

## LAMPIRAN I

### UJI SEP

Lampiran 1.1 Hasil Uji SEP



**Lampiran 1. 1 Hasil Uji SEP**

$$SEP = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}} \sqrt{\frac{(N-n)}{N}}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{0,4543(1-0,4543)}{169-1}} \sqrt{\frac{(372-169)}{372}}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{0,4543(0,5457)}{168}} \sqrt{\frac{203}{372}}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{0,2479}{168}} \sqrt{0,5457}$$

$$= 0,0384 \times 0,7387$$

$$= 0,0284$$

$$= 2,84\%$$

Jumlah sampel dikatakan representatif apabila hasil uji SEP diperoleh lebih kecil dari 5%.



**LAMPIRAN II**  
**INSTRUMEN PENELITIAN**

- 
- Lampiran 2.1 Kisi-kisi Tes KBK yang Diujicobakan
- Lampiran 2.2 Pedoman Penskoran Tes KBK yang Diujicobakan
- Lampiran 2.3 Tes KBK yang Diujicobakan
- Lampiran 2.4 Pembahasan Tes KBK yang Diujicobakan
- Lampiran 2.5 Kisi-kisi Tes KBK yang Digunakan
- Lampiran 2.6 Pedoman Penskoran Tes KBK yang Digunakan
- Lampiran 2.7 Tes KBK yang Digunakan
- Lampiran 2.8 Pembahasan Tes KBK yang Digunakan

**Lampiran 2. 1** Kisi-kisi Tes KBK yang Diujicobakan

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : X/Genap

Materi Pokok : Gelombang Bunyi

Waktu : 90 Menit

Sekolah : SMA Negeri 7 Denpasar

No.	Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	Indikator Materi	No Soal	Total
1		<i>Clarification</i>	Mengidentifikasi pertanyaan	Menganalisis karakteristik gelombang bunyi	3	3
			Menganalisis argumen	Menganalisis karakteristik gelombang bunyi	1 dan 2	
2	Gelombang Bunyi	<i>Decision</i>	Mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran.	Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi.	4 dan 5	2
3			<i>Inference</i>	Menyimpulkan dan mempertimbangkan kesimpulan	Menganalisis karakteristik gelombang bunyi	6
	Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat	7				

No.	Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	Indikator Materi	No Soal	Total
				gelombang bunyi.		
			Memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Mengevaluasi permasalahan fisis mengenai fenomena dawai dan pipa organa.	8	
				Menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi.	9, 10 dan 11	
4		<i>Supposition and Integration</i>	Mempertimbangkan dan menalar dari premis, alasan, asumsi, keadaan dan proposisi lain yang tidak disetujui atau yang diragukan	Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi.	13	2
			Mengintegrasikan keterampilan lain dan sifat dalam membuat dan membela keputusan.	Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi.	12	
5		<i>Auxiliary Abilities</i>	Peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan,	Merencanakan penafsiran mengenai	14 dan 15	2

No.	Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	Indikator Materi	No Soal	Total
			dan tingkat kecanggihan orang lain.	persamaan efek doppler.		
<b>Jumlah Total Soal</b>						<b>15 butir</b>



**Lampiran 2.2** Pedoman Penskoran Tes KBK yang Diujicobakan

No	Dimensi	Indikator	Kriteria	Skor
1	<i>Clarification</i>	1. Mengidentifikasi pertanyaan 2. Menganalisis argumen atau masalah	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
2	<i>Decision</i>	1. Mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran.	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
3	<i>Inference</i>		Jika semua indikator dipenuhi	4

No	Dimensi	Indikator	Kriteria	Skor
		1. Menyimpulkan dan mempertimbangkan Kesimpulan	Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
		2. Memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
4	<i>Supposition and Integration</i>	1. Mengintegrasikan keterampilan lain dan sifat dalam membuat dan membela keputusan.	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
5	<i>Auxiliary Abilities</i>	1. Peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan, dan tingkat kecanggihan orang lain.	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2

No	Dimensi	Indikator	Kriteria	Skor
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0



**Lampiran 2.3** Tes KBK yang Diujicobakan**SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS****MATERI GELOMBANG BUNYI****SMA NEGERI 7 DENPASAR**

---

**PETUNJUK:**

1. Tulis identitas terlebih dahulu pada lembar jawaban pada pojok kanan atas!
2. Kerjakan semua soal dimulai dari soal yang menurut kalian paling mudah
3. Jawaban ditulis dilembar jawaban!
4. Soal pilihan ganda beralasan dilengkapi dengan empat alternatif jawaban, kalian dapat memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dan dilengkapi dengan alasan!
5. Skor kalian untuk masing-masing butir soal adalah sebagai berikut.

