

BAB 3 PROSEDUR PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi Experimental Design* atau eksperimen semu. Penelitian ini memiliki kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Dalam desain *quasi eksperimental*, terdapat kelas kontrol yang tidak sepenuhnya dapat mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2019). Alasan peneliti menggunakan metode penelitian kuasi eksperimen yaitu untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi perubahan pada variabel terikat dan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2019). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ sedangkan, variabel terikatnya adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Adapun *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design* memiliki dua kelompok, yakni kelompok eksperimen maupun kontrol yang tidak dipilih secara random (Isnawan et al., 2020). Desain penelitian tersebut memiliki rancangan di mana terdapat suatu tes awal (*pretest*) terhadap kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Setelah itu, pada kelompok eksperimen diberikan perlakuan dengan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ, sedangkan kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Mastery Learning* berbantuan aplikasi E-Fisika EZ. Setelah diberikan perlakuan kegiatan penelitian dilanjutkan dengan tes akhir (*posttest*).

Adanya *pretest* dan *posttest* dalam desain penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik yang akan diuji secara statistik setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ. Selain itu, adanya kelompok kontrol dalam penelitian ini bertujuan untuk membantu memastikan bahwa adanya peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik disebabkan adanya perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ. Berikut rancangan kegiatan penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skema *Pretest-Posttest Non Equivalent Control Group Design*

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₁		O ₂

Keterangan:

- X : Perlakuan yang diberikan (*treatment*) berupa penerapan model pembelajaran *Project-Based Learning* berbantuan aplikasi E-Fisika EZ.
 O₁ : Tes awal sebelum perlakuan (*pretest*)
 O₂ : Tes akhir setelah perlakuan (*posttest*)

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh kelas XI di SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024. Peserta didik kelas XI di SMA Negeri 1 Tasikmalaya berjumlah 475 orang, yang tersebar di 12 kelas.

3.4.2 Sampel

Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel secara tidak acak, akan tetapi dipilih dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2019). Teknik *purposive sampling* dilakukan agar kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dikatakan penyebaran datanya tidak berbeda terlalu jauh. Sampel dalam penelitian ini dipilih berdasarkan standar deviasi atau simpangan baku dari nilai ulangan akhir semester

peserta didik. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol diambil dari populasi peserta didik. Langkah-langkah pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah:

- a. Lokasi penelitian di SMA Negeri 1 Tasikmalaya
- b. Mengumpulkan data nilai ulangan akhir semester kelas XI-1 sampai XI-12
- c. Menghitung standar deviasi atau simpangan baku dari setiap kelas. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3.2 Data Pengambilan Sampel

No	Kelas	Jumlah Peserta Didik	Rata-Rata	Standar Deviasi	Varians
1	XI-1	40	38,24	11,00	121,00
2	XI-2	42	24,33	8,98	80,64
3	XI-3	35	24,90	11,51	132,48
4	XI-4	41	23,00	6,94	48,16
5	XI-5	40	27,86	12,24	149,81
6	XI-6	40	24,29	9,38	87,98
7	XI-7	42	27,87	12,71	161,54
8	XI-8	32	30,25	11,96	143,04
9	XI-9	38	31,96	10,20	104,04
10	XI-10	42	25,23	9,89	97,81
11	XI-11	41	25,33	7,99	63,84
12	XI-12	42	25,10	8,63	74,47

- d. Selanjutnya menentukan kelas yang mempunyai nilai standar deviasi dan varians yang hampir sama.
- e. Berdasarkan hasil perhitungan maka kelas yang terpilih yaitu kelas XI-9 dan XI-10 karena standar deviasi dan varians yang hampir sama.
- f. Menentukan kelas XI-9 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-10 sebagai kelas kontrol karena berdasarkan nilai standar deviasi, kelas XI-9 lebih besar dari pada XI-10 dengan selisih 0,31.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan yang digunakan yaitu berupa tes. Tes yang digunakan ialah tes tertulis berbentuk tes uraian. Tes uraian tersebut memuat indikator berpikir tingkat tinggi, yaitu menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6). Tes tersebut merupakan tes *pretest* dan *posttest*. Soal tes

uraian berupa *pretest* dan *posttest* merupakan soal yang sama. Hasil tes uraian tersebut digunakan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik setelah diberikan perlakuan. Penelitian ini menggunakan dua pendekatan yaitu pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif digunakan untuk menguraikan latar belakang masalah dan penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi suhu dan kalor. Data kuantitatif berupa hasil tes *pretest* dan *posttest* yang diberikan untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ pada materi suhu dan kalor.

