

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan yaitu Kuasi Eksperimen (*Quasi Experiment*). Pemilihan metode kuasi eksperimen karena peneliti memungkinkan dapat mengukur keberhasilan perlakuan yang diberikan dalam situasi yang nyata. Dengan membandingkan hasil yang diperoleh antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol peneliti bisa menilai pengaruh dari perlakuan yang diberikan secara relevan, efisien, dan sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan.

### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel yang dimaksud adalah sebagai berikut.

#### **3.2.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas (X) yang digunakan dalam penelitian ini adalah modul ajar pembelajaran *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations*.

#### **3.2.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat (Y) yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil belajar kognitif peserta didik.

### **3.3 Desain Penelitian**

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pretest Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Pada desain penelitian ini, dua kelompok (kelompok eksperimen dan kelas kontrol) dipilih secara tidak acak. Kelas eksperimen dan kontrol diberikan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Pada kelas eksperimen, peneliti memberikan perlakuan modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations*, sedangkan kelas kontrol menggunakan modul ajar *deep learning* dengan model dan bantuan yang sama yaitu *Discovery Learning* dan *PhET Simulations*. Modul ajar *deep learning* yang digunakan berdasarkan pada panduan pembelajaran dan asesmen dari Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Anggraena et al., 2025). Capaian pembelajaran modul ajar HLT dan modul ajar *deep learning* berdasarkan pada Keputusan Badan Standar, Kurikulum, dan

Asesmen Pendidikan (BSKAP) Nomor 046 Tahun 2025. Adapun rancangan desain penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 *Pretest Posttest Nonequivalent Control Group Design***

| Kelompok   | <i>Pretest</i> | Perlakuan | <i>Posttest</i> |
|------------|----------------|-----------|-----------------|
| Eksperimen | O <sub>1</sub> | X         | O <sub>2</sub>  |
| Kontrol    | O <sub>3</sub> | -         | O <sub>4</sub>  |

(Sugiyono, 2023)

Keterangan:

O<sub>1</sub> = *Pretest* pada kelompok eksperimen

O<sub>2</sub> = *Pretest* pada kelompok kontrol

X = Perlakuan pada kelompok eksperimen

O<sub>3</sub> = *Posttest* pada kelompok eksperimen

O<sub>4</sub> = *Posttest* pada kelompok kontrol

### 3.4 Populasi dan Sampel

#### 3.4.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh kelas X di SMA Negeri 1 Tasikmalaya sebanyak 9 kelas, dengan jumlah 359 peserta didik. Pemilihan kelas X didasarkan pada pertimbangan pada jenjang ini peserta didik harus memiliki sebuah pondasi kuat terutama pada pembelajaran energi alternatif yang berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Berikut data populasi yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Populasi Penelitian**

| No     | Kelas | Jumlah Peserta Didik |
|--------|-------|----------------------|
| 1      | X-1   | 40                   |
| 2      | X-2   | 41                   |
| 3      | X-3   | 40                   |
| 4      | X-4   | 40                   |
| 5      | X-5   | 41                   |
| 6      | X-6   | 41                   |
| 7      | X-7   | 40                   |
| 8      | X-8   | 38                   |
| 9      | X-9   | 38                   |
| Jumlah |       | 359                  |

(Sumber: SMA Negeri 1 Tasikmalaya)

Uji homogenitas populasi dilakukan untuk menandakan kemampuan awal populasi secara keseluruhan. Uji yang digunakan yaitu dengan menggunakan Uji Barlett. Berdasarkan Uji Barlett diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 86,64 dan  $\chi^2_{tabel}$  sebesar 19,675 dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa populasi memiliki varians yang heterogen karena  $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ .

### 3.4.2 Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *non-probability sampling* dengan teknik *purposive sampling*. Peneliti membutuhkan 2 kelas yang dijadikan sebagai sampel yang dipilih dengan adanya pertimbangan tertentu, 2 kelas tersebut terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol (Sugiyono, 2023). Berdasarkan teknik sampling yang dilakukan, penentuan sampel kelas ini didasarkan pada nilai rata-rata serta standar deviasi yang hampir sama untuk menunjukkan kesetaraan kemampuan awal kelas. Langkah-langkah dalam pengambilan sampel sebagai berikut:

- Mengumpulkan data nilai peserta didik kelas X.
- Menghitung nilai rata-rata ulangan harian dan standar deviasi dari setiap kelasnya. Data perhitungan disajikan dalam Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi**

| No           | Kelas | Jumlah Peserta didik | Nilai Rata-Rata | Standar Deviasi |
|--------------|-------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1.           | X-1   | 40                   | 88              | 4,05            |
| 2.           | X-2   | 41                   | 81              | 10,66           |
| 3.           | X-3   | 40                   | 82              | 9,42            |
| 4.           | X-4   | 40                   | 86              | 5,88            |
| 5.           | X-5   | 41                   | 82              | 6,29            |
| 6.           | X-6   | 41                   | 83              | 12,76           |
| 7.           | X-7   | 40                   | 83              | 11,46           |
| 8.           | X-8   | 38                   | 80              | 7,17            |
| 9.           | X-9   | 38                   | 75              | 13,95           |
| <b>Total</b> |       | <b>359</b>           | <b>740</b>      | <b>81,64</b>    |

- Dua kelas dipilih sebagai sampel yaitu kelas yang memiliki nilai rata-rata ulangan harian dan standar deviasi yang hampir sama.

- d. Setelah melakukan perhitungan, kelas yang dijadikan sampel yaitu kelas X-4 dan X-5 karena memenuhi kriteria yang ditentukan yaitu nilai rata-rata dan standar deviasi yang hampir sama.
- e. Penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan dengan melakukan *spin*, langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:
  - 1) Memasukan kelas yang terpilih untuk dilakukan *spin*, dalam hal ini yaitu kelas X-4 dan X-5.
  - 2) Memutar *spin* sehingga muncul kelas yang terpilih.
  - 3) Kelas yang muncul pertama kali dijadikan sebagai kelas eksperimen, sedangkan kelas lainnya akan menjadi kelas kontrol.
- f. Berdasarkan hasil *spin* didapatkan bahwa kelas X-5 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-4 sebagai kelas kontrol.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian sebagai tindak lanjut dari metode penelitian yaitu menggunakan beberapa teknik tertentu. Tujuan dari pemilihan teknik pengumpulan data yang digunakan untuk melihat hasil akhir pada variabel terikat dalam hal ini adalah hasil belajar kognitif. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu berupa tes dan non tes.

#### 3.5.1 Tes

Tes yang diberikan berupa tes hasil belajar kognitif peserta didik yang disajikan dalam bentuk soal uraian. Setiap soal mencakup indikator dari hasil belajar kognitif yang sudah ditentukan. Tes yang diberikan kepada peserta didik berjumlah 12 soal uraian yang terdiri dari 3 submateri (energi alternatif, sumber energi terbarukan, dan sumber energi tak terbarukan), satu submateri terdiri dari 4 soal serta setiap satu soal mengukur satu level kognitif (C1 sampai C4). Tes dilakukan sebelum pembelajaran (*pretest*) dan diakhir pembelajaran (*posttest*) untuk melihat hasil dari variabel terikat sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

#### 3.5.2 Non Tes

Teknik pengumpulan data non tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi keterlaksanaan modul ajar pembelajaran HLT. Lembar observasi ini bertujuan untuk mengetahui keterlaksanaan setiap aktivitas pembelajaran yang

sudah disusun, sehingga setiap aktivitas pembelajaran bisa dipantau dan dilihat apakah terlaksana atau tidak. Lembar observasi dinilai oleh satu orang observer yaitu guru fisika di SMA Negeri 1 Tasikmalaya dengan yang diamati yaitu keterlaksanaan aktivitas serta kegiatan guru dan peserta didik.

### 3.6 Instrumen Penelitian

#### 3.6.1 Tes Hasil Belajar Kognitif

Instrumen tes hasil belajar kognitif digunakan untuk mengetahui ketercapaian indikator hasil belajar kognitif yang terdiri dari level kognitif mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), dan menganalisis (C4) pada materi energi alternatif.

**Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Tes Hasil Belajar Kognitif**

| Sub Materi                   | Indikator Soal                                                                                                         | Level Kognitif | No Soal |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
| Energi Alternatif            | Menyebutkan sumber energi yang ada.                                                                                    | C1             | 1       |
|                              | Mengidentifikasi faktor pendukung dalam penggunaan sumber energi alternatif berdasarkan kondisi ekonomi dan geografis. | C4             | 4       |
|                              | Menentukan tindakan yang sesuai terkait pemanfaatan sumber energi alternatif                                           | C3             | 7       |
|                              | Menjelaskan konsep energi alternatif.                                                                                  | C2             | 10      |
| Sumber Energi Terbarukan     | Menjelaskan pentingnya penggunaan sumber energi terbarukan.                                                            | C2             | 2       |
|                              | Menyebutkan mana yang termasuk dalam sumber energi terbarukan dari fenomena yang disajikan.                            | C1             | 5*      |
|                              | Membandingkan penggunaan sumber energi terbarukan dengan energi fosil.                                                 | C4             | 8       |
|                              | Menentukan sumber energi yang tepat sebagai solusi lain serta tindakan yang dilakukan dalam pengembangannya            | C3             | 11      |
| Sumber Energi Tak Terbarukan | Menentukan tindakan yang sesuai dalam kebergantungan pada salah satu sumber energi saja.                               | C3             | 3       |
|                              | Menjelaskan penyebab Indonesia berubah menjadi negara yang mengimpor salah satu energi tak terbarukan.                 | C2             | 6       |
|                              | Mengulang pernyataan dari suatu fenomena yang disajikan.                                                               | C1             | 9       |

| Sub Materi                     | Indikator Soal                                                                                            | Level Kognitif | No Soal |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
|                                | Menganalisis hubungan sebab akibat dari kebergantungan pada satu sumber energi dalam jangka waktu panjang | C4             | 12      |
| <b>Jumlah Keseluruhan Soal</b> |                                                                                                           | <b>12</b>      |         |

Keterangan: \* merupakan tanda untuk soal yang tidak valid

Pada soal nomor 5 pada aspek kognitif C1 didapatkan soal tidak valid setelah di uji validitas butir soal. Soal yang tidak valid diakibatkan karena banyaknya peserta didik yang menjawab benar pada satu butir soal tersebut, sehingga menyebabkan soal menjadi tidak valid. Hal tersebut karena uji validitas butir soal bertujuan untuk mengetahui kualitas pada setiap butir soal dalam instrumen penelitian, jika semua peserta didik hampir menjawab dengan nilai besar maka butir soal tersebut tidak bisa membedakan kemampuan peserta didik. Selain itu, data yang tidak bervariasi bisa memengaruhi terhadap hasil korelasi *r product moment* yang dilakukan.

### 1) Validasi Ahli

Validasi ahli digunakan untuk memberikan penilaian, kritik, dan saran dari validator terhadap instrumen tes yang digunakan. Validasi ahli dilakukan sebelum instrumen diuji coba kepada peserta didik. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang disediakan. Hasil validitas instrumen penelitian yang dilakukan oleh ahli dianalisis dengan menggunakan indeks *Aiken's V*, yaitu dengan menghitung *content validity coefficient* yang berdasarkan pada hasil penilaian ataupun evaluasi ahli sebanyak *n* orang terhadap suatu item yang mewakili konstruk yang diukur dalam penelitian. Indeks *Aiken's V* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

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

(Syafitri et al., 2023)

Keterangan:

$$s = r - l_o$$

$l_o$  = Angka penilaian validitas terendah (bernilai 1)

$c$  = Angka penilaian validitas tertinggi (bernilai 4)

$r$  = Angka yang diberikan validator

$n$  = Jumlah validator

Nilai koefisien *Aiken's V* dikategorikan kedalam beberapa kriteria yang bernilai 0 sampai 1. Adapun kriteria kategori *Aiken's V* seperti pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Kriteria *Aiken's V***

| Rentang Nilai | Kategori    |
|---------------|-------------|
| $V > 0,67$    | Valid       |
| $V \leq 0,67$ | Tidak Valid |

(Dalimunthe et al., 2023)

Validasi instrumen soal hasil belajar kognitif dilakukan oleh dua validator ahli yaitu dosen Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi. Adapun hasil perhitungan untuk uji validasi dari kedua ahli diperlihatkan pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Hasil Uji Validasi Ahli**

| Nomor Butir Soal | Nilai Koefisien (V) | Kriteria     |
|------------------|---------------------|--------------|
| 1                | 1                   | Valid        |
| 2                | 0,97                | Valid        |
| 3                | 1                   | Valid        |
| 4                | 0,93                | Valid        |
| 5                | 0,93                | Valid        |
| 6                | 0,92                | Valid        |
| 7                | 0,93                | Valid        |
| 8                | 0,95                | Valid        |
| 9                | 0,98                | Valid        |
| 10               | 0,98                | Valid        |
| 11               | 1                   | Valid        |
| 12               | 1                   | Valid        |
| <b>Rata-rata</b> | <b>0,97</b>         | <b>Valid</b> |

Berdasarkan Tabel 3.6, diperoleh nilai rata-rata koefisien validasi sebesar 0,97 sehingga instrumen memiliki kriteria yang valid. Rincian perhitungan mengenai data perhitungan uji validasi ahli terlampir pada Lampiran 22 Halaman 261.

## 2) Uji Coba Instrumen

### a) Uji Validitas Butir Soal

Pada penelitian ini, validitas soal dihitung dengan menggunakan persamaan korelasi *product moment*, yaitu metode statistik yang digunakan untuk mengetahui arah hubungan dan mengukur kekuatan antara dua variabel dengan data yang bersifat interval atau rasio, dengan persamaan sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (2)$$

(Arikunto, 2014)

Keterangan:

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi antara variabel  $x$  dan  $y$

$n$  = banyak peserta didik

$x$  = Skor tiap soal

$y$  = Skor total

Uji validitas butir soal dilakukan dengan cara melakukan uji coba instrumen kepada peserta didik Kelas XI SMA Negeri 1 Tasikmalaya. Hasil dari tes tersebut selanjutnya dianalisis untuk menentukan apakah instrumen tes tersebut valid atau tidak. Pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai  $r_{xy}$  atau  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$ . Jika  $r_{xy} > r_{tabel}$ , maka butir soal dinyatakan valid, jika  $r_{xy} \leq r_{tabel}$ , maka butir soal dinyatakan tidak valid.

Pada penelitian ini, butir soal dengan  $r_{tabel}$  bernilai 0,2656 berdasarkan pada tabel distribusi *r product moment* Lampiran 51 Halaman 323. Butir soal yang valid akan digunakan sebagai soal *pretest* dan *posttest* dengan mengubah letak penomorannya, sedangkan soal yang tidak valid tidak digunakan atau dihilangkan. Hasil perhitungan validitas butir soal bisa dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

**Tabel 3.7 Hasil Uji Validitas Butir Soal**

| Nomor Soal | $r_{hitung} (r_{xy})$ | $r_{tabel}$ | Hasil Analisis       | Keterangan |
|------------|-----------------------|-------------|----------------------|------------|
| 1          | 0.3487                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$ | Valid      |
| 2          | 0.4565                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$ | Valid      |

| Nomor Soal | $r_{hitung} (r_{xy})$ | $r_{tabel}$ | Hasil Analisis          | Keterangan  |
|------------|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| 3          | 0.5461                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 4          | 0.6553                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 5          | 0.1795                | 0,2656      | $r_{xy} \leq r_{tabel}$ | Tidak Valid |
| 6          | 0.5962                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 7          | 0.6297                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 8          | 0.4444                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 9          | 0.6103                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 10         | 0.6486                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 11         | 0.6733                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |
| 12         | 0.5940                | 0,2656      | $r_{xy} > r_{tabel}$    | Valid       |

Berdasarkan pada Tabel 3.7 didapatkan bahwa dari keseluruhan total soal yaitu 12 soal, 1 soal dinyatakan tidak valid dan 11 dinyatakan valid, sehingga soal dapat digunakan sebagai instrumen penelitian. Adapun 11 soal yang valid tersebut terdiri dari 2 soal pada aspek kognitif C1 (mengingat), 3 soal pada C2 (memahami), 3 soal pada C3 (mengaplikasikan), dan 3 soal pada C4 (menganalisis). Perhitungan uji validitas butir soal terdapat pada Lampiran 23 Halaman 262.

#### b) Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas instrumen digunakan untuk menunjukkan apakah suatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk dijadikan sebagai alat pengumpulan data. Instrumen yang reliabel akan menghasilkan sebuah data yang valid, apabila data sesuai dengan kenyataan, maka jika data diambil beberapa kali, hasil reliabelnya akan tetap sama. Uji reliabilitas dapat dicari dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*, yaitu sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (3)$$

(Arikunto, 2014)

Keterangan:

$r_{11}$  = koefisien reliabilitas

$k$  = banyaknya jumlah soal

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

$\sigma_t^2$  = varians skor total

**Tabel 3.8 Kriteria Reliabilitas**

| Rentang Nilai             | Kriteria Reliabilitas |
|---------------------------|-----------------------|
| $0,80 < r_{11} \leq 1,00$ | Sangat Tinggi         |
| $0,60 < r_{11} \leq 0,80$ | Tinggi                |
| $0,40 < r_{11} \leq 0,60$ | Sedang                |
| $0,20 < r_{11} \leq 0,40$ | Rendah                |
| $0,00 < r_{11} \leq 0,20$ | Sangat Rendah         |

(Arikunto, 2014)

Hasil uji reliabilitas instrumen terdapat pada Tabel 3.9 berikut.

**Tabel 3.9 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen**

| Jumlah Soal Valid | $r_{11}$ | Rentang Nilai             | Kriteria Reliabilitas |
|-------------------|----------|---------------------------|-----------------------|
| 12                | 0,78     | $0,60 < r_{11} \leq 0,80$ | Tinggi                |

Berdasarkan Tabel 3.9, hasil uji reliabilitas instrumen pada 11 soal yang dinyatakan valid menunjukkan koefisien reliabilitas bernilai 0,78 dengan kategori reliabilitas tinggi berdasarkan pada Tabel 3.8. Hasil uji reliabilitas instrumen bisa dilihat pada Lampiran 24 Halaman 264.

### 3.6.2 Lembar Keterlaksanaan Modul Ajar HLT Menggunakan Model *Discovery Learning*

Keterlaksanaan modul ajar diukur dengan menggunakan instrumen non-tes berupa lembar keterlaksanaan. Pengukuran lembar keterlaksanaan modul ajar HLT dilakukan dengan menggunakan skala *Guttman* berupa jawaban tegas “Ya” dan “Tidak” dengan memberikan *checklist* pada kolom tabel yang sudah disediakan (Sugiyono, 2023). Kisi-kisi lembar keterlaksanaan modul ajar HLT menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations* disajikan pada Tabel 3.10.

**Tabel 3.10 Kisi-Kisi Lembar Keterlaksanaan Modul Ajar HLT Menggunakan Model *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulations***

| Aspek yang dinilai   | Deskripsi Kegiatan Guru | Deskripsi Kegiatan Peserta Didik | Terlaksana |       |
|----------------------|-------------------------|----------------------------------|------------|-------|
|                      |                         |                                  | Ya         | Tidak |
| Kegiatan Pendahuluan |                         |                                  |            |       |
| Kegiatan Inti        |                         |                                  |            |       |

| Aspek yang dinilai                                  |                                       | Deskripsi Kegiatan Guru                                                                                                                  | Deskripsi Kegiatan Peserta Didik                                                   | Terlaksana |       |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
|                                                     |                                       |                                                                                                                                          |                                                                                    | Ya         | Tidak |
| <b>Modul Ajar HLT</b>                               | <b><i>Discovery Learning (DL)</i></b> |                                                                                                                                          |                                                                                    |            |       |
| Mengidentifikasi konsep awal                        | <i>Stimulations</i>                   | Guru memberikan pertanyaan stimulus kepada peserta didik                                                                                 | Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru                                        |            |       |
| Menggali pemahaman konsep                           | <i>Problem Statement</i>              | Guru mengerucutkan permasalahan dengan memberikan data permasalahan untuk diidentifikasi                                                 | Peserta didik menjawab masalah yang diberikan sebagai dugaan awal untuk dibuktikan |            |       |
| Mengembangkan konsep                                | <i>Data Collecting</i>                | Guru melakukan pengawasan simulasi menggunakan <i>PhET Simulations</i> serta <i>scaffolding</i> kepada peserta didik                     | Melakukan simulasi sesuai dengan instruksi dari guru dan LKPD                      |            |       |
| Mengembangkan konsep dengan konteks yang lebih luas | <i>Data Porcessing</i>                | Mengawasi hasil simulasi dengan teori yang sedang dipelajari serta menduga adanya hambatan belajar pada peserta didik dalam menyimpulkan | Mengolah hasil simulasi, melakukan verifikasi sesuai dengan teori dan menyimpulkan |            |       |
|                                                     | <i>Verification</i>                   |                                                                                                                                          |                                                                                    |            |       |
|                                                     | <i>Generalitation</i>                 |                                                                                                                                          |                                                                                    |            |       |
| <b>Kegiatan Penutup</b>                             |                                       |                                                                                                                                          |                                                                                    |            |       |

### 3.7 Teknik Analisis Data

#### 3.7.1 Analisis Hasil Belajar Kognitif

Menurut Purwanto dalam Lekitoo et al (2018) hasil belajar kognitif peserta didik berupa skor yang diperoleh kemudian dipersentasekan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Nilai Hasil Belajar} = \frac{\text{skor yang diperoleh } (x_i)}{\text{skor total } (x_{maks})} \times 100\% \quad (4)$$

(Lekitoo et al., 2018)

Hasil persentase nilai hasil belajar kognitif yang diperoleh diinterpretasikan ke dalam kategori seperti pada Tabel 3.11.

**Tabel 3.11 Kriteria Persentase Aspek Kognitif**

| Nilai                | Kategori      |
|----------------------|---------------|
| $81 \leq P \leq 100$ | Sangat Baik   |
| $61 \leq P \leq 80$  | Baik          |
| $41 \leq P \leq 60$  | Cukup         |
| $21 \leq P \leq 40$  | Kurang        |
| $0 \leq P \leq 20$   | Sangat Kurang |

(Arikunto, 2014)

### 3.7.2 Analisis Keterlaksanaan Modul Ajar HLT Menggunakan Model *Discovery Learning*

Keterlaksanaan modul ajar pembelajaran HLT dalam pembelajaran yang telah disusun, dapat dianalisis dengan menggunakan lembar keterlaksanaan modul ajar pembelajaran HLT yang ditinjau berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh *observer* selama pembelajaran berlangsung dan dikonversikan ke dalam bentuk skor. Skor yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan teknik *Interjudge Agreement* (IJA), dengan persamaan sebagai berikut.

$$IJA = \frac{A_y}{A_y + A_N} \times 100\% \quad (5)$$

(Nurhasanah et al., 2020)

Keterangan:

$IJA$  = *Interjudge Agreement*

$A_y$  = Kegiatan yang terlaksana

$A_N$  = Kegiatan yang tidak terlaksana

Nilai IJA yang didapatkan kemudian diklasifikasikan menurut kriteria interpretasi keterlaksanaan modul ajar pembelajaran HLT pada Tabel 3.12.

**Tabel 3.12 Kriteria Interpretasi Keterlaksanaan Modul Ajar HLT Menggunakan Model *Discovery Learning***

| Persentase (%)   | Kategori      |
|------------------|---------------|
| $P \geq 80$      | Sangat Baik   |
| $61 \leq P < 80$ | Baik          |
| $41 \leq P < 60$ | Cukup         |
| $21 \leq P < 40$ | Kurang        |
| $P \leq 20$      | Sangat Kurang |

(Nursila et al., 2025)

### 3.7.3 Uji Prasyarat

#### 3.7.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang ada terdistribusi normal atau tidak yang dilakukan sebelum uji hipotesis. Uji normalitas ini menggunakan teknik yang digunakan dalam penelitian yang bertujuan untuk menguji normalitas suatu instrumen yaitu uji *Chi-Square*, dengan rumus berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \quad (6)$$

(Arikunto, 2014)

Keterangan :

$\chi^2$  = *chi-square*

$f_o$  = frekuensi observasi

$f_h$  = frekuensi harapan

Kriteria:

Jika  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ , maka data terdistribusi normal.

Jika  $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ , maka data tidak terdistribusi normal.

#### 3.7.3.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan dalam penelitian sebagai pembandingan atau membanding kelas yang memiliki varians yang sama (homogen atau tidak). Uji homogenitas ini bisa menggunakan rumus yaitu dengan uji *Fisher* atau Uji F. Persamaan uji *Fisher* sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}} \quad (7)$$

(Ananda & Fadhli, 2021)

Nilai  $F_{hitung}$  dibandingkan dengan  $F_{tabel}$ , apabila didapatkan  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka kedua dari kelompok tersebut varians dan homogen.

#### 3.7.4 Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menguji dan menjawab hipotesis penelitian. Hipotesis yang terdapat dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- $H_0$  : tidak ada pengaruh modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi energi alternatif di Kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.
- $H_a$  : ada pengaruh modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi energi alternatif di Kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dengan menggunakan statistik parametrik, yaitu dengan uji t sampel bebas (*independent sample t-test*). Pemilihan uji didasarkan pada prasyarat analisis yang menunjukkan data dari kedua sampel terdistribusi normal dan memiliki varians homogen. Uji t merupakan metode yang bisa digunakan secara tepat untuk menguji hipotesis komparatif terhadap dua sampel independen, khususnya jika data yang dianalisis berbentuk rasio atau interval. Uji t dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberikan perlakuan. Pemilihan uji ini didasarkan pada hasil uji prasyarat yang menunjukkan bahwa data terdistribusi dengan normal dan memiliki varians yang homogen atau sama. Persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{gab} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (8)$$

(Arikunto, 2014)

Standar deviasi gabungan ( $s_{gab}$ ) dicari dengan menggunakan rumus berikut.

$$s_{gab} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)V_1 + (n_2 - 1)V_2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (9)$$

(Arikunto, 2014)

Keterangan:

$\bar{x}_1$  = Rata-rata skor N-Gain kelompok eksperimen

$\bar{x}_2$  = Rata-rata skor N-Gain kelompok kontrol

$n_1$  = Jumlah data kelompok eksperimen

$n_2$  = Jumlah data kelompok kontrol

$V_1$  = Varians N-Gain kelompok eksperimen

$V_2$  = Varians N-Gain kelompok kontrol

Kriteria pengujian:

Jika nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_o$  ditolak  $H_a$  diterima.

Jika nilai  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_o$  diterima  $H_a$  ditolak.

### 3.7.5 N-Gain

*Normalized Gain* (N-Gain) dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung hasil belajar kognitif peserta didik. N-Gain dapat mengukur pemahaman peserta didik setelah dan sesudah diberikan sebuah perlakuan kepada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. N-Gain bisa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ ideal - Skor\ Pretest} \quad (10)$$

(Wahab et al., 2021)

**Tabel 3.13 Kriteria N-Gain**

| Nilai                 | Kategori |
|-----------------------|----------|
| $g > 0,7$             | Tinggi   |
| $0,3 \leq g \leq 0,7$ | Sedang   |
| $g < 0,3$             | Rendah   |

(Wahab et al., 2021)

### 3.8 Langkah-langkah Penelitian

#### 3.8.1 Tahap Perencanaan

Pada tahap perencanaan dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan berdasarkan kebutuhan penelitian, tahap perencanaan yang dimaksud yaitu:

1. Melakukan pengajuan judul penelitian.
2. Mendapatkan surat persetujuan judul.
3. Mengajukan surat perizinan untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Tasikmalaya. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 01 Oktober 2025.



**Gambar 3.1 Pengajuan Surat Izin Penelitian**

4. Memperoleh surat izin dari SMA Negeri 1 Tasikmalaya untuk melaksanakan studi pendahuluan berupa wawancara kepada guru fisika dan kepada peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 31 Oktober 2025.



**Gambar 3.2 Wawancara Kepada Guru Fisika**



**Gambar 3.3 Observasi di Kelas XI-06**



**Gambar 3.4 Wawancara Kepada Peserta Didik**

5. Mempelajari kurikulum yang meliputi alur tujuan pembelajaran (ATP) serta capaian pembelajaran (CP).
6. Menyusun proposal penelitian dengan melakukan bimbingan proposal kepada dosen pembimbing 1 dan 2.
7. Melakukan revisi proposal penelitian sesuai dengan arahan dan bimbingan yang diberikan oleh dosen pembimbing.
8. Melaksanakan seminar proposal dan memperoleh saran, masukan, dan tanggapan dalam perbaikan proposal.
9. Merevisi proposal penelitian sesuai dengan arahan yang diberikan.
10. Mengajukan surat izin uji coba instrumen penelitian dan pelaksanaan penelitian, serta melaksanakan uji coba instrumen penelitian di SMA Negeri 1 Tasikmalaya. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 10 Februari 2026.



**Gambar 3.5 Uji Coba Instrumen di Kelas XI-03**



**Gambar 3.6 Uji Coba Instrumen di Kelas XI-06**

11. Mengolah data hasil uji coba instrumen.

12. Menyiapkan bahan ajar pembelajaran di kelas dan menentukan jadwal mengajar di kedua kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol).

### 3.8.2 Tahap Pelaksanaan

1. Melaksanakan *pretest* dengan instrumen penelitian yang dibuat untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 10 April 2026.



**Gambar 3.7 Pretest Kelas Eksperimen**



**Gambar 3.8 Pretest Kelas Eksperimen**

2. Melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations* untuk kelas eksperimen. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 10 April 2026 dan 5 Mei 2026.



**Gambar 3.9 Pertemuan Pertama Kelas Eksperimen**



**Gambar 3.10 Pertemuan Kedua Kelas Eksperimen**

3. Melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan modul ajar *deep learning* menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations* kelas kontrol. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 10 April 2026 dan 5 Mei 2026.



**Gambar 3.11 Pertemuan Pertama Kelas Kontrol**



**Gambar 3.12 Pertemuan Kedua Kelas Kontrol**

4. Melaksanakan *posttest* setelah proses pembelajaran untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 05 Mei 2026.



**Gambar 3.13 Posttest Kelas Eksperimen**



**Gambar 3.14 Posttest Kelas Kontrol**

### 3.8.3 Tahap Akhir

1. Mengolah data hasil belajar kognitif peserta didik menggunakan persamaan yang sesuai dengan bantuan *software* seperti *Microsoft Excel*.

| Pretest Eksperimen |                                 |       | Pretest Kontrol |                                   |            |
|--------------------|---------------------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|------------|
| NO                 | NAMA PESERTA DIDIK              |       | NO              | NAMA PESERTA DIDIK                | Total Skor |
| 1                  | Aira Safiratus Saniyah          | 23    | 1               | Alvina Syafarini Fadila           | 25         |
| 2                  | Alifa Maharany Harjanto Putri   | 15    | 2               | Arian Muhamad Januar              | 22         |
| 3                  | Amira Putri Paramita Budiyanti  | 11    | 3               | Azka Bintang Ramadhan             | 18         |
| 4                  | Annisa Maya Julianty            | 23    | 4               | Bunga Ratu Zevanya                | 22         |
| 5                  | Arvin Akbar Fahreza             | 23    | 5               | Cintaku Fitri Anisya Al Basry     | 14         |
| 6                  | Azka Aditya Fauzan              | 31    | 6               | Desta Nugraha Erwandi             | 14         |
| 7                  | Derafa Abdi Nagara              | 16    | 7               | Dinda Veriltha Putri              | 18         |
| 8                  | Edistin Palentina               | 19    | 8               | Farihna Qowwamah Bilqist          | 26         |
| 9                  | Evan Fadilah Arya Wibisono      | 23    | 9               | Farrel Aziz Alaudin Khadafi       | 26         |
| 10                 | Fathia Fauzia Ramadhani         | 33    | 10              | Fathir Alfarizqi Topany           | 18         |
| 11                 | Fathir Istawa Buana             | 30    | 11              | Haninda Aulia Asmoro              | 11         |
| 12                 | Humam Zada Arkana               | 27    | 12              | Harits Firly Wibowo               | 22         |
| 13                 | Jayyid Aydin Yardhan Ashena     | 19    | 13              | Iqbal Candra Pratama              | 30         |
| 14                 | Kanaya Ramadhani Wimansyah      | 15    | 14              | Jihan Nurwafa                     | 26         |
| 15                 | Khanza Zaskia Kurniawan         | 16    | 15              | Keyzha Virsyahthea Noer Fadilah   | 10         |
| 16                 | Lulu Ramadhani                  | 27    | 16              | Mohammad Razaan Artasena          | 18         |
| 17                 | Mochammad Praja Numan           | 15    | 17              | Muhammad Ghaza Ahnafi Diliyaulhaq | 22         |
| 18                 | Muchammad Ardell Muazzam        | 12    | 18              | Nindy Febriani Mauludi            | 11         |
| 19                 | Muhammad Naufal Abdillah        | 11    | 19              | Putri Shafa Almahira              | 23         |
| 20                 | Muhammad Zaky Alhaidar          | 14    | 20              | Radhi Abyasa Rizki                | 11         |
| 21                 | Nandya Rachil                   | 16    | 21              | Rafa Fauzan Kamil                 | 12         |
| 22                 | Rafa Aini Azarina               | 14    | 22              | Reifal Lerryk Loveiantino         | 31         |
| 23                 | Rayyan Farras                   | 19    | 23              | Riaz Ghaisan Syihab               | 14         |
| 24                 | Reksha Sugih Pangestu           | 11    | 24              | Salsabila Fairuz Zahra            | 11         |
| 25                 | Ridho Junior Siahaan            | 19    | 25              | Shahnaz Putri Fansury             | 14         |
| 26                 | Salwa Zivana                    | 23    | 26              | Sulthaan Nur Sya'ban              | 14         |
| 27                 | Sausan Muthmainnah              | 20    | 27              | Talitha Zahra Syarifa             | 19         |
| 28                 | Shabira Fathinah Hidayat        | 19    | 28              | Wanda Gandawati Zakiah            | 22         |
| 29                 | Shafa Insiyira                  | 13    | Jumlah          |                                   | 524        |
| 30                 | Sherinita Zaenal Mahmudah       | 29    | Rata-rata       |                                   | 18.71      |
| 31                 | Tania Dalifa Nahwalfath         | 14    |                 |                                   |            |
| 32                 | Tsana Butsainah Anbah           | 19    |                 |                                   |            |
| 33                 | Zahra Jihan Talita Putri Sahdan | 20    |                 |                                   |            |
| Jumlah             |                                 | 639   |                 |                                   |            |
| Rata-rata          |                                 | 19.36 |                 |                                   |            |

Gambar 3.15 Hasil Pengolahan Data *Pretest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

| Posttest Eksperimen |                                 |       | Posttest Kontrol |                                   |            |
|---------------------|---------------------------------|-------|------------------|-----------------------------------|------------|
| NO                  | NAMA PESERTA DIDIK              |       | NO               | NAMA PESERTA DIDIK                | Total Skor |
| 1                   | Aira Safiratus Saniyah          | 41    | 1                | Alvina Syafarini Fadila           | 31         |
| 2                   | Alifa Maharany Harjanto Putri   | 31    | 2                | Arian Muhamad Januar              | 27         |
| 3                   | Amira Putri Paramita Budiyanti  | 31    | 3                | Azka Bintang Ramadhan             | 33         |
| 4                   | Annisa Maya Julianty            | 38    | 4                | Bunga Ratu Zevanya                | 27         |
| 5                   | Arvin Akbar Fahreza             | 34    | 5                | Cintaku Fitri Anisya Al Basry     | 33         |
| 6                   | Azka Aditya Fauzan              | 36    | 6                | Desta Nugraha Erwandi             | 29         |
| 7                   | Derafa Abdi Nagara              | 36    | 7                | Dinda Veriltha Putri              | 36         |
| 8                   | Edistin Palentina               | 30    | 8                | Farihna Qowwamah Bilqist          | 32         |
| 9                   | Evan Fadilah Arya Wibisono      | 33    | 9                | Farrel Aziz Alaudin Khadafi       | 33         |
| 10                  | Fathia Fauzia Ramadhani         | 40    | 10               | Fathir Alfarizqi Topany           | 32         |
| 11                  | Fathir Istawa Buana             | 41    | 11               | Haninda Aulia Asmoro              | 31         |
| 12                  | Humam Zada Arkana               | 33    | 12               | Harits Firly Wibowo               | 32         |
| 13                  | Jayyid Aydin Yardhan Ashena     | 39    | 13               | Iqbal Candra Pratama              | 41         |
| 14                  | Kanaya Ramadhani Wimansyah      | 35    | 14               | Jihan Nurwafa                     | 29         |
| 15                  | Khanza Zaskia Kurniawan         | 39    | 15               | Keyzha Virsyahthea Noer Fadilah   | 34         |
| 16                  | Lulu Ramadhani                  | 41    | 16               | Mohammad Razaan Artasena          | 23         |
| 17                  | Mochammad Praja Numan           | 38    | 17               | Muhammad Ghaza Ahnafi Diliyaulhaq | 36         |
| 18                  | Muchammad Ardell Muazzam        | 35    | 18               | Nindy Febriani Mauludi            | 27         |
| 19                  | Muhammad Naufal Abdillah        | 33    | 19               | Putri Shafa Almahira              | 40         |
| 20                  | Muhammad Zaky Alhaidar          | 34    | 20               | Radhi Abyasa Rizki                | 20         |
| 21                  | Nandya Rachil                   | 35    | 21               | Rafa Fauzan Kamil                 | 23         |
| 22                  | Rafa Aini Azarina               | 30    | 22               | Reifal Lerryk Loveiantino         | 34         |
| 23                  | Rayyan Farras                   | 34    | 23               | Riaz Ghaisan Syihab               | 34         |
| 24                  | Reksha Sugih Pangestu           | 30    | 24               | Salsabila Fairuz Zahra            | 33         |
| 25                  | Ridho Junior Siahaan            | 43    | 25               | Shahnaz Putri Fansury             | 31         |
| 26                  | Salwa Zivana                    | 38    | 26               | Sulthaan Nur Sya'ban              | 23         |
| 27                  | Sausan Muthmainnah              | 39    | 27               | Talitha Zahra Syarifa             | 36         |
| 28                  | Shabira Fathinah Hidayat        | 39    | 28               | Wanda Gandawati Zakiah            | 29         |
| 29                  | Shafa Insiyira                  | 38    | Jumlah           |                                   | 869        |
| 30                  | Sherinita Zaenal Mahmudah       | 44    | Rata-rata        |                                   | 31.04      |
| 31                  | Tania Dalifa Nahwalfath         | 30    |                  |                                   |            |
| 32                  | Tsana Butsainah Anbah           | 38    |                  |                                   |            |
| 33                  | Zahra Jihan Talita Putri Sahdan | 44    |                  |                                   |            |
| Jumlah              |                                 | 1200  |                  |                                   |            |
| Rata-rata           |                                 | 36.36 |                  |                                   |            |

Gambar 3.16 Hasil Pengolahan Data *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

### 3.9.1 Waktu Penelitian

**Tabel 3.14 Waktu Penelitian**

[illegible]

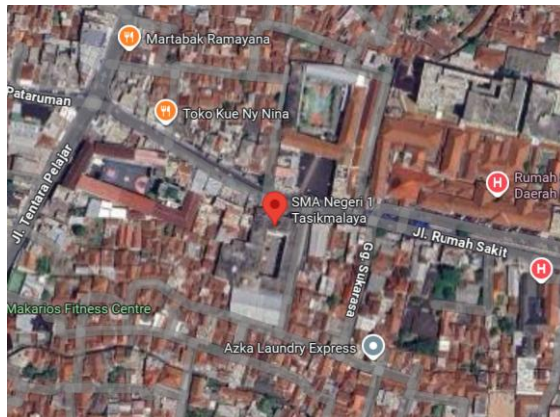
| Kegiatan Penelitian              | Bulan |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                  | Sept  | Okt | Nov | Des | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun |
| Pengolahan data hasil penelitian |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Seminar hasil                    |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Revisi seminar hasil             |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sidang Skripsi                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

### 3.9.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Tasikmalaya yang bertempat di Jalan Rumah Sakit No. 28, Empangsari, Kecamatan Tawang, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, 46115.



**Gambar 3.17 Tampak Dalam SMA Negeri 1 Tasikmalaya**



**Gambar 3.18 Peta Lokasi SMA Negeri 1 Tasikmalaya**