertinggi hingga skor terendah
- d) Mengklasifikasikan 27% peserta dengan skor tertinggi kedalam kelompok atas (J_A) dan 27% peserta dengan skor terendah kekelompok bawah (J_B).
- e) Menghitung total jawaban benar per soal untuk kelompok atas dan kelompok bawah.
- f) Memperhitungkan daya pembeda soal berdasarkan selisih persentase jawaban benar dari kelompok atas dan kelompok bawah.

Dengan menggunakan rumus:

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B$$

Keterangan:

J : total Responden

J_A : Responden dari kelompok atas

J_B : Responden dari kelompok bawah

B_A : Responden atas yang menjawab benar

B_B : Responden atas yang menjawab bawah

$P_A = \frac{B_A}{J_A}$: Tingkat kebenaran responden atas

$P_B = \frac{B_B}{J_B}$: Tingkat kebenaran responden bawah

Sumber: (Daryanto, 2014)

Langkah-langkah uji Daya Beda pada SPSS, yaitu:

- a) Tulis data hasil tes uji coba di *excel*.
- b) Salin hasil *excel*, *copy paste* di SPSS 25 pada data view
- c) Pada variable view, *ctrl+A* pada kolom name - *ctrl+f* - *replace -find (VAR000) - Replace with (Soal) - Replace All* -

Decimal 0

- d) Klik *Analyze – Scale - Reliability Analysis*
- e) Semua soal pindahkan pada kotak item, kecuali skor total
- f) Pada Kolom model pilih *Alpha*
- g) Masuk pada *statistic centang item, scale, scale if item deleted*
dan klik *continue*, klik *Ok*

Tabel 3. 9 Indeks Diskriminasi (Daya Beda)

No	Indeks Diskriminasi	Klasifikasi
1	0,00 – 0,20	Jelek
2	0,21 – 0,40	Cukup
3	0,41 – 0,70	Baik
4	0,71 – 1,00	Baik Sekali
5	<i>Negative</i>	Tidak Baik

Tabel 3. 10 Hasil Daya Beda

Soal	Kemampuan Berpikir Kritis	
	DP (%)	Kriteria
1	0,818	Sangat Baik
2	0,870	Sangat Baik
3	0,861	Sangat Baik
4	0,510	Baik
5	0,873	Sangat Baik
6	0,251	Cukup (lemah)
7	0,427	Baik
8	0,873	Sangat Baik
9	0,861	Sangat Baik
10	0,504	Baik

Soal	Kemampuan Berpikir Kreatif	
	DP (%)	Kriteria
11	0,589	Baik
12	0,873	Sangat Baik
13	0,563	Baik
14	0,627	Baik
15	0,858	Sangat Baik
16	0,465	Baik
17	0,881	Sangat Baik
18	0,855	Sangat Baik
19	0,854	Sangat Baik

Soal	Kemampuan Berpikir Kreatif	
	DP (%)	Kriteria
20	0,304	Cukup (lemah)

(Data lengkap pada Lampiran 21)

3) Menganalisa Validitas Item Soal

Dalam menjalankan analisisnya akan memakai bantuan SPSS 25 dari sebagian tahapan berikut:

- Tulis data hasil tes uji coba di *excel*
- Data akan dimasukkan ke aplikasi SPSS, pilih file.
- Klik variabel *view*. Salin data hasil tes pada *excel* lalu *copy paste* di SPSS 25 pada data *view*
- Pada *variable view*, *ctrl+A* pada kolom *name* – *ctrl+F* – *replace* – *find* (VAR000) – *Replace with* (Soal) – *Replace All* – *Decimal 0* – *Scale*
- Pada data *view*, klik menu *analyze*, pilih *correlate*, lalu *bivariate*
- Pindahkan soal pada kolom *variable*, pada *correlation coefficients* centang *pearson*, pada *test of significance* pilih *two tailed*
- Klik *kontinu*, lalu klik *ok*.