3.6 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan instrumen berupa tes keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk mengumpulkan data. Instrumen tersebut terdiri dari dua bagian, yaitu *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dilakukan sebelum implementasi model pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan setelah implementasi model pembelajaran. Hasil *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengetahui keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik sebelum dan setelah diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL). Soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan berupa tes uraian yang dibuat berdasarkan aspek penilaian kognitif sebagai gambaran dari keterampilan berpikir tingkat tinggi yang meliputi, menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Adapun kisi-kisi instrumen soal keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Penelitian Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi pada Suhu dan Kalor

Indikator Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	KKO	Indikator Soal	Nomor Soal	Jumlah
Menganalisis (C4)	Memilih	Memilih jenis bahan yang digunakan menggunakan	2	3

Indikator Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	KKO	Indikator Soal	Nomor Soal	Jumlah
		konsep pemuaian panjang benda		
	Menganalisis	Menganalisis suhu akhir suatu campuran menggunakan konsep Azas Black	4	
	Menganalisis	Menganalisis fungsi suatu benda dihubungkan dengan proses terjadinya perpindahan kalor	8	
Mengevaluasi (C5)	Membandingkan	Mengevaluasi hasil pengukuran suhu dengan cara membandingkan skala suhu pada termometer	1	3
	Mengecek	Mengecek kembali suatu peristiwa pencampuran zat yang memiliki perbedaan suhu	5	
	Menyimpulkan	Menyimpulkan bagaimana proses perpindahan kalor secara radiasi pada suatu percobaan	7*	
Mencipta (C6)	Merancang	Merancang pemasangan kaca dengan menggunakan konsep pemuaian luas benda	3	3
	Merancang	Merancang percobaan dengan tujuan menentukan kapasitas kalor suatu benda	6	
	Merancang	Merancang solusi untuk	9	

Indikator Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	KKO	Indikator Soal	Nomor Soal	Jumlah
		meningkatkan suhu air lebih cepat menggunakan konsep perpindahan kalor secara konveksi		

(Keterangan: *Soal tidak valid)

3.6.1 Validasi Ahli

Validasi dalam penelitian adalah proses untuk memastikan bahwa instrumen penelitian yang dibuat telah diuji dan dinilai oleh para ahli yang kompeten dalam bidangnya. Validasi ahli bertujuan untuk memperoleh umpan balik atau masukan guna memperbaiki instrumen penelitian yang telah dibuat. Instrumen penelitian yang telah tervalidasi selanjutnya akan diuji cobakan kepada peserta didik yang telah mengalami materi suhu dan kalor. Hal ini dilakukan untuk menguji kelayakan instrumen penelitian sebelum diberikan kepada kelas yang dijadikan sampel penelitian. Validitas instrumen penelitian diperoleh dari lembar validasi instrumen kemudian dianalisis berdasarkan tiap komponen instrumen oleh validator atau ahli melalui persamaan (Aiken, 1985).

$$V = \frac{\sum(r - l_o)}{[n(c - 1)]} \quad (23)$$

Keterangan:

V = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

r = angka yang diberikan oleh validator

l_o = angka penilaian validitas terendah

n = banyak validator

c = angka penilaian validitas tertinggi

Kategori tingkat kevalidan aspek-aspek penilaian instrumen ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kategori Tingkat Validitas Aspek-Aspek Penilaian Instrumen

Rata-rata Skor	Kategori
$0,6 < V \leq 1$	Valid
$V \leq 0,6$	Tidak Valid

(Sumber: Azwar, 2012)

Perhitungan data hasil validasi oleh dua orang ahli yang merupakan dosen fisika dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Hasil Validasi Ahli

Nomor Soal	Nilai Koefisien (V)	Interpretasi
1	0,84	Valid
2	0,91	Valid
3	0,88	Valid
4	0,91	Valid
5	0,94	Valid
6	0,84	Valid
7	0,97	Valid
8	0,94	Valid
9	0,88	Valid
Rata-Rata Keseluruhan	0,90	Valid

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa rata-rata keseluruhan koefisien *aiken's* instrumen tes keterampilan berpikir tingkat tinggi yaitu $V = 0,90$ sehingga valid untuk digunakan uji coba. Hasil perhitungan validasi ahli dapat dilihat pada lampiran 10 halaman 191.