**SOAL:**

1. Saat terjadi hujan yang di ikuti dengan munculnya petir, Ayu yang berada di luar terlebih dahulu melihat kilat petir yang kemudian disusul dengan suara gemuruh guntur. Analisislah mengapa kilat petir terlihat lebih dahulu dibanding suara guntur!
2. Fenomena yang terjadi di alam semesta sangatlah beragam, salah satunya merupakan fenomena yang terjadi di ruang angkasa seperti tabrakan antara meteor yang menghasilkan ledakan yang sangat besar. Namun ledakan yang terjadi tidak dapat di dengar oleh para astronot ruang angkasa. Analisislah penyebab astronot tidak mendengar ledakan meteor tersebut!
3. Angga sangat hobi bermain gitar. Pada saat dimainkan, senar gitar tersebut menimbulkan nada yang berbeda-beda. Analisislah apa yang mempengaruhi perbedaan nada pada saat dipetik tersebut!
4. Andi meniup botol berisi setengah air dan mendengar bunyinya. Kemudian Rian menambah ketinggian air lalu meniupnya lagi dan menghasilkan bunyi yang lebih tinggi. Andi menyimpulkan bahwa frekuensi bunyi bergantung pada jumlah air, sedangkan Rian berpendapat bahwa frekuensi bunyi bergantung pada panjang kolom udara. Menurut mu, siapakah yang memiliki pendapat paling tepat? Jelaskan!
5. Perhatikan gambar di bawah ini!



Dalam sebuah konser di ruang terbuka, seorang pemain saksofon merasa bahwa nada yang dihasilkan terdengar lebih rendah saat udara terasa lebih dingin di malam hari dibandingkan siang hari. Bagaimana suhu udara bisa mempengaruhi frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh saksofon tersebut?

6. Sintya mengetuk meja dengan dua cara. Cara yang pertama, dia mengetuk meja keras-keras. Sedangkan cara kedua, dia mengetuk meja dengan pelan-pelan. Pilihlah salah satu opsi yang menurut anda paling benar dan berikan alasannya sesuai dengan sudut pandang anda!

Pilihan jawaban	Nada bunyi	Bunyi kuat
1	Bunyi pertama lebih tinggi	Bunyi pertama lebih kuat
2	Bunyi pertama lebih rendah	Bunyi pertama lebih kuat
3	Kedua bunyi sama	Bunyi pertama lebih kuat

7. Perhatikan tabel di bawah ini!

Nama Zat	Massa Jenis	Cepat Rambat
Besi	$7.900 \text{ kg/m}^3$	$0,0112 \text{ m/s}$
Kayu	$300 \text{ kg/m}^3$	$0,05 \text{ m/s}$
Aluminium	$2.700 \text{ kg/m}^3$	$0,02 \text{ m/s}$
Kuningan	$8.400 \text{ kg/m}^3$	$0,0109 \text{ m/s}$

Bedasarkan tabel di atas, analisislah hubungan antara massa jenis suatu zat dengan cepat rambat bunyi dalam bahan tersebut!

8. Seutas dawai menghasilkan nada atas ke-3 sebesar 600 Hz dengan cepat rambat gelombang 150 m/s. Jika tegangan dawai ditingkatkan, apakah panjang dawai perlu diubah agar tetap menghasilkan nada yang harmonis?
9. Sebuah petasan meledak dengan daya sebesar  $2000 \pi$  watt, maka analisislah intensitas bunyi yang diterima oleh seorang anak dengan jarak 10 m dari ledakan petasan tersebut!

10. Dua mesin bekerja di sebuah pabrik, masing-masing menghasilkan bunyi dengan Tingkat intensitas 80 dB. Analisislah tingkat intensitas bunyi total yang sebenarnya apabila kedua mesin dinyalakan bersamaan!

11. Perhatikan Tabel berikut!

Sumber Bunyi	Taraf Intensitas
Suara anjing menggonggong	60 dB
Suara sirine ambulans	80 dB
Suara petir	140 dB

Sebuah mesin mobil menghasilkan taraf intensitas bunyi sebesar  $TI = 40 \text{ dB}$  ( $I_0 = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$ ). Analisislah berapa jumlah mesin mobil yang diperlukan agar menghasilkan taraf intensitas (setara) dengan suara sirene ambulans!

12. Pada saat melakukan percobaan Melde, tali yang digunakan memiliki panjang 160 cm dengan massanya 20 g. Kemudian pada salah satu ujung tali dihubungkan dengan vibrator dan pada ujung lainnya diberikan beban sebesar 500 g melalui katrol. Jika frekuensi rali 80 Hz dan  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Analisislah besar cepat rambat gelombang dan panjang gelombang tali tersebut secara keseluruhan!

13. Monika pada saat tahun baru menyalakan kembang api di lapangan yang terletak 1 km dari rumah Sidi, diamati bahwa cahaya kembang api di udara dan bunyi ledakan terjadi secara bersamaan. Analisislah mana yang lebih dahulu muncul antara cahaya kembang api atau bunyi ledakan jika diamati dari rumah Monika!

14. Sebuah ambulans melaju di tengah kota yang ramai dengan membunyikan sirene. Seorang pejalan kaki mendengar suara sirene semakin tinggi saat ambulans mendekat dan semakin rendah setelah ambulans menjauh. Namun, di persimpangan padat, beberapa pengendara kesulitan menentukan arah datangnya suara sirene akibat kebisingan lalu lintas. Bagaimana persamaan efek doppler dapat digunakan untuk menjelaskan perubahan frekuensi yang didengar oleh pejalan kaki dan pengendara?

15. Berbagai perangkat seperti radar kecepatan, sensor kendaraan otonom, dan sistem pemantauan lalu lintas telah memanfaatkan teknologi efek doppler.

Selain perangkat yang telah disebutkan di atas, inovasi baru apa yang dapat menggabungkan efek doppler dengan teknologi lain (misalnya AI dan IoT) untuk menciptakan sistem transformasi yang lebih aman dan efisien. Jelaskan ide anda dan bagaimana sistem tersebut dapat diimplementasikan dalam kehidupan nyata!



**Lampiran 2.4** Pembahasan Tes Keterampilan Berpikir Kritis yang Diujicobakan

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
1	<b>KBK</b> <b>D1: Clarification</b> <b>dengan indikator menganalisis argumen</b>	<p>Kilat merupakan gelombang cahaya dan guntur merupakan gelombang bunyi. Kilat lebih dulu terlihat dibanding suara guntur karena gelombang bunyi memiliki kecepatan yang lebih kecil dibandingkan cahaya. Karena perbedaan kecepatan ini, meskipun kilat dan guntur terjadi bersamaan, suara guntur tiba lebih lambat ke telinga dibandingkan cahaya yang mencapai mata</p>
2	<b>KBK</b> <b>D1: Clarification</b> <b>dengan indikator menganalisis argumen</b>	<p>Peristiwa tersebut terjadi dikarenakan tanpa adanya medium perantara (ruang hampa) maka gelombang bunyi tidak dapat merambat. Karena tidak ada medium yang merambat maka, ledakan yang terjadi diluar angkasa tidak terdengar oleh pengamat. Hal ini berbeda apabila pengamat berada di bumi. Bumi memiliki medium perantara berupa udara sehingga bunyi ledakan tersebut bisa terdengar.</p>
3	<b>KBK</b> <b>D1: Clarification</b> <b>dengan indikator mengidentifikasi pertanyaan</b>	<p>Terjadi perbedaan nada yang dipetik pada gitar tersebut dikarenakan dawai dengan ketebalan, tekanan dan panjang yang berbeda akan menghasilkan gelombang bunyi dengan energi, frekuensi dan panjang yang berbeda.</p>
4	<b>KBK</b> <b>D2:</b>	<p>Pendapat Rian lebih tepat karena frekuensi bunyi dalam botol tidak bergantung pada jumlah air, tetapi pada panjang kolom udara</p>

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
	<p><b>Decision dengan indikator mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran</b></p>	<p>yang tersisa, sesuai dengan prinsip gelombang dalam pipa organa tertutup.</p> <p>Frekuensi dasar (fundamental) dari gelombang bunyi pada pipa organa tertutup diberikan oleh:</p> $f = \frac{v}{4L}$
5	<p><b>KBK D2: Decision dengan indikator mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran</b></p>	<p>Perbedaan nada yang dihasilkan saat malam dan siang hari dipengaruhi oleh suhu udara sehingga mempengaruhi frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh pipa organa. Frekuensi gelombang bunyi dalam pipa organa bergantung pada cepat rambat bunyi di udara, yang diberikan oleh rumus:</p> $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ <p>Dari rumus ini, terlihat bahwa kecepatan bunyi berbanding lurus dengan akar kuadrat suhu udara. Artinya, jika suhu udara menurun, maka kecepatan bunyi juga menurun.</p>
6	<p><b>KBK D3: Inference dengan indikator menyimpulkan dan mempertimbangkan Kesimpulan</b></p>	<p>Kedua bunyi pada fenomena ini adalah sama karena perlakuan yang dilakukan juga sama yaitu mengetuk meja. Berbeda dengan bunyi kuat, karena perlakuan pada meja pertama lebih keras maka tentulah bunyi pertama lebih kuat di banding meja kedua. Jadi opsi yang benar adalah opsi nomor 3.</p>
7	<p><b>KBK D3:</b></p>	<p>Dari hasil percobaan tersebut, dapat dibuktikan bahwa massa jenis suatu zat mempengaruhi cepat rambat bunyi. Apabila</p>

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
	<p><b><i>Inference</i> dengan indikator menyimpulkan dan mempertimbangkan kesimpulan</b></p>	<p>massa jenis zat kecil maka cepat rambat bunyinya semakin besar. Sebaliknya, apabila massa jenis zat besar maka cepat rambat bunyinya akan semakin kecil. Senada dengan konsep cepat rambat gelombang yang menyatakan bunyi berbanding terbalik dengan akar massa jenisnya.</p>
8	<p><b>KBK</b> <b>D3:</b> <b><i>Inference</i> dengan indikator menyimpulkan dan mempertimbangkan kesimpulan</b></p>	<p>Ya, panjang dawai perlu diubah agar tetap menghasilkan nada yang harmonis setelah tegangan dawai ditingkatkan. Panjang dawai harus disesuaikan untuk mengimbangi perubahan cepat rambat gelombang agar frekuensi tetap stabil pada 600 Hz.</p>
9	<p><b>KBK</b> <b>D3:</b> <b><i>Inference</i> dengan indikator memutuskan dan mempertimbangkan keputusan</b></p>	<p>Diketahui:  <math>P = 2000 \pi W</math>  <math>r = 10 \text{ meter}</math>  Ditanya: <math>I \dots ?</math>  Jawab:  <math>I = P/A</math> dan A adalah luas kulit bola  <math display="block">I = \frac{P}{4\pi R^2}</math> <math display="block">I = \frac{2000\pi}{4\pi(10^2)}</math> <math display="block">I = \frac{2000\pi}{4\pi (100)}</math> <math display="block">I = \frac{2000\pi}{400\pi}</math> <math display="block">I = 5 \text{ watt}/(m^2)</math> Jadi intensitas bunyi yang diterima adalah <math>5 \text{ watt}/(m^2)</math>.</p>

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
10	<b>KBK</b> <b>D3:</b> <i>Inference</i> dengan indikator memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Diketahui: $L = 80 \text{ dB}$ $N = 2$ Ditanya: $L_{total} \dots ?$ $L_{total} = L + 10 \log N$ $L_{total} = 80 + 10 \log 2$ $L_{total} = 80 + 10(0.301)$ $L_{total} = 80 + 3.01 = 83.01 \text{ dB}$ Jadi Tingkat intensitas bunyi otalnya adalah 83dB.
11	<b>KBK</b> <b>D3:</b> <i>Inference</i> dengan indikator memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Diketahui: Taraf intensitas n mesin $TI_2 = 80 \text{ dB}$ Ditanya: Jumlah mesin mobil yang diperlukan? Jawab: Jumlah mesin mobil yang diperlukan: $TI_2 = TI_1 + 10 \log n$ $80 \text{ dB} = 40 \text{ dB} + 10 \log n$ $10 \log n = 40 \text{ dB}$ $\log n = 4$ $n = 10.4 = 10000$ Jumlah mesin yang diperlukan agar taraf intensitasnya setara dengan suara sirine ambulans adalah 10000 mesin.
12	<b>KBK</b> <b>D4: Supposition and Integration</b> dengan	Diketahui: $m_{tali} = 20 = 2 \times 10^{-2} \text{ kg}$ $m_{beban} = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
	<p><b>indikator</b></p> <p><b>Mengintegrasikan keterampilan lain dan sifat dalam membuat dan membela keputusan</b></p>	<p><math>L = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}</math></p> <p><math>f = 80 \text{ Hz}</math></p> <p><math>g = 10 \text{ m/s}^2</math></p> <p>Ditanya:</p> <p><math>v</math> dan <math>\lambda = \dots ?</math></p> <p>Jawab:</p> <p>Mencari cepat rambat gelombang</p> $v = \sqrt{\frac{FL}{m_{\text{tali}}}}$ $= \sqrt{\frac{mgL}{m_{\text{tali}}}}$ $= \sqrt{\frac{(0,5)(10)(1,6)}{2 \times 10^{-2}}}$ $= 20 \text{ m/s}$ <p>Mencari panjang gelombang tali</p> $\lambda = \frac{v}{f}$ $= \frac{20}{80}$ $= 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$ <p>Jadi cepat rambat gelombang adalah 20 m/s dan panjang gelombangnya adalah 25 cm.</p>
13	<p><b>KBK</b></p> <p><b>D4: <i>Supposition and Integration</i> dengan indikator mempertimbangkan dan menalar dari premis, alasan, asumsi, keadaan dan proposisi</b></p>	<p>Sinar kembang api terlihat terlebih dahulu.</p> <p>Hal ini dapat dijelaskan bahwa sinar kembang api merupakan gelombang cahaya dengan cepat rambat gelombangnya <math>3 \times 10^8 \text{ m/s}</math>, sedangkan bunyi ledakan kembang api sendiri merupakan gelombang bunyi dengan cepat rambat gelombangnya 340 m/s. Sehingga dapat dinyatakan bahwa sinar dari kembang</p>

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
	lain yang tidak disetujui atau yang diragukan	api lebih dlu muncul dari pada ledakan itu sendiri
14	<b>KBK</b> <b>D5:</b> <i>Auxiliary Abilities</i> dengan indikator peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan, dan tingkat kecanggihan orang lain	Persamaan efek doppler untuk gelombang bunyi adalah: $f_P = \frac{v \pm v_P}{v \pm v_S} f_S$ Jika ambulans mendekati pejalan kaki, maka $v_S$ bernilai positif dan suara terdengar lebih tinggi. Jika ambulans menjauhi pejalan kaki maka $v_S$ , bernilai negatif sehingga suara terdengar lebih rendah.
15	<b>KBK</b> <b>D5:</b> <i>Auxiliary Abilities</i> dengan indikator peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan, dan tingkat kecanggihan orang lain	Inovasi-inovasi baru yang menggabungkan efek doppler dengan AI dan IoT untuk menciptakan sistem transportasi yang lebih aman, efisien, dan cerdas bisa berupa sistem pendeteksi pengemudi mengantuk dan tidak fokus, sistem smart <i>zebra cross</i> berbasis doppler dan AI, smart parking system berbasis doppler dan IoT dan sistem deteksi kondisi jalan berbasis doppler dan drone. Dengan teknologi ini, kecelakaan dapat dikurangi, kemacetan dapat di atasi, dan pengalaman berkendara menjadi lebih nyaman.

Lampiran 2.5 Kisi-kisi Tes KBK yang Digunakan

No	Sub Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	Indikator Materi	No Soal	Jumlah Soal
1	Gelombang Bunyi	<i>Clarification</i>	Mengidentifikasi pertanyaan	Menganalisis karakteristik gelombang bunyi	2	2
			Menganalisis argumen	Menganalisis karakteristik gelombang bunyi	1	
<i>Decision</i>		Mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran.	Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi.	6	1	
<i>Inference</i>		Menyimpulkan dan mempertimbangkan kesimpulan	Menganalisis karakteristik gelombang bunyi	3	4	
		Memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Mengevaluasi permasalahan fisis mengenai fenomena dawai dan pipa organa.	7		
Menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi.	4 dan 8					
4	<i>Supposition and Integration</i>	Mengintegrasikan keterampilan lain dan sifat dalam membuat dan membela keputusan.	Menganalisis mengenai fenomena cepat rambat gelombang bunyi.	5	1	
5	<i>Auxiliary Abilities</i>	Peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan, dan tingkat	Merencanakan penafsiran mengenai persamaan efek doppler.	9 dan 10	2	

No	Sub Materi	Dimensi	Indikator Dimensi	Indikator Materi	No Soal	Jumlah Soal
			kecanggihan orang lain.			
<b>Jumlah Total Soal</b>						10 butir



Lampiran 2.6 Pedoman Penskoran Tes KBK yang Digunakan

No	Dimensi	Indikator	Kriteria	Skor
1	<i>Clarification</i>	1. Mengidentifikasi pertanyaan 2. Menganalisis argumen atau masalah	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
2	<i>Decision</i>	1. Mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran.	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
3	<i>Inference</i>		Jika semua indikator dipenuhi	4

No	Dimensi	Indikator	Kriteria	Skor
		1. Menyimpulkan dan mempertimbangkan Kesimpulan	Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
		2. Memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
4	<i>Supposition and Integration</i>	1. Mengintegrasikan keterampilan lain dan sifat dalam membuat dan membela keputusan.	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0
5	<i>Auxiliary Abilities</i>	1. Peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan, dan tingkat kecanggihan orang lain.	Jika semua indikator dipenuhi	4
			Jika satu atau lebih indikator terpenuhi	3
			Jika lebih dari satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	2

No	Dimensi	Indikator	Kriteria	Skor
			Jika salah satu indikator ada, tapi tidak dipenuhi	1
			Jika semua indikator tidak dipenuhi	0



**Lampiran 2.7 Tes KBK yang Digunakan**

**SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

**MATERI GELOMBANG BUNYI**

**SMA NEGERI 7 DENPASAR**

**PETUNJUK:**

1. Tulis identitas terlebih dahulu pada lembar jawaban pada pojok kanan atas!
2. Kerjakan semua soal dimulai dari soal yang menurut kalian paling mudah
3. Jawaban ditulis dilembar jawaban!
4. Soal pilihan ganda beralasan dilengkapi dengan empat alternatif jawaban, kalian dapat memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dan dilengkapi dengan alasan!
5. Skor kalian untuk masing-masing butir soal adalah sebagai berikut.

**SOAL:**

1. Saat terjadi hujan yang di ikuti dengan munculnya petir, Ayu yang berada di luar terlebih dahulu melihat kilat petir yang kemudian disusul dengan suara gemuruh guntur. Analisislah mengapa kilat petir terlihat lebih dahulu dibanding suara guntur!
2. Angga sangat hobi bermain gitar. Pada saat dimainkan, senar gitar tersebut menimbulkan nada yang berbeda-beda. Analisislah apa yang mempengaruhi perbedaan nada pada saat dipetik tersebut!
3. Sintya mengetuk meja dengan dua cara. Cara yang pertama, dia mengetuk meja keras-keras. Sedangkan cara kedua, dia mengetuk meja dengan pelan-pelan. Pilihlah salah satu opsi yang menurut anda paling benar dan berikan alasannya sesuai dengan sudut pandang anda!

Pilihan jawaban	Nada bunyi	Bunyi kuat
1	Bunyi pertama lebih tinggi	Bunyi pertama lebih kuat
2	Bunyi pertama lebih rendah	Bunyi pertama lebih kuat
3	Kedua bunyi sama	Bunyi pertama lebih kuat

4. Perhatikan tabel di bawah ini!

Nama Zat	Massa Jenis	Cepat Rambat
Besi	$7.900 \text{ kg/m}^3$	$0,0112 \text{ m/s}$
Kayu	$300 \text{ kg/m}^3$	$0,05 \text{ m/s}$

Aluminium	$2.700 \text{ kg/m}^3$	$0,02 \text{ m/s}$
Kuningan	$8.400 \text{ kg/m}^3$	$0,0109 \text{ m/s}$

Bedasarkan tabel di atas, analisislah hubungan antara massa jenis suatu zat dengan cepat rambat bunyi dalam bahan tersebut!

- Pada saat melakukan percobaan Melde, tali yang digunakan memiliki panjang 160 cm dengan massanya 20 g. Kemudian pada salah satu ujung tali dihubungkan dengan vibrator dan pada ujung lainnya diberikan beban sebesar 500 g melalui katrol. Jika frekuensi rali 80 Hz dan  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Analisislah besar cepat rambat gelombang dan panjang gelombang tali tersebut secara keseluruhan!
- Perhatikan gambar di bawah ini!



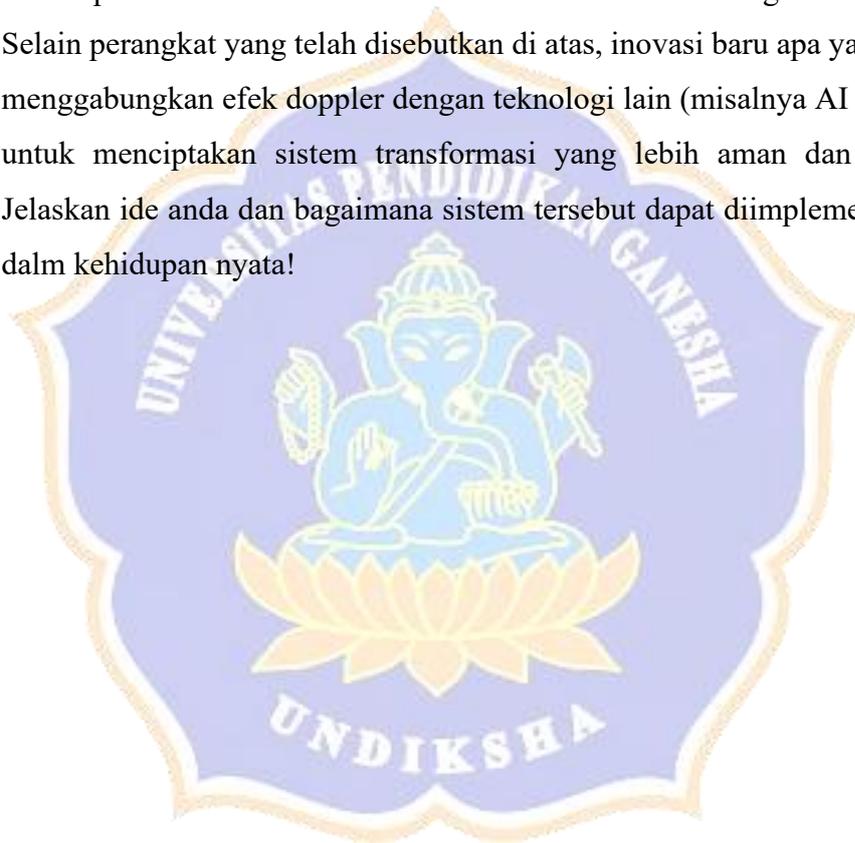
Dalam sebuah konser di ruang terbuka, seorang pemain saksofon merasa bahwa nada yang dihasilkan terdengar lebih rendah saat udara terasa lebih dingin di malam hari dibandingkan siang hari. Bagaimana suhu udara bisa mempengaruhi frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh saksofon tersebut?

- Sebuah petasan meledak dengan daya sebesar  $2000 \pi$  watt, maka analisislah intensitas bunyi yang diterima oleh seorang anak dengan jarak 10 m dari ledakan petasan tersebut!
- Perhatikan Tabel berikut!

Sumber Bunyi	Taraf Intensitas
Suara anjing menggonggong	60 dB
Suara sirine ambulans	80 dB
Suara petir	140 dB

Sebuah mesin mobil menghasilkan taraf intensitas bunyi sebesar  $TI = 40 \text{ dB}$  ( $I_0 = 10^{-12} \text{ watt.m}^2$ ). Analisislah berapa jumlah mesin mobil yang diperlukan agar menghasilkan taraf intensitas (setara) dengan suara sirene ambulans!

9. Sebuah ambulans melaju di tengah kota yang ramai dengan membunyikan sirene. Seorang pejalan kaki mendengar suara sirene semakin tinggi saat ambulans mendekat dan semakin rendah setelah ambulans menjauh. Namun, di persimpangan padat, beberapa pengendara kesulitan menentukan arah datangnya suara sirene akibat kebisingan lalu lintas. Bagaimana persamaan efek doppler dapat digunakan untuk menjelaskan perubahan frekuensi yang didengar oleh pejalan kaki dan pengendara?
10. Berbagai perangkat seperti radar kecepatan, sensor kendaraan otonom, dan sistem pemantauan lalu lintas telah memanfaatkan teknologi efek doppler. Selain perangkat yang telah disebutkan di atas, inovasi baru apa yang dapat menggabungkan efek doppler dengan teknologi lain (misalnya AI dan IoT) untuk menciptakan sistem transformasi yang lebih aman dan efisien. Jelaskan