Tabel 3. 11 Hasil Uji Validitas

Soal	Kemampuan Berpikir Kritis	
	r hitung	Keterangan
1	0,825	Valid
2	0,862	Valid
3	0,851	Valid
4	0,586	Valid
5	0,870	Valid
6	0,307	Tidak Valid

Soal	Kemampuan Berpikir Kritis	
	r hitung	Keterangan
7	0,469	Valid
8	0,870	Valid
9	0,851	Valid
10	0,572	Valid

Soal	Kemampuan Berpikir Kritis	
	r hitung	Keterangan
11	0,654	Valid
12	0,870	Valid
13	0,572	Valid
14	0,719	Valid
15	0,887	Valid
16	0,538	Valid
17	0,871	Valid
18	0,856	Valid
19	0,843	Valid
20	0,358	Tidak Valid

(Dapat dilihat pada Lampiran 22)

4) Reliabilitas

Uji ini berguna untuk menilaikan apakah media pengukuran yang dipakai sanggup menggambarkan nilai yang konsisten. Dalam studi ini akan dipakai essay guna mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif murid. Uji ini akan dianalisa dengan *Cronbachs Alpha*. Jika dihasilkan *Cronbachs Alpha* $\geq 0,7$ dianggap soalnya reliabel. Rumus Uji reliabilitas tes esay yang digunakan yaitu:

$$r_i = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\Sigma a^2 b}{\sigma^2 t} \right)$$

Keterangan :

r_i = kendala atau reabilitas yang dicari

n = banyak butir soal

$\Sigma a^2 b$ = total variansi skor per butir

$\sigma^2 t$ = total variansi keseluruhan

Dalam penelitian ini akan diproyeksikan menggunakan aplikasi SPSS 25.

Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a) Tulis data hasil tes uji coba di *excel*
- b) Salin hasil tes pada *excel*, *copy paste* di SPSS 25 pada data *view*
- c) Pada *variable view*, *ctrl+A* pada kolom *name* *ctrl+f* *replace find* (VAR000)-*Replace with* (Soal) - *Replace All*-Decimal 0
- d) Klik *Analyze-Scale Reliability Analysis*.
- e) Semua soal pindahkan pada kotak *items*, kecuali skor total
- f) Pada Kolom model pilih Alpha.
- g) Masuk pada *statistic* centang *item*, *scale*, *scale if item deleted* dan klik *continue*, klik *Ok*

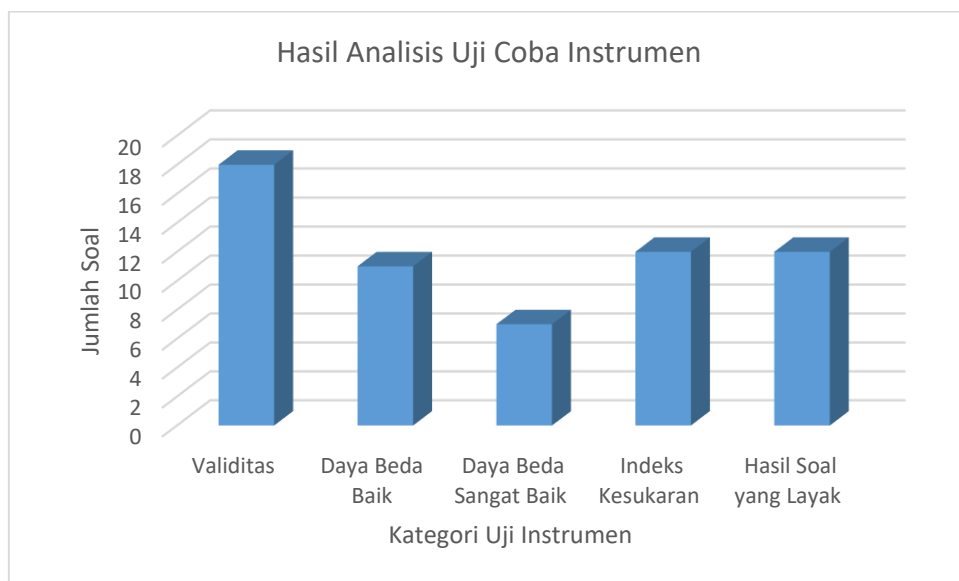
Tabel 3. 12 Nilai Realibilitas

$0.80 \leq r_i < 1.00$	Reliabilitas sangat tinggi
$0.49 \leq r_i < 0.80$	Reliabilitas tinggi
$0.25 \leq r_i < 0.49$	Reliabilitas cukup
$0.00 \leq r_i < 0.25$	Reliabilitas rendah
Negatif	Cukup

Sumber : (Nurhalimah et al., 2022)

Cronbach's Alpha menunjukkan 0.950 yang menunjukkan reliabilitas sangat tinggi ($0.80 \leq r_i < 1.00$). (Lampiran 23)

Adapun hasil penelitian analisis ujicoba instrumen disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Grafik 3.1 Hasil Analisis Uji Coba Instrumen

Berdasarkan hasil analisis uji coba instrumen, dari 20 butir soal diperoleh 18 butir soal yang memenuhi kriteria valid, memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi sebesar 0,95, 12 butir soal yang memiliki tingkat kesukaran yang sesuai, 7 butir soal daya pembeda yang baik serta 11 butir soal yang sangat baik. Dari 12 butir soal yang layak, dipilih 10 butir soal yang memenuhi seluruh persyaratan instrumen penelitian untuk digunakan dalam pengambilan data penelitian. Sepuluh butir soal tersebut terdiri atas 5 soal yang mengukur keterampilan berpikir kritis dan 5 soal yang mengukur keterampilan berpikir kreatif. Soal tersebut yaitu soal no 2,3,5,8,9,12,13,15,18,19.

Dengan demikian, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi syarat sebagai instrumen penelitian yang baik karena telah melalui proses pengujian dan analisis sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Instrumen yang telah memenuhi kriteria, kemudian digunakan sebagai soal

pretest dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif murid setelah proses pembelajaran berlangsung.

F. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data dalam studi ini akan dilaksanakan dari tes dan dokumentasi. Kedua metode ini dipilih untuk memperoleh data yang komprehensif dan valid terkait variabel yang akan diujikan. Terdapat uraian dari sebagian teknik pengumpulan data:

1. Tes

Tes berupa suatu rangkaian guna mengukur kemampuan, keahlian, perilaku atau wawasan seseorang dengan objektif serta sistematis. Dari pendapat Sanusi *et.al*, (2021), tes berperan mengukur tingkat penguasaan serta pemahaman pada materi yang diajarkan. Tahapanya seperti berikut:

a. *Pre-test* dan *Post-test*

Sebelum pelaksanaan belajar dengan e-modul fisika interaktif, murid diberikan *pre-test* guna mengamati keadaan awal kemampuan berpikir kreatif serta kritis mereka. Sesudah pembelajaran selesai, *post-test* dilakukan untuk mengukur peningkatan kemampuan tersebut.

b. Instrumen Tes

Instrumen ini berguna mengukur indikator kemampuan berpikir kreatif serta kritis. Soal-soal ini divalidasi oleh ahli untuk

memastikan kesesuaiannya dengan tujuan studi.

c. Analisis Data Tes

Data akan dianalisa dengan kuantitatif melalui inferensial serta deskriptif statistik guna mengamati signifikansi peningkatan kemampuan berpikir kreatif serta kritis.

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini digunakan untuk menguji kebenaran hipotesis yang telah diajukan, yaitu untuk mengetahui efektivitas e-modul fisika interaktif berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif murid. Analisis data dilakukan dengan pendekatan analisis kuantitatif inferensial, karena data yang diperoleh berupa skor hasil tes dan dianalisis untuk menarik kesimpulan umum berdasarkan sampel penelitian.

1. Uji Analisis Prasyarat

Sebelum menentukan teknik analisis dalam menguji hipotesis menggunakan uji manova, uji *n-gain*, dan uji *effect size*. Peneliti terlebih dahulu melakukan uji normalitas dan uji homogenitas varians dan uji homogenitas matriks varians-kovarians. Jika data yang diperoleh terdistribusi normal maka menggunakan statistik parametrik.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang diteliti terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *shapiro-wilk* yang dilakukan dengan

berbantuan SPSS 25. Adapun hipotesis dan kriteria ujinya adalah:

H_0 : Sampel berdistribusi normal

H_1 : Sampel tidak berdistribusi normal

Kriteria pengujian: tolak H_0 jika nilai signifikansi uji statistik *shapiro wilk* < 0.05 .

Adapun langkah-langkah uji normalitas sebagai berikut:

- 1) Buka aplikasi SPSS *Statistics* kemudian masukkan seluruh data penelitian ke dalam SPSS.
- 2) Klik menu *Analyze* → *Descriptive Statistics* → *Explore* untuk melakukan uji normalitas data.
- 3) Masukkan variabel *KritisPretest*, *KreatifPretest*, *KritisPosttest*, dan *KreatifPosttest* ke bagian *Dependent List*, kemudian masukkan variabel *Kelas* ke bagian *Factor List*.
- 4) Klik tombol *Plots*, lalu centang *Normality plots with tests*, kemudian klik *Continue*.
- 5) Klik OK

b. Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas varians dilakukan untuk mengetahui apakah tiap-tiap kelompok data, maupun data keseluruhan memiliki variansi yang homogen atau tidak. Untuk menguji homogenitas varians data, digunakan uji statistik *Levene's* yang dilakukan dengan berbantuan *software* SPSS 25. Adapun hipotesis dan kriteria ujinya adalah:

H_0 : Varians antar kelompok data homogen

H_1 : Varians antar kelompok data tidak homogen

Kriteria pengujian: tolak H_0 jika nilai signifikansi uji statistik *Levene's* $< 0,05$ dan terima H_0 jika nilai signifikansi uji statistik *Levene's* $> 0,05$.

c. Uji Homogenitas Matriks Varians-Kovarians

Salah satu dasar pengujian MANOVA adalah uji homogenitas matriks varians-kovarians. Untuk menguji homogenitas matriks varians-kovarians, digunakan uji statistik *Box's M* yang dilakukan dengan berbantuan *software* SPSS 25. Adapun hipotesis dan kriteria ujinya adalah:

H_0 : Matriks Varians-Kovarians antar kelompok data treatment homogen.

H_1 : Matriks Varians-Kovarians antar kelompok data treatment heterogen.

Kriteria pengujian: tolak H_0 jika nilai signifikansi uji statistik *Box's M* < 0.05 .

2. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Murid

a. Uji *N-gain*

Analisa uji *N-gain* merupakan sebagai ukuran dari efektivitas e-modul fisika interaktif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan telah menjadi ukuran standar dalam melaporkan skor pada konsep berbasis penelitian.

Formulasi *N-gain* skor yang didefinisikan oleh Hake yaitu:

$$N - Gain (g) = \frac{\% post test - \% pretest}{100 - skor pretest}$$

Dengan interpretasi skor sebagai berikut:

Tabel 3. 13 Klasifikasi Nilai Gain Menurut (Hake, 1998)

Nilai Gain	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

3. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Murid

a. Uji *N-gain*

Analisa uji *N-gain* merupakan sebagai ukuran dari efektivitas e-modul fisika interaktif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan telah menjadi ukuran standar dalam melaporkan skor pada konsep berbasis penelitian.

Formulasi *N-gain* skor yang didefinisikan oleh Hake yaitu:

$$N - Gain (g) = \frac{\% post test - \% pretest}{100 - skor pretest}$$

Dengan interpretasi skor sebagai berikut:

Tabel 3. 14 Klasifikasi Nilai Gain Menurut (Hake, 1998)

Nilai Gain	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

4. Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji manova.

Manova adalah suatu teknik statistik yang digunakan untuk menghitung pengujian signifikansi perbedaan rata-rata secara bersamaan antara kelompok dengan dua variabel terikat atau lebih. Analisis varian multivariat merupakan terjemahan dari *multivariate analysis of variance* (MANOVA), manova merupakan uji beda varian yang dibandingkan berasal lebih dari satu variabel terikat.

Adapun, hipotesis yang diujikan dalam penelitian ini adalah:

- a) Perlakuan (X) dan Kemampuan berpikir Kritis (Y_1)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Variabel Y_1 (Kemampuan Berpikir Kritis) Tidak Menunjukkan Perbedaan Pada Variabel X (E-modul Fisika Interaktif berbasis PBL)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ Variabel Y_1 (Kemampuan Berpikir Kritis) Menunjukkan Perbedaan Pada Variabel X (E-modul Fisika Interaktif berbasis PBL)

- b) Perlakuan (X) dan Pemahaman konsep (Y_2)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Variabel Y_2 (Kemampuan Berpikir Kreatif) Tidak Menunjukkan Perbedaan Pada Variabel X (E-modul Fisika Interaktif berbasis PBL)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ Variabel Y_2 (Kemampuan Berpikir Kreatif) Menunjukkan Perbedaan Pada Variabel X (E-modul Fisika Interaktif berbasis PBL)

Jika sig. > 0.05 maka H_0 diterima dan jika sig. < 0.05 maka H_a

ditolak.

Pengujian manova dilakukan dengan bantuan program SPSS

25. Adapun langkah uji Analisis Variansi Multivariat dengan bantuan program SPSS 25 adalah sebagai berikut:

- a) Buka SPSS, pilih *analyze*
- b) klik *General linear model* lalu pilih *multivariate*
- c) Setelah tampak dilayar tampilan *window Multivariat*, Masukkan kelas ke dalam kotak *Fixed factors* dan Kritis *Posttest* dan Kreatif *Posttest* ke dalam kotak *dependen variable*.
- d) Klik option, pada *display means for* masukkan kelas. Pada *Display* pilih *Descriptive statistic*, *Parameter estimates* dan *homogeneity Test*
- e) Selanjutnya *Continue*, terakhir OK

H. Langkah – Langkah Kegiatan Penelitian

Penelitian yang dilakukan di bagi atas tiga tahapan yaitu persiapan, pelaksanaan dan penyelesaian.

1. Tahap Persiapan

- a. Menyusun dan menetapkan jadwal penelitian serta menentukan materi pembelajaran gelombang yang akan digunakan dalam penelitian sesuai dengan Kurikulum Merdeka kelas XI SMA.
- b. Menyusun dan menyiapkan e-modul fisika interaktif berbasis *Problem Based Learning* (PBL) sebagai bahan ajar yang akan

digunakan pada kelas eksperimen.

- c. Menyusun dan memvalidasi instrumen penelitian, yang meliputi:
Instrumen tes kemampuan berpikir kritis dan Instrumen tes kemampuan berpikir kreatif.
 - d. Menentukan kelas sampel penelitian dengan teknik *cluster random sampling*, kemudian melakukan uji prasyarat berupa uji normalitas, uji homogenitas, dan uji kesamaan rata-rata menggunakan nilai ujian semester murid untuk memastikan kemampuan awal kedua kelas setara.
 - e. Menyusun kisi-kisi soal *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif Murid sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan.
 - f. Menyiapkan perangkat pendukung pembelajaran seperti RPP/Perencanaan Pembelajaran untuk pegangan guru.
2. Tahap Pelaksanaan.

Pada tahap pelaksanaan peneliti memberikan perlakuan dengan ketentuan yang dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 15 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Kelas Kontrol (PBL + Buku Paket)	Kelas Eksperimen (PBL + Media Interaktif)
Kegiatan Pendahuluan	
Fase 1 (Kegiatan Awal)	Fase 1 (Kegiatan Awal)
Pada kelas kontrol, kegiatan pembelajaran diawali dengan memperkenalkan tujuan penelitian,	Pada kelas eksperimen, kegiatan pembelajaran diawali dengan memperkenalkan tujuan penelitian,

menjelaskan kontrak pembelajaran, serta memberikan <i>pretest</i> untuk mengetahui kemampuan awal murid sebelum pembelajaran dilaksanakan.	menjelaskan kontrak pembelajaran, serta memberikan <i>pretest</i> untuk mengetahui kemampuan awal murid. Selanjutnya, pembelajaran dilaksanakan menggunakan e-modul fisika interaktif berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) dengan sintaks orientasi murid pada masalah dan mengorganisasikan Murid untuk belajar.
Kegiatan Inti	
Tanpa Menggunakan e-modul fisika interaktif Proses pembelajaran selanjutnya dilakukan menggunakan buku paket/LKS fisika dengan metode pembelajaran konvensional pada setiap materi yang diajarkan. Murid mengikuti pembelajaran sesuai penjelasan guru dan menggunakan bahan ajar yang tersedia di sekolah.	Menggunakan e-modul fisika interaktif Dalam proses pembelajaran, murid dibimbing untuk melakukan penyelidikan secara individu maupun kelompok terhadap permasalahan yang diberikan pada materi pembelajaran. Murid kemudian mengembangkan dan menyajikan hasil diskusi atau hasil pemecahan masalah berdasarkan kegiatan pembelajaran menggunakan e-modul fisika interaktif berbasis PBL. Setelah itu, murid diarahkan untuk menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah serta menarik kesimpulan terhadap materi yang telah dipelajari.
Penutup	
Pada akhir pembelajaran, murid diberikan <i>posttest</i> untuk mengetahui	Pada akhir pembelajaran, murid diberikan <i>posttest</i> untuk mengetahui kemampuan

kemampuan akhir murid setelah mengikuti pembelajaran menggunakan buku paket/LKS fisika	akhir setelah diterapkan e-modul fisika interaktif berbasis <i>Problem Based Learning</i> .
--	---

3. Tahap Penyelesaian

Memberikan tes akhir (soal *posttest*) kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk menilai kemampuan berpikir kritis dan kreatif murid.