3.6.2 Uji Coba Instrumen Penelitian

Uji coba instrumen dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan instrumen penelitian yang akan digunakan. Teknis analisis instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengevaluasi keabsahan instrumen penelitian yang dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi *Product Moment*, yang melibatkan penggunaan nilai kasar (*raw score*). Langkah-langkah menguji validitas instrumen yaitu dimulai dengan menyusun instrumen berdasarkan indikator yang diukur setelah itu instrumen dikonsultasikan dengan ahli dan jika sudah sesuai maka

dapat dilakukan uji coba untuk menyatakan soal tersebut valid atau tidaknya. Adapun uji coba validitas soal dapat diukur menggunakan persamaan (Sugiyono, 2017).

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (24)$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

X = skor tiap soal

Y = skor total

N = banyak peserta didik

Jika $r_{xy} \geq r_{tabel}$ maka instrumen tersebut dikatakan valid

Jika $r_{xy} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut dikatakan tidak valid

Uji coba instrumen soal keterampilan berpikir tingkat tinggi dilaksanakan di kelas XII MIPA 8 SMA Negeri 1 Tasikmalaya dengan hasil uji validitas ditunjukkan oleh Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

No.Soa	r_{hitung}	r_{tabel}	Simpulan	Keterangan
1.	0,657	0,329	Valid	Soal Digunakan
2.	0,844	0,329	Valid	Soal Digunakan
3.	0,843	0,329	Valid	Soal Digunakan
4.	0,846	0,329	Valid	Soal Digunakan
5.	0,742	0,329	Valid	Soal Digunakan
6.	0,860	0,329	Valid	Soal Digunakan
7.	0,255	0,329	Tidak Valid	Soal Tidak Digunakan
8.	0,788	0,329	Valid	Soal Digunakan
9.	0,829	0,329	Valid	Soal Digunakan

Berdasarkan Tabel 3.7 dari 9 soal tes keterampilan berpikir tingkat tinggi yang sudah diujicobakan, diketahui bahwa terdapat 8 soal yang dikatakan valid dan 1 soal yang dikatakan tidak valid. Dalam penelitian ini digunakan 8 soal tes keterampilan berpikir tingkat tinggi sebagai instrumen penelitian dengan mempertimbangkan uji validitas soal. 8 soal tersebut mencakup 3 soal yang

menguji indikator Menganalisis (C4), 2 soal yang menguji indikator Mengevaluasi (C5), dan 3 soal yang menguji indikator Mencipta (C6). Hasil perhitungan uji validitas instrumen soal dapat dilihat pada lampiran 11 halaman 194.

b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas instrumen dilakukan untuk mengukur konsistensi instrumen yang akan digunakan. Dengan kata lain, suatu pengukuran dikatakan reliabel jika hasil dari pengukuran tersebut tetap menunjukkan hasil yang relatif sama walaupun dilakukan oleh peneliti dan waktu yang berbeda dengan kelompok dan subjek yang sama. Dalam penelitian ini, reliabilitas soal dihitung menggunakan rumus *Alpha Cronbach* sebagai metode pengukuran (Arikunto, 2012).

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (25)$$

Keterangan:

r_{11} = koefisien reliabilitas

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians skor setiap item

σ_t^2 = varians skor ideal

k = banyaknya butir soal

Nilai yang di dapat dapat diinterpretasikan berdasarkan indeks menurut Guilford seperti tersaji pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Interpretasi Uji Reliabilitas

Rentang	Interpretasi
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

(Sumber : Arikunto, 2012)

Berdasarkan uji reliabilitas yang telah dilakukan, diperoleh nilai koefisien reliabilitas 0,924. Maka instrumen soal tes dalam penelitian ini dikatakan sama atau homogen dengan tingkat reliabilitas sangat tinggi. Hasil perhitungan uji reliabilitas instrumen soal dapat dilihat pada lampiran 13 halaman 199.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan Aplikasi E-Fisika EZ terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi. Analisis data tersebut diperoleh dari hasil tes kemampuan berpikir tingkat tinggi.

3.7.1 Uji Prasyarat Hipotesis

a. Uji Normalitas

Sebelum melakukan pengujian hipotesis, penting untuk melakukan pengujian normalitas untuk mengetahui apakah data dalam penelitian terdistribusi secara normal atau tidak. Dalam penelitian ini, pengujian normalitas sampel dilakukan menggunakan rumus *Chi-Kuadrat* sebagai metode pengujian (Sudjana, 2005).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_E)^2}{f_E} \quad (26)$$

Keterangan:

χ^2 = koefisien *Chi-Kuadrat*

f_o = frekuensi observasi

f_E = frekuensi ekspektasi

Jika $\chi_{hitung}^2 < \chi_{tabel}^2$ maka data terdistribusi normal

Jika $\chi_{hitung}^2 \geq \chi_{tabel}^2$ maka data tidak terdistribusi normal

a. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan dalam penelitian untuk membandingkan apakah dua kelompok atau lebih memiliki karakteristik yang serupa atau berbeda. Dalam penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan uji *Fisher*. Uji homogenitas bertujuan untuk menentukan apakah dua kelompok memiliki varians yang sama atau berbeda, sehingga sering disebut sebagai uji kesamaan varians. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam uji homogenitas menggunakan uji *Fisher* (Sudjana, 2005).

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (27)$$

Keterangan:

S_1^2 = varians terbesar

S_2^2 = varian terkecil

Hipotesis dapat dirumuskan sebagai berikut:

H_o : Sampel telah diambil dari populasi yang homogen

H_a : Sampel telah diambil dari populasi yang tidak homogen

Hasil perhitungan F kemudian dibandingkan dengan F yang setara pada tabel dengan derajat kebebasan pembilang dan penyebut d_{k1} dan d_{k2} . Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka kedua kelompok data homogen.

3.7.2 Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi suhu dan kalor. Analisis statistik yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

a) Uji T Sampel Bebas (*Independent Sample T-Test*)

Uji-t sampel bebas berfungsi untuk membandingkan perbedaan antara dua rata-rata parameter, yaitu pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah diberikan perlakuan oleh peneliti dengan satu variabel terikat. Uji-t sampel bebas digunakan apabila data terdistribusi normal dan homogen. Adapun hipotesis yang diuji dalam penelitian ini yaitu:

H_0 : tidak ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) dengan berbantuan aplikasi E-Fisika EZ terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi suhu dan kalor di kelas XI SMAN 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.

H_a : ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) dengan berbantuan aplikasi E-Fisika EZ terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi suhu dan kalor di kelas XI SMAN 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam uji-t sampel bebas (Sudjana, 2005).

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SDG \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (28)$$

Dimana *SDG* (Standar Deviasi Gabungan) dicari dengan persamaan

$$SDG = \frac{\sqrt{(n_1 - 1) V_1 + (n_2 - 1) V_2}}{n_1 + n_2 - 2} \quad (29)$$

Keterangan:

\bar{X}_1 = rata-rata *posttest* kelompok eksperimen

\bar{X}_2 = rata-rata *posttest* kelompok kontrol

n_1 = jumlah data kelompok eksperimen

n_2 = jumlah data kelompok kontrol

V_1 = varians kelompok eksperimen

V_2 = varians kelompok kontrol

Setelah nilai t_{hitung} didapatkan, selanjutnya yaitu menentukan t_{tabel} . t_{tabel} ditentukan berdasarkan pada derajat kebebasan yang digunakan. Derajat kebebasan diperoleh melalui rumus $db = n - 1$. Peneliti menggunakan taraf signifikansi 5%. Jika t_{tabel} sudah diperoleh, selanjutnya adalah membandingkan harga t_{hitung} dan t_{tabel} dengan kriteria jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, dan jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima.

b) Uji *Dependent Sample T-Test*

Uji t berpasangan (*dependen sample t-test*) merupakan metode pengujian hipotesis menggunakan data yang tidak bebas (berpasangan). Data yang digunakan adalah satu objek penelitian yang dikenai dua buah perlakuan yang berbeda. Uji-t sampel berpasangan berfungsi untuk membedakan rata-rata antara dua kelompok data yang berpasangan (Nuryadi et al., 2017). Adapun hipotesis yang diuji dalam penelitian ini yaitu:

H_0 : tidak ada perbedaan rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi suhu dan kalor di kelas sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

H_a : ada perbedaan rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi suhu dan kalor di kelas sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam uji t sampel berpasangan (*dependen sample t-test*) (Nuryadi et al., 2017):

$$t_{hitung} = \frac{\bar{D}}{SD/\sqrt{n}} \quad (30)$$

Dimana SD (Standar Deviasi) dicari menggunakan persamaan:

$$SD = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((x_j - x_i) - \bar{D}) \quad (31)$$

Keterangan:

\bar{D} = Rata-rata selisih skor *pretest-posttest*

n = jumlah data kelompok data

x_i = skor *pretest*

x_j = skor *posttest*

Jika t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya ada perbedaan rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi suhu dan kalor di kelas sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

3.7.3 Perhitungan *Normalized Gain* (N-Gain)

Perhitungan N-Gain dilakukan untuk mengetahui efek perubahan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada masing-masing kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Uji N-Gain yang digunakan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_f \rangle - \langle S_i \rangle}{100 - \langle S_i \rangle} \quad (32)$$

Dimana:

$\langle g \rangle$ = *normalized gain*

$\langle S_f \rangle$ = *final score (posttest)*

$\langle S_i \rangle$ = *initial score (pretest)*

100 = *ideal score*

Hasil perhitungan gain ternormalisasi selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kategori pengelompokan N-Gain yang tersaji pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Kriteria Pengelompokan N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

(Sumber: Hake, 1998)

Untuk kategori tafsiran efektivitas perolehan N-Gain menurut Sukarelawan et al., (2024) disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Kategori Tafsiran Efektivitas N-Gain

Persentase (%)	Kategori
> 76	Efektif
$56 - 75$	Cukup Efektif
$40 - 55$	Kurang Efektif
< 40	Tidak Efektif

(Sumber: Sukarelawan et al., 2024)

3.7.4 Analisis Data Indikator Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Untuk mengetahui kategori keterampilan berpikir tingkat tinggi maka dilakukan perhitungan persentase skor akhir keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diperoleh oleh peserta didik berdasarkan persamaan (33).

$$p = \frac{x}{x_i} \times 100\% \quad (33)$$

Keterangan:

p = persentase (%)

x = skor yang diperoleh peserta didik pada satu indikator

x_i = skor maksimum pada satu indikator

Nilai yang diperoleh kemudian dikategorikan sesuai dengan masing-masing indikator berdasarkan *International Center for the Assessment of Higher Order Thinking* (2009) seperti pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Pengkategorian Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Persentase (%)	Kategori
0-20	Sangat Kurang
21-40	Kurang
41-60	Cukup
61-80	Baik
81-100	Sangat Baik

(Sumber: Prasetyani et al., 2016)

3.8 Langkah-langkah Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah pada penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap yaitu tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

3.8.1 Tahap Perencanaan

Pada tahap perencanaan ini meliputi:

- a. Studi pendahuluan terhadap permasalahan yang ada di SMA Negeri 1 Tasikmalaya pada tanggal 23 Agustus 2023. Adapun pelaksanaan studi pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Studi Pendahuluan

- b. Telaah kurikulum dilakukan dengan tujuan untuk memahami silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) serta memastikan bahwa model pembelajaran yang digunakan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
- c. Penentuan kelas yang akan digunakan dalam penelitian melibatkan pemilihan kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- d. Membuat instrumen penelitian dan perangkat pembelajaran.

- e. Membuat jadwal kegiatan pembelajaran.

3.8.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan meliputi:

- a. Melakukan uji coba instrumen di kelas XII MIPA 8 pada tanggal 12 Februari 2024. Adapun pelaksanaan uji coba instrumen dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Uji Coba Instrumen di Kelas XII MIPA 8

- b. Melakukan *pretest*. *Pretest* dilaksanakan pada tanggal 20 Februari 2024 di kelas eksperimen dan 21 Februari 2024 di kelas kontrol. Adapun pelaksanaan *pretest* dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3.3 *Pretest* di Kelas Eksperimen



Gambar 3.4 Pretest di Kelas Kontrol

- c. Melaksanakan pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ dan model *Mastery Learning* berbantuan Aplikasi E-Fisika EZ di kelas kontrol sebanyak 3 pertemuan. Adapun tanggal dan gambar pelaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen dan kelas kontrol sebagai berikut.

Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas Eksperimen

1. Pelaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen pertemuan pertama dilakukan pada tanggal 26 Februari 2024.



Gambar 3.5 Pertemuan Pertama di Kelas Eksperimen

2. Pelaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen pertemuan kedua dilakukan pada tanggal 27 Februari 2024.



Gambar 3.6 Pertemuan Kedua di Kelas Eksperimen

3. Pelaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen pertemuan ketiga dilakukan pada tanggal 22 April 2024.



Gambar 3.7 Pertemuan Ketiga di Kelas Eksperimen

Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas Kontrol

1. Pelaksanaan pembelajaran di kelas kontrol pertemuan pertama dilakukan pada tanggal 27 Februari 2024.



Gambar 3.8 Pertemuan Pertama di Kelas Kontrol

2. Pelaksanaan pembelajaran di kelas kontrol pertemuan kedua dilakukan pada tanggal 28 Februari 2024.



Gambar 3.9 Pertemuan Kedua di Kelas Kontrol

3. Pelaksanaan pembelajaran di kelas kontrol pertemuan ketiga dilakukan pada tanggal 23 April 2024.



Gambar 3.10 Pertemuan Ketiga di Kelas Kontrol

- d. Melaksanakan *posttest*. *Posttest* dilaksanakan pada tanggal 23 April 2024 di kelas eksperimen dan 24 April 2024 di kelas kontrol dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan 3.12.



Gambar 3.11 *Posttest* di Kelas Eksperimen



Gambar 3.12 Posttest di Kelas Kontrol

3.8.3 Tahap Akhir

Tahap akhir meliputi:

- a. Melakukan pengolahan data dan perbandingan hasil analisis data tes keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk menentukan adakah pengaruh model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi E-Fisika EZ terhadap kemampuan keterampilan berpikir tingkat tinggi.
- b. Menyimpulkan berdasarkan hasil pengolahan data.

3.9 Waktu dan Tempat Penelitian

3.9.1 Waktu

Penelitian ini direncanakan akan dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Rincian jadwal pelaksanaan penelitian ditunjukkan oleh Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Bulan											
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	
1	Observasi Masalah												
2	Pengajuan Judul Proposal Pembimbing 1 & Pembimbing 2												
3	Pengajuan Judul Proposal DBS												
4	Penyusunan Proposal												
5	Penyusunan Instrumen Penelitian												
6	Penyusunan Perangkat Pembelajaran												
7	Revisi Proposal Penelitian												
8	Perolehan SK												
9	Seminar Proposal												
10	Revisi Seminar Proposal												
11	Uji Kelayakan Instrumen oleh Ahli												
12	Uji Coba dan Analisis Soal Tes												
13	Melakukan <i>Pretest</i>												
14	Pemberian Perlakuan Penelitian												
15	Melaksanakan <i>Posttest</i>												
16	Pengolahan Data Penelitian												
17	Penyusunan Skripsi												

3.9.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 yang berlokasi di Empangsari, Kec. Tawang, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat. Sekolah tersebut menggunakan kurikulum merdeka sebagai acuan untuk mengembangkan pembelajaran. Berikut foto SMA Negeri 1 Tasikmalaya sebagai tempat penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 SMA Negeri 1 Tasikmalaya