

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### A. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu SMA dan MA di Provinsi Jawa Barat. Adapun teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini ialah *cluster sampling*. Menurut Rozaini (2003), Pengambilan sampel dilakukan terhadap sampling unit, dimana sampling unitnya terdiri dari satu kelompok (cluster). Melalui teknik pengambilan sampel tersebut, diperoleh sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu siswa kelas X IPA 1 sebanyak 18 orang dan kelas X IPA 3 sebanyak 37 orang.

##### B. Metode dan Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian quasi eksperimen dengan desain penelitiannya ialah *pretest-posttest control group design*. Metode ini dipilih karena dalam penelitian ini peneliti menggunakan kelompok kontrol tetapi tidak berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang akan mempengaruhi hasil eksperimen. Penggunaan metode ini ialah untuk mengetahui perbedaaan pengaruh model pembelajaran PPOEW untuk mengurangi miskonsepsi pada suatu kelompok berdasarkan *pretest* dan *posttest* dengan penggunaan model konvensional. Ilustrasi dari desain yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kelas kontrol	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Kelas Eksperimen	O <sub>1</sub>	K	O <sub>2</sub>

Keterangan:

O<sub>1</sub> = *Pretest* sebelum perlakuan diberikan.

X = Perlakuan berupa penerapan model pembelajaran PPOEW berbantuan simulasi komputer.

K = Perlakuan berupa penerapan model konvensional.

O<sub>2</sub> = *Posttest* setelah perlakuan diberikan.

## C. Definisi Operasional

### 1. Pembelajaran PPOEW Berbasis Simulasi Komputer

Pembelajaran PPOEW berbantuan simulasi komputer dalam penelitian ini merupakan pembelajaran menggunakan bantuan media simulasi komputer yang terdiri dari proses memprediksi, merencanakan, mengamati, menjelaskan, dan menulis kesimpulan. Proses pembelajarannya dilakukan secara individu, namun pada tahapan *explain*, siswa diarahkan untuk berkelompok agar dapat saling berdiskusi diantara anggota kelompoknya. Simulasi komputer digunakan untuk membantu proses pembelajaran PPOEW pada topik Usaha dan Energi, terutama untuk materi-materi tertentu yang siswanya banyak mengalami miskonsepsi. Keterlaksanaan proses pembelajaran PPOEW berbantuan simulasi dapat diidentifikasi menggunakan lembar observasi yang diisi oleh *observer*. *Observer* disini bertugas mengamati proses pembelajaran disertai dengan mengisi lembar observasi yang memuat tahapan-tahapan pembelajaran yang menggunakan model PPOEW berbantuan simulasi komputer. Melalui lembar observasi yang telah diisi oleh observer, persentase keterlaksanaan model pembelajaran PPOEW dapat diketahui.

### 2. Miskonsepsi

Miskonsepsi merupakan perbedaan konsep yang dimiliki siswa dengan konsep yang telah ditetapkan oleh ahli. Kategori miskonsepsi pada penelitian ini, diperoleh dari hasil analisis jawaban siswa terkait topik Usaha dan Energi menggunakan *four-tier test* yang dikembangkan dari *two-tier test*. Tes yang berformat *four-tier* terdiri dari opsi soal dan alasan siswa yang dipadukan dengan *confidence rating*. Penggunaan *four-tier test* dapat lebih akurat menentukan mana siswa yang paham, tidak paham, ataupun miskonsepsi, didasarkan pada tingkat keyakinan atas jawaban dan alasan. Analisis dilakukan dengan melihat penurunan tingkat miskonsepsi Usaha dan Energi pada kelas eksperimen. Penurunan miskonsepsi yang dialami siswa dinyatakan dalam persentase yang diperoleh dari hasil

*pretest* dan *posttest* setelah diberikan perlakuan yaitu penerapan model PPOEW berbantuan simulasi komputer.

#### **D. Prosedur Penelitian**

Penelitian ini, secara garis besar terdiri dari empat tahap yaitu tahap pendahuluan, tahap penyusunan instrumen dan pembelajaran, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir penelitian. Berikut ini disajikan penjelasan secara lebih rinci terkait tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

##### **1. Tahap Pendahuluan**

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pendahuluan diantaranya:

- a. Menentukan materi pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian.
- b. Membuat storyboard simulasi pembelajaran.
- c. Merumuskan masalah penelitian.
- d. Menentukan metode penelitian yang akan digunakan.

##### **2. Tahap Penyusunan Instrumen dan pembelajaran**

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap penyusunan instrumen dan pembelajaran ini diantaranya:

- a. Membuat soal pilihan ganda terbuka disertai tingkat keyakinan sebagai langkah awal untuk mengembangkan soal berformat *four-tier*.
- b. Membuat kisi-kisi soal berformat *four-tier* dengan opsi pada alasan diambil dari alasan siswa yang diambil dari pelaksanaan tahap 2.a.
- c. Melaksanakan *judgement* instrumen.
- d. Melakukan revisi hasil *judgement*.
- e. Melakukan uji coba instrumen.
- f. Menganalisis hasil uji coba instrumen.
- g. Membuat RPP penelitian.
- h. Merevisi simulasi komputer.
- i. Membuat LKS PPOEW yang disinkronkan dengan simulasi komputer yang dibuat.

### 3. Tahap Pelaksanaan

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pelaksanaan diantaranya:

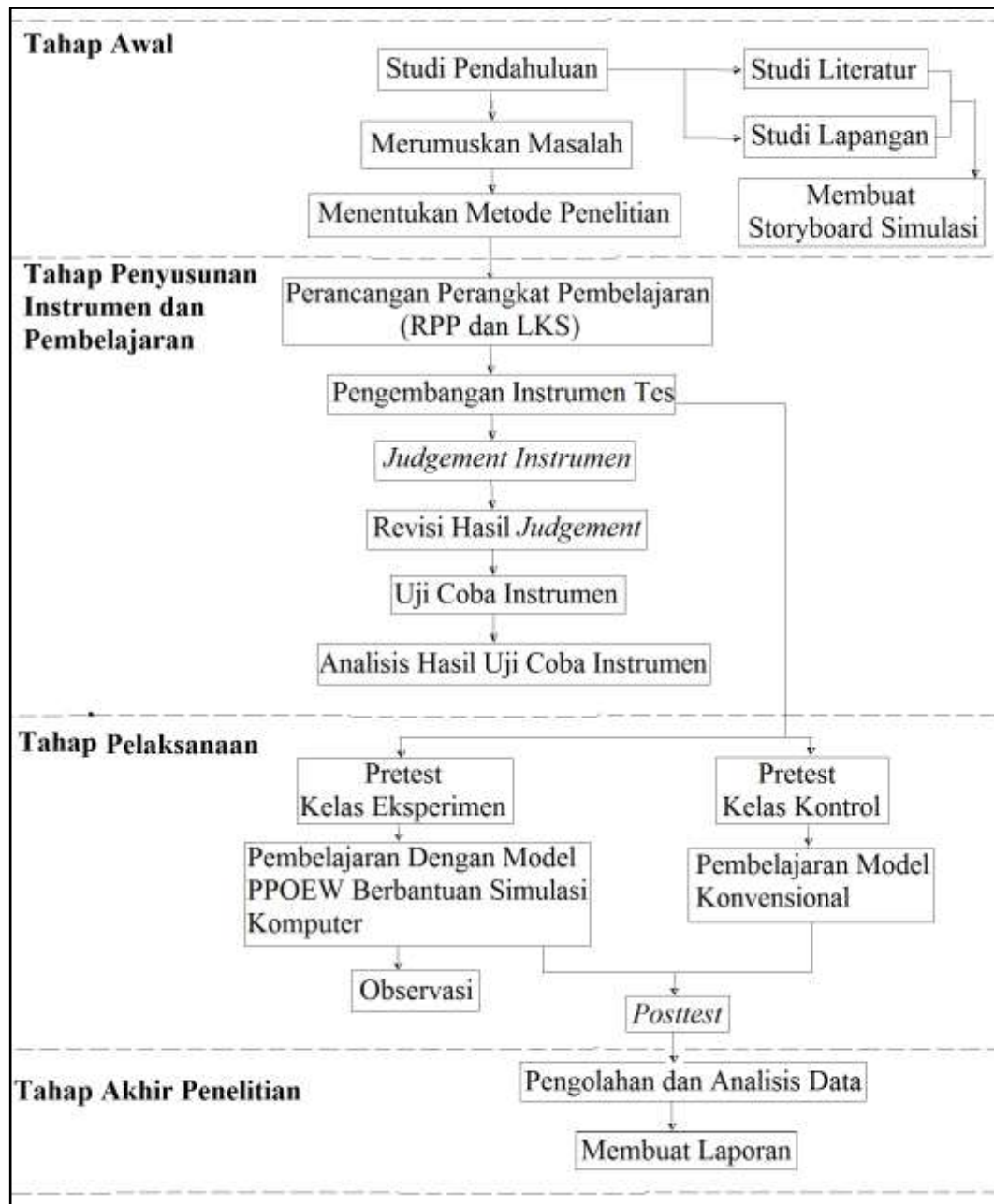
- a. Melakukan pretest pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.
- b. Melaksanakan pembelajaran PPOEW berbantuan simulasi komputer pada kelas eksperimen.
- c. Observer mengamati pelaksanaan pembelajaran dengan mengisi lembar observasi.
- d. Melaksanakan pembelajaran model konvensional pada kelas kontrol.
- e. Melaksanakan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

### 4. Tahap Akhir Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap akhir penelitian diantaranya:

- a. Pengolahan data untuk melihat pengaruh dan efektifitas penggunaan model PPOEW berbantuan simulasi komputer, serta persentase tingkat miskonsepsi siswa.
- b. Penyusunan laporan.

Prosedur penelitian dapat dilihat secara lebih mudah menggunakan bagan alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Prosedur Penelitian

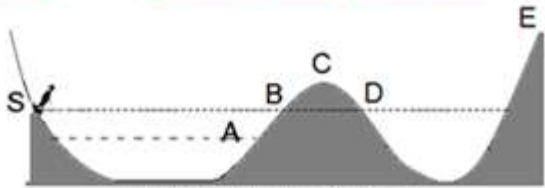
## E. Instrumen Penelitian

### 1. Tes

Tes yang diberikan merupakan tes berformat *four-tier* yang dapat mendiagnosis miskonsepsi siswa. *Four-tier test* ini merupakan soal empat tingkat yang terdiri dari soal pertanyaan pada tingkat pertama, tingkat keyakinan memilih jawaban pada tingkat kedua, alasan memilih jawaban

pada tingkat ketiga, dan tingkat keyakinan memilih alasan pada tingkat keempat. Adapun bentuk tes dengan format *four-tier* ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan lebih jelasnya pada **Lampiran C.2**.

1.1 Seorang pemain *skateboard* akan melakukan aksi melalui lintasan yang licin seperti yang ditunjukkan gambar. Jika pemain tersebut memulai aksi pada posisi S maka dapat dianalisis bahwa posisi terjauh yang akan dicapai oleh pemain tersebut adalah...



Gambar 1. Lintasan *skateboard*

- posisi A.
- posisi B.
- posisi C.
- posisi D.
- posisi E.

1.2. Apakah anda yakin dengan jawaban pertanyaan 1.1?

- Ya.
- Tidak.

1.3. Alasan anda menjawab *option* 1.1 adalah...

- karena lintasan licin maka *skateboard* akan melaju lebih cepat melewati posisi C.
- karena titik terjauh yang sejajar dengan posisi S adalah D, maka pemain akan sampai ke posisi D.
- karena hanya gaya konservatif yang bekerja maka *skateboard* akan melaju hingga posisi tertinggi lintasan di E.
- karena posisi A rendah maka energi dan kecepatannya tidak akan mampu melewati B.
- karena hanya gaya konservatif yang bekerja maka titik tertinggi yang dicapai adalah yang sejajar posisi S yaitu posisi B.

1.4. Apakah anda yakin dengan alasan 6.3?

- Ya.
- Tidak.

**Gambar 3.2 Bentuk Soal Dengan Format Four-tier**

Penggunaan *four-tier test* ini dapat mengkategorikan siswa menjadi lima kategori yaitu menguasai konsep, menguasai konsep sebagian, miskonsepsi, tidak menguasai konsep, dan tidak dapat dikodekan. Penggolongan siswa pada kategori menguasai konsep dilakukan ketika siswa menjawab opsi dan alasan dengan benar serta siswa yakin terhadap opsi dan alasan yang mereka pilih. Siswa digolongkan pada kategori menguasai konsep sebagian ketika mereka memilih dengan benar pada

opsi dan atau alasan dengan tingkat keyakinan yang bervariasi. Penggolongan siswa pada kategori miskonsepsi terjadi ketika mereka memilih opsi dan alasan yang salah namun mereka yakin dengan opsi dan alasan yang mereka pilih. Kategori tidak menguasai konsep terjadi ketika siswa memilih opsi dan alasan dengan salah serta mereka yakin dan tidak yakin terhadap opsi maupun alasan yang dipilih. Kategori tidak dapat dikodekan terjadi ketika siswa tidak memilih satu, dua, tiga, atau semua pertanyaan yang diajukan.

## 2. Lembar Observasi

Lembar observasi digunakan untuk mengetahui persentase ketercapaian penggunaan model PPOEW berbantuan simulasi komputer selama tindakan dilaksanakan. Lembar observasi disesuaikan dengan tahapan-tahapan pada model pembelajaran yang disertai dengan opsi keterlaksanaan “ya” dan “tidak”, sehingga *observer* dapat dengan mudah menilai keterlaksanaan penerapan model pembelajaran selama proses pembelajaran berlangsung, dengan membubuhi tanda ceklis pada kolom yang sesuai.

Indikator baik, cukup, kurang dan gagal dari ketercapaian pembelajaran yang telah dilaksanakan, mengikuti pengelompokan seperti pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Kategori Keterlaksanaan Pembelajaran**

<b>Kategori</b>	<b>Rentang</b>
Baik Sekali	81% - 100%
Baik	61% - 80%
Cukup	41% - 60%
Kurang	21% - 40%
Gagal	0%-20%

Pembelajaran PPOEW dikatakan telah terlaksana apabila berada pada kategori baik sekali maupun baik.

## F. Proses Pengembangan Instrumen

Pengembangan tes diagnostik miskonsepsi berformat *four-tier* ini dikembangkan dari *two-tier test* yang juga digunakan untuk mendiagnosis miskonsepsi pada topik usaha energi. Namun berdasarkan kajian literatur, soal yang berformat *two-tier* belum dapat mengidentifikasi siswa yang miskonsepsi dengan siswa yang memang tidak menguasai konsep. Sehingga dikembangkanlah tes diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi berformat *four-tier* yang dapat benar-benar menggolongkan siswa ke dalam kategori miskonsepsi. Pengembangan *four-tier test* ini dimulai dengan mencari alasan siswa untuk menjawab 15 soal pilihan ganda pada topik Usaha dan Energi. Proses tersebut dilakukan dengan memberikan tes sebanyak 15 soal dimana tes tersebut terdiri dari opsi, alasan terbuka, dan tingkat keyakinan. Kemudian dari jawaban-jawaban terbuka siswa, dipilih empat jawaban yang salah dan satu jawaban yang benar untuk dijadikan sebagai *option* pada tingkatan kedua dalam tes berformat *four tier*.

### 1. Validitas

Validitas butir soal dilakukan untuk mengetahui butir-butir soal mana saja yang menyebabkan soal secara keseluruhan disebut jelek melalui validitas tes. Dengan mengetahui butir soal yang jelek, maka pembuat soal tidak perlu mengganti semua soal yang telah dibuat dan dikatakan memiliki validitas yang rendah. Agar validitas soal secara keseluruhan menjadi baik, maka butir soal yang memiliki validitas rendah harus diganti atau direvisi sehingga tercipta satu set instrumen yang memiliki validitas tinggi. Cara yang dapat digunakan untuk mencari validitas butir soal yaitu menggunakan rumus koefisien korelasi biserial (Arikunto : 2015) sebagai berikut:

$$\gamma_{pbi} = \frac{M_p - M_t}{s_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (3.1)$$

dengan:

$\gamma_{pbi}$  = Koefisien korelasi biserial

$M_p$  = Rerata skor dari subjek yang menjawab betul dari butir yang



dicari validitasnya

- $M_t$  = Rerata skor total  
 $S_t$  = Standar deviasi  
 P = Proporsi siswa yang menjawab benar  
 Q = Proporsi siswa yang menjawab salah

Dengan kategori seperti pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Kategori Validitas Butir Soal**

Kategori	Rentang
Sangat Tinggi	0,81 – 1,00
Tinggi	0,61 – 0,80
Cukup	0,41 – 0,60
Rendah	0,21 – 0,40
Sangat Rendah	0,00 – 0,20

Berdasarkan analisis dari validitas butir soal menggunakan koefisien biserial, maka diperoleh validitas untuk setiap opsi dan alasan pada soal Usaha dan Energi yang berformat *four-tier* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 3 Validitas Butir Soal *Four-tier***

Ops			Alasan		
Soal	validitas	Kategori	soal	validitas	kategori
1.1	0,41	Cukup	1.3	0,15	Sangat rendah
2.1	0,59	Cukup	2.3	0,52	Cukup
3.1	0,36	Rendah	3.3	0,17	Sangat rendah
4.1	0,42	Cukup	4.3	0,56	Cukup
5.1	0,29	Rendah	5.3	0,45	Cukup
6.1	0,30	Rendah	6.3	0,25	Rendah
7.1	0,40	Cukup	7.3	0,16	Sangat rendah
8.1	0,36	Rendah	8.3	0,05	Sangat rendah
9.1	0,31	Rendah	9.3	0,18	Sangat rendah
10.1	0,31	Rendah	10.3	0,60	Tinggi
11.1	0,47	Cukup	11.3	-0,12	Sangat rendah

Ops			Alasan		
12.1	0,51	Cukup	12.3	0,40	Cukup
13.1	0,16	Sangat rendah	13.3	0,11	Sangat rendah
14.1	0,71	Tinggi	14.3	0,66	Tinggi
15.1	0,24	rendah	15.3	0,63	tinggi

## 2. Reliabilitas

Reliabilitas dapat diartikan sebagai ajeg atau tetap. Maksud tetap disini tidak selalu harus sama melainkan mengikuti perubahan secara ajeg. Dengan kata lain kedudukannya harus sama. Misalnya kedudukan A lebih tinggi dibandingkan dengan B, ketika dilakukan pengukuran ulang meskipun hasilnya tidak sama tetapi kedudukan A tetap lebih tinggi dari kedudukan B. Hal itulah yang dapat dikatakan ajeg atau tetap. Menurut Arikunto Suharsimi (2015), pengukuran reliabilitas dapat dilakukan dengan menggunakan rumus K-R 20 sebagai berikut:

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( \frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right) \quad (3.2)$$

dengan,

- $r_{11}$  = Reliabilitas tes keseluruhan
- P = Proporsi subjek yang menjawab item dengan benar
- Q = Proporsi subjek yang menjawab item dengan salah
- N = Banyaknya item
- S = Standar deviasi

Melalui penggunaan rumus K-R 20 untuk mencari reliabilitas instrumen, diperoleh nilai reliabilitas sebesar 0,77 dan berada dalam kategori tinggi.

## 3. Tingkat Kesukaran (TK)

Soal dikatakan baik apabila tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sukar. Soal yang terlalu mudah tidak akan merangsang siswanya untuk mempertinggi usaha untuk memecahkannya dan soal yang terlalu sulit juga akan membuat siswa merasa putus asa dan tidak memiliki semangat

untuk mencoba memecahkannya. Dalam Arikunto (2015), rumus yang dapat digunakan untuk mencari nilai indeks kesukaran adalah:

$$P = \frac{B}{JS} \quad (3.3)$$

dengan

P = Indeks kesukaran

B = Banyak siswa yang menjawab benar

JS = Jumlah seluruh siswa yang melaksanakan tes

Dengan kategori seperti pada Tabel 3.4.

**Tabel 3. 4 Kategori Indeks Kesukaran**

Indeks kesukaran	Kategori
0,00-0,30	Sukar
0,31-0,70	Sedang
0,71-1,00	Mudah

Melalui penggunaan rumus tersebut, maka diperoleh tingkat kesukaran untuk setiap opsi dan alasan pada soal Usaha dan Energi yang berformat *four-tier* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3. 5 Tingkat Kesukaran Soal *Four-tier***

Opsi			Alasan		
Soal	TK	Kategori	Soal	TK	Kategori
1.1	0,40	Sedang	1.3	0,20	sukar
2.1	0,23	Sukar	2.3	0,23	Sukar
3.1	0,10	Sukar	3.3	0,10	Sukar
4.1	0,23	Sukar	4.3	0,30	Sukar
5.1	0,17	Sukar	5.3	0,20	Sukar
6.1	0,63	Sedang	6.3	0,57	Sedang
7.1	0,70	Sedang	7.3	0,53	Sedang
8.1	0,63	Sedang	8.3	0,23	Sukar

Opsi			Alasan		
9.1	0,53	Sedang	9.3	0,13	Sukar
10.1	0,27	Sukar	10.3	0,20	Sukar
11.1	0,70	Sedang	11.3	0,37	sedang
12.1	0,20	Sukar	12.3	0,20	Sukar
13.1	0,13	Sukar	13.3	0,30	Sukar
14.1	0,23	Sukar	14.3	0,37	Sedang
15.1	0,20	sukar	15.3	0,27	Sukar

#### 4. Daya pembeda

Daya pembeda merupakan kemampuan soal untuk membedakan antara siswa yang memiliki kemampuan tinggi dengan siswa yang memiliki kemampuan rendah. Daya pembeda dapat ditunjukkan melalui angka yang disebut sebagai indeks diskriminasi. Dalam menentukan daya pembeda, hal pertama yang harus dilakukan adalah membagi siswa menjadi dua kelompok, yaitu kelompok atas dan kelompok bawah. Adapun rumus yang dapat digunakan untuk mencari daya pembeda adalah:

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} \quad (3.4)$$

Dimana,

$B_A$  = jumlah siswa kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

$B_B$  = jumlah siswa kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar

$J_A$  = jumlah siswa kelompok atas

$J_B$  = jumlah siswa kelompok bawah

Dengan kategori seperti pada Tabel 3.6.

**Tabel 3. 6 Kategori Daya Pembeda**

Indeks Diskriminasi	kategori
0,00-0,20	Jelek
0,21-0,40	Cukup
0,41-0,70	Baik
0,71-1,00	Baik Sekali

Melalui penggunaan rumus tersebut, maka diperoleh tingkat kesukaran untuk setiap opsi dan alasan pada soal Usaha dan Energi yang berformat *four-tier* dapat dilihat pada Tabel 3.7.

**Tabel 3. 7 Daya Pembeda Soal Four-tier**

Opsi			Alasan		
soal	DP	kategori	soal	DP	kategori
1.1	0,53	baik	1.3	0,27	cukup
2.1	0,33	cukup	2.3	0,33	cukup
3.1	0,20	jelek	3.3	0,07	jelek
4.1	0,33	cukup	4.3	0,47	baik
5.1	0,07	jelek	5.3	0,27	cukup
6.1	0,20	jelek	6.3	0,07	jelek
7.1	0,33	cukup	7.3	0,47	baik
8.1	0,33	cukup	8.3	0,07	jelek
9.1	0,40	cukup	9.3	0,27	cukup
10.1	0,13	jelek	10.3	0,40	cukup
11.1	0,33	cukup	11.3	0,07	jelek
12.1	0,27	cukup	12.3	0,27	cukup
13.1	0,13	jelek	13.3	0,07	jelek
14.1	0,47	baik	14.3	0,60	baik
15.1	0,27	cukup	15.3	0,53	baik

## 5. Judgement Instrumen

Judgement oleh ahli dilakukan untuk mengetahui relevansi soal untuk digunakan sebagai instrumen dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Soal di judgement pada kategori konstruksi, isi, serta kemampuan soal untuk menjaring miskonsepsi. Format dan hasil judgement dapat dilihat pada **Lampiran E.4**.

## G. Teknik Analisis Data

### 1. Keterlaksanaan Pembelajaran PPOEW berbantuan simulasi komputer

Analisis data hasil observasi, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut berikut.

- a. Menghitung jumlah jawaban YA yang ditandai observer.
- b. Menghitung presentase keterlaksanaan pembelajaran berdasarkan persamaan:

$$\%keterlaksanaan = \frac{jumlah\ Ya}{jumlah\ total} \times 100\% \quad (3.5)$$

Indikator baik, cukup, kurang dan gagal dari ketercapaian pembelajaran yang telah dilaksanakan, mengikuti pengelompokan seperti pada Tabel 3.8

**Tabel 3. 8 Kategori Keterlaksanaan Pembelajaran**

Rentang	kategori
81% - 100%	Baik Sekali
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Gagal

Pembelajaran PPOEW dikatakan telah terlaksana apabila hasil observasi berada pada indikator baik sekali atau baik.

### 2. Uji Normalitas

Uji normalitas yang digunakan pada penelitian ini ialah menggunakan chi-kuadrat ( $X^2$ ). Langkah-langkah yang dilakukan untuk menguji normalitas menggunakan chi kuadrat adalah sebagai berikut:

- i. Membuat tabel distribusi frekuensi,
- ii. Menghitung rata-rata dan simpangan baku dari data yang akan diuji normalitasnya,
- iii. Menentukan nilai z, melalui persamaan:

$$z = \frac{batas\ bawah - rata-rata}{SD} \quad (3.6)$$

- iv. Mencari luas dibawah kurva dengan menggunakan tabel z.
- v. Menghitung frekuensi harapan ( $f_E$ ) dengan cara mengalikan frekuensi ( $f$ ) dengan luas dibawah kurva.
- vi. Menghitung nilai chi-kuadrat menggunakan persamaan:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f-f_E)^2}{f_E} \quad (3.7)$$

- vii. Membandingkan harga chi-kuadrat hitung dengan chi-kuadrat tabel dengan ketentuan:

$$\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}, \text{ maka data berdistribusi normal dan sebaliknya.}$$

### 3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji Bartlett. Alasan dilakukannya uji Bartlett ialah karena sampel pada kelas kontrol dan kelas eksperimen berasal dari populasi yang berbeda. Adapun persamaan untuk menguji homogenitas kedua sampel menggunakan uji Bartlett ialah sebagai berikut:

- i. Varians gabuangan dari semua sampel,

$$S^2 = \frac{\sum(n_i-1)S_i^2}{\sum(n-1)} \quad (3.8)$$

- ii. Mencari harga B dengan rumus,

$$B = \log S^2 \sum(n_i - 1) \quad (3.9)$$

- iii. Uji Bartlett menggunakan statistik chi-kuadrat yaitu,

$$\chi^2 = (\ln 10)\{B - \sum(n - 1) \log s_i^2\} \quad (3.10)$$

Jika  $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak yang dalam hal ini varians dari kedua populasi tidak sama.

### 4. Uji Hipotesis

Uji hipotesis menggunakan parametrik jika sampel berdistribusi normal dan homogen. Uji parametrik untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan menggunakan uji-t. Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga  $H_1$  diterima, dengan

Ho = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model PPOEW berbantuan simulasi komputer dengan model konvensional dalam mengurangi miskonsepsi siswa pada topik Usaha dan Energi.

Hi = terdapat perbedaan yang signifikan antara model pembelajaran PPOEW berbantuan simulasi komputer dengan model konvensional dalam mengurangi miskonsepsi pada topik Usaha dan Energi.

## 5. Efektifitas Pembelajaran Dalam Menurunkan Miskonsepsi

Dalam menentukan efektifitas dari penerapan model pembelajaran PPOEW digunakan N-gain  $\langle g \rangle$  dengan analisis yang berpusat pada seberapa besar penurunan miskonsepsi pada *pretest dan posttest* untuk setiap siswa baik pada kelas kontrol maupun pada kelas eksperimen. Pebriyanti, dkk. (2015, hlm. 95) mengemukakan bahwa “Analisis N-gain  $\langle g \rangle$  bertujuan untuk mengetahui bagaimana efektifitas suatu model pembelajaran untuk mengatasi miskonsepsi siswa.” Adapun perumusan N-gain menurut Hake (1999) adalah sebagai berikut

$$\langle g \rangle = \frac{\%Posttest - \%pretest}{100 - \%posttest} \quad (3.11)$$

Tanda negatif pada perolehan nilai  $\langle g \rangle$  menunjukkan bahwa terjadi penurunan miskonsepsi sebelum dan setelah diberi *treatment*.

Dengan kategori sebagai berikut:

- a. Tinggi jika  $\langle g \rangle \geq 0,7$
- b. Sedang jika  $0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$
- c. Rendah jika  $\langle g \rangle < 0,3$

## 6. Pengolahan Data Miskonsepsi Siswa

Miskonsepsi siswa dianalisis berdasarkan tiga kategori yang ditentukan dari N-gain penurunan miskonsepsi. Kategori yang dimaksud ialah pengelompokan siswa berdasarkan nilai N-gain yang diperoleh, apakah siswa berada pada kategori penurunan miskonsepsi yang tinggi, sedang atau rendah. Pada setiap kategori dihitung berapa persentase jumlah siswa pada masing-masing kelompok menggunakan persamaan



3.12, sehingga dapat diketahui penurunan miskonsepsi yang banyak dialami siswa berada pada kategori tinggi, sedang, atau rendah.

$$\% \text{Penurunan Miskonsepsi} = \frac{\sum <g> \text{ kategori tinggi}}{\sum \text{ seluruh kategori}} \times 100\% \quad (2.12)$$

$$\% \text{Penurunan Miskonsepsi} = \frac{\sum <g> \text{ kategori sedang}}{\sum \text{ seluruh kategori}} \times 100\% \quad (2.13)$$

$$\% \text{Penurunan Miskonsepsi} = \frac{\sum <g> \text{ kategori rendah}}{\sum \text{ seluruh kategori}} \times 100\% \quad (2.14)$$

Setelah menetapkan ketiga kategori pengelompokan siswa, setiap kategori dianalisis bagaimana penurunan miskonsepsinya dengan membandingkan miskonsepsi pada saat *pretest* dan *posttest*. Penurunan miskonsepsi yang dialami siswa dilihat dari lima subkonsep Usaha dan Energi yaitu subkonsep usaha positif dan usaha negatif, gaya konservatif dan non konservatif, perubahan energi, hubungan usaha dengan energi, serta hukum kekekalan energi. Analisis juga dilakukan untuk melihat penyebab dari penurunan miskonsepsi siswa yang tergolong tinggi, sedang dan rendah sehingga diperoleh solusi untuk meningkatkan jumlah siswa agar mengalami penurunan miskonsepsi pada kategori tinggi.

Dalam menentukan konsepsi siswa, maka jawaban siswa diklasifikasikan sesuai dengan kriteria-kriteria pada Tabel 3.4. Perhitungan konsepsi siswa tiap butir soal pada kelas eksperimen dan kelas kontrol baik *pretest* maupun *posttest* dapat disajikan dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan 3.15 sebagai berikut.

$$\text{Kriteria konsepsi (\%)} = \frac{\sum \text{ kriteria konsepsi}}{\sum \text{ kategori konsepsi}} \times 100\% \quad (3.15)$$

## 7. Rancangan Penggunaan LKS dan Simulasi Komputer

Pembelajaran dilakukan dengan berpusat pada siswa, dimana siswa diminta untuk melakukan prediksi, perencanaan, observasi, menjelaskan, dan menulis. Kegiatan tersebut dibantu dengan simulasi komputer yang telah disinkronisasi dengan LKS, sehingga siswa dapat dengan mudah

melaksanakan pembelajaran hingga dapat memahami konsep dengan benar. Contoh LKS yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.3.

**PREDICT PLAN OBSERVE EXPLAIN  
WRITE**

**HUKUM KONSERVASI ENERGI  
MEKANIK**

**A. Predict**  
Menurutmu bagaimana energi mekanik bola pengancur ketika berayun dari posisi setimbang, hingga posisi tertingginya?  
Beri tanda ceklis dan jangan lupa beri alasan mengapa prediksimu seperti itu!  
[ ] menurun [ ] tetap [ ] meningkat


Saya yakin       Saya tidak yakin

Ketika bola pengancur disimpangkan pada posisi yang sama untuk kedua kalinya, menurutmu bagaimana kecepatan bola pengancur di posisi setimbangnya?  
Beri tanda ceklis dan jangan lupa beri alasan mengapa prediksimu seperti itu!  
[ ] menurun [ ] tetap [ ] meningkat

Saya yakin       Saya tidak yakin

**BOLA PENGANCUR**

Bola pengancur merupakan benda masif yang dapat berayun ke depan dan ke belakang hingga posisi tertingginya untuk mengkonurkan suatu bangunan. Gambar berikut merepresentasikan suatu proses dimana energi mekanik bola dapat digunakan untuk melakukan usaha.



menurutmu, apakah energi mekanik dan kecepatan bola ketika berada di posisi tertingginya dan di posisi setimbangnya akan tetap, meningkat, ataukah menurun?

Ketika bola pengancur disimpangkan pada posisi yang lebih pendek untuk kedua kalinya, menurutmu bagaimana kecepatan bola pengancur di posisi setimbangnya dibandingkan dengan kecepatan ayunan pertama?  
Beri tanda ceklis dan jangan lupa beri alasan mengapa prediksimu seperti itu!  
[ ] menurun [ ] tetap [ ] meningkat

Saya yakin       Saya tidak yakin

**B. Plan**  
Perhatikan simulasi 2, simulasi ini dapat digunakan untuk memahami hukum konservasi energi mekanik.  
Bacalah instruksi penggunaan simulasi ke-2 berikut:

- Memilih simulasi 2.
- Memilih massa beban yang digunakan (0,04 kg).
- Memilih ketinggian awal ketika bandul disimpangkan.
- Meng-klik tombol play.
- Mengperhatikan perubahan vektor kecepatan pada setiap posisi.
- Melihat data energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, dan kecepatan pada setiap posisi yang ditentukan.
- Melakukan langkah 3-6 untuk massa bandul yang berbeda (0,01 kg).
- Melakukan langkah 1-7 untuk ketinggian awal yang berbeda.

**C. Observe**  
Setelah kamu melihat bagaimana gerak bandul untuk massa dan ketinggian awal yang berbeda, tuliskanlah energi dan kelajuan bandul pada setiap posisi yang ditentukan pada tabel berikut:

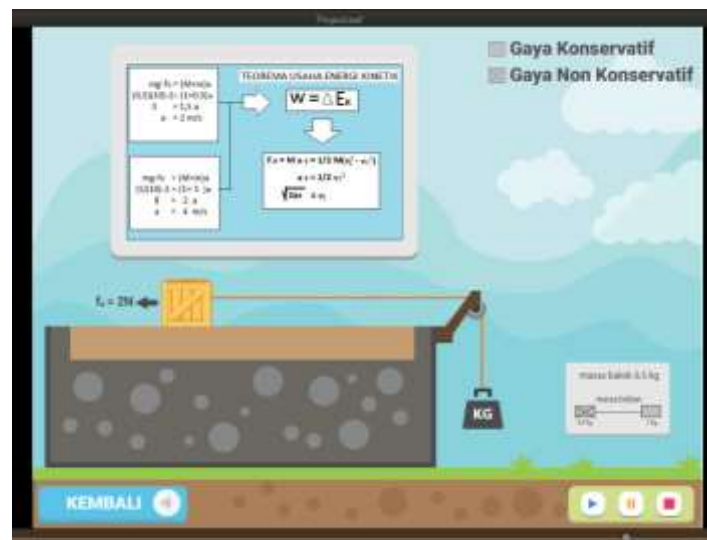
$m =$	kg			
$h =$	m			
<b>Posisi</b>	<b>Energi potensial (J)</b>	<b>Energi kinetik (J)</b>	<b>Energi mekanik (J)</b>	<b>Kelajuan (m/s)</b>
A				
B				
C				

**Gambar 3.3 LKS PPOEW**

Gambar 3.3 merupakan LKS yang digunakan siswa yang dapat merepresentasikan pemikiran siswa sebelum menerima pembelajaran hingga mengalami perubahan konsep setelah melaksanakan pembelajaran. Pertama, guru membacakan suatu fenomena kemudian siswa diminta untuk memprediksikan apa yang akan terjadi. Pada tahap prediksi ini, siswa juga diminta untuk memberikan tingkat keyakinan mereka dan alasannya sehingga dapat menjadi acuan bagi siswa setelah melaksanakan pembelajaran apakah konsep yang selama ini mereka pahami benar atau salah. Kemudian, setiap siswa diminta untuk mengoperasikan simulasi komputer untuk mengetahui kebenaran konsep dari hasil prediksi mereka. Simulasi pertama yang mereka observasi dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4a Simulasi Ketika Tidak Ada Gaya Gesek yang Bekerja**



**Gambar 3.4b. Simulasi Ketika Ada Gaya Gesek Bekerja**

Melalui simulasi pada Gambar 3.4a, siswa dapat merumuskan hubungan usaha dengan energi kinetik. Siswa dapat mengetahui berapa energi kinetik awal dan energi kinetik akhir dari kotak yang ditarik, serta dapat mengetahui berapa usaha yang dilakukan oleh kotak melalui grafik  $F$  terhadap  $s$ . Dari situ siswa akan memahami bahwa usaha itu sama dengan perubahan energi kinetik. Sebagai bahan untuk memperkuat keyakinan siswa, maka ditampilkan persamaan yang menyatakan bahwa usaha sama dengan perubahan energi kinetik. Massa beban pada simulasi 3.4a dapat diubah sebagai bahan perbandingan dan menguatkan

pemahaman siswa bahwa benar jika usaha sama dengan perubahan energi kinetik.

Melalui simulasi pada Gambar 3.4b, siswa dapat memahami bahwa gaya yang bekerja pada suatu benda dapat berlawanan dengan arah perpindahannya. Kemudian guru menjelaskan bahwa gaya yang berlawanan arah dengan perpindahan tersebut merupakan gaya gesek. Sedangkan gaya tegangan tali yang menarik kotak searah dengan arah perpindahan. Usaha yang dilakukan oleh gaya tegangan tali terhadap kotak bernilai positif seperti yang diketahui pada simulasi 3.4a. oleh sebab itu, ketika gaya yang bekerja searah dengan arah perpindahan maka usaha yang dilakukannya akan bernilai positif, sedangkan ketika gaya yang bekerja berlawanan arah dengan perpindahan maka usahanya akan bernilai negatif.

Simulasi kedua yang digunakan adalah untuk memahami konsep perubahan energi serta efek gaya gesek terhadap energi. simulasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.5a dan 3.5b. Melalui simulasi yang ditampilkan pada Gambar 3.5a juga dapat memberikan pemahaman pada siswa ketika tidak ada gaya gesek maka energi mekaniknya akan tetap.



**Gambar 3. 5a Simulasi Tentang Perubahan Energi**



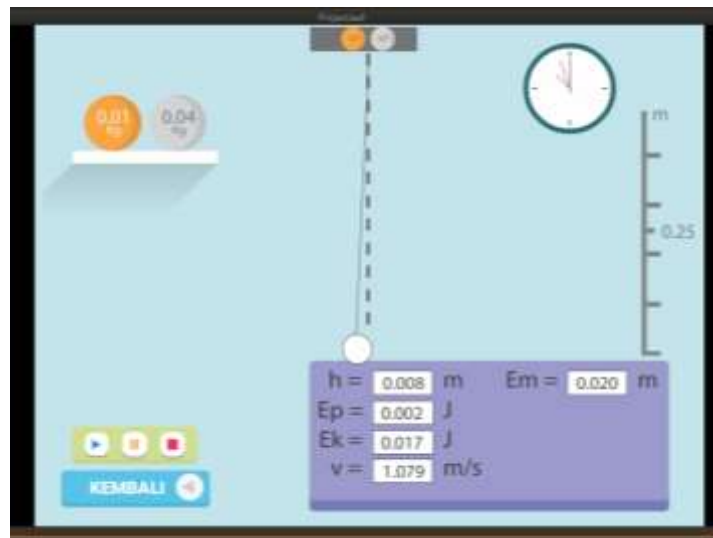
**Gambar 3.5b. Simulasi Tentang Gaya-gaya Gesek Menghasilkan Energi Panas**

Melalui simulasi pada Gambar 3.5a ketika tidak ada gaya gesek yang bekerja, siswa akan melihat bahwa energi mekanik sistem bernilai tetap. Kemudian siswa juga akan menyadari bahwa ketika bola diam dan berada di posisi awal, bola tersebut tidak memiliki energi kinetik tetapi memiliki energi potensial maksimum. Ketika bola bergerak hingga berada di posisi terendah, siswa juga akan melihat bahwa energi potensial bola menjadi berkurang. Seiring dengan pengurangan energi potensial bola, energi kinetik bola semakin meningkat hingga mencapai maksimum pada posisi terendah. Oleh karena energi mekanik bola tidak berubah, maka posisi terjauh yang pasti dicapai bola adalah posisi dimana sejajar dengan posisi awal karena di posisi tersebut energi potensial akan maksimum dan energi kinetik bola bernilai nol. Pada saat memilih ada gaya gesek pada simulasi 3.5a, siswa masih dapat melihat bahwa terjadi perubahan energi potensial menjadi energi kinetik dan sebaliknya. Ketika ada gaya gesek, siswa akan melihat energi mekanik sistem menjadi berkurang akibat gaya gesek. Dari sini siswa menyadari bahwa efek gaya gesek terhadap energi adalah bersifat mengurangi. Berdasarkan pembelajaran pertama pada simulasi 3.4b, siswa telah tahu bahwa gaya gesek merupakan salah satu dari contoh gaya yang menghasilkan usaha

negatif. Melalui hubungan simulasi 3.5a dan 3.4a, siswa dapat mengetahui bahwa usaha yang bernilai negatif akan mengurangi energi sistem.

Simulasi pada Gambar 3.5b menunjukkan adanya perubahan energi potensial menjadi energi kinetik. Selain itu, karena ada gaya gesek yang bekerja maka usaha oleh gaya gesek tersebut diubah menjadi energi panas. Dari simulasi ini siswa dapat melihat bahwa energi mekanik sistem berkurang sebesar peningkatan energi panas yang disebabkan usaha oleh gaya gesek.

Masih berada pada simulasi kedua, simulasi ini menjelaskan hukum kekekalan energi mekanik. Simulasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6. Pada simulasi ini, siswa akan menemukan bahwa massa tidak mempengaruhi energi kinetik bandul. Energi kinetik bandul hanya dapat dipengaruhi oleh ketinggian awal bandul disimpangkan. Kombinasi massa dan sudut simpangan dapat diobservasi oleh siswa sehingga mereka mampu memahami hukum konservasi energi mekanik.



**Gambar 3.6 Simulasi Mengenai Hukum Kekekalan Energi Mekanik**

Simulasi ketiga yang digunakan berhubungan dengan hubungan gaya konservatif dan non konservatif. Simulasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.7, 3.8a, dan 3.8b.



**Gambar 3.7 Simulasi Mengenai Analisis Energi Pada Lintasan yang Berbeda**

Melalui simulasi 3.7, siswa dimunta untuk mengamati bagaimana energi kinetik bola ketika berada pada posisi yang sama tetapi dengan menempuh lintasan yang berbeda. Siswa akan memahami bahwa ketika gaya yang bekerja hanya gaya konservatif, bagaimanapun jalan yang ditempuh, ketika berada di posisi yang sama maka energi kinetiknya sama.



**Gambar 3.8 Simulasi Gaya Konservatif**



**Gambar 3.8b. Simulasi Gaya Non Konservatif**

Agar siswa dapat mengobservasi bagaimana gaya konservatif dan non konservatif, simulasi pada gambar 3.8a dan 3.8b digunakan. Ketika hanya gaya konservatif yang bekerja, energi mekanik bola akan tetap. Sehingga berlaku hukum kekekalan energi mekanik. Ketika berlaku hukum kekekalan energi mekanik, berdasarkan observasi pada simulasi 3.6, bahwa massa tidak mempengaruhi kecepatan, karena yang mempengaruhi kecepatan hanyalah posisi awal, maka pada kasus ini siswa akan melihat dan sadar bahwa ketika hanya gaya konservatif yang bekerja, bola besar maupun bola kecil akan jatuh secara bersama-sama.

Pada simulasi 3.8b, ketika ada gaya non konservatif yang bekerja, dalam hal ini gaya gesek udara, bola kecil akan lebih terlambat ketika sampai di posisi akhir karena efek gaya gesek yang berlawanan dengan gaya berat cukup besar dirasakan. Berbeda dengan bola besar yang merasakan efek gaya gesek lebih kecil dibandingan dengan gaya berat, sehingga bola besar akan jatuh lebih cepat hingga sampai di posisi akhir.

Setelah siswa melaksanakan *observe*, tahapan selanjutnya ialah *explain*. Pada tahapan ini siswa diminta untuk menjelaskan apa hasil observasi mereka kemudian mereka diminta untuk mengecek kembali prediksi yang awalnya mereka buat. Ketika siswa mengetahui bahwa



prediksi yang diberikan salah, siswa harus melakukan koreksi terhadap konsep yang salah berdasarkan hasil observasi yang telah mereka lakukan. Pada tahapan ini juga siswa diminta untuk saling bertukar pikiran dengan teman-teman lainya agar terjadi diskusi dan terbentuk konsep yang benar dalam pikiran mereka.

Tahap selanjutnya ialah *write*, dimana siswa diminta untuk menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan saat itu. Melalui kegiatan menulis ini, siswa akan dihindarkan untuk melupakan pembelajaran yang telah dilaksanakan saat itu. Sehingga ketika siswa lupa, siswa tinggal membuka kembali catatan yang telah mereka buat.

Pada akhir pembelajaran, beberapa siswa diminta untuk membacakan kesimpulan dari pembelajaran saat itu. Hal tersebut dilakukan untuk setiap pertemuan. Setelah itu, guru *me-review* kembali dan menguatkan konsep siswa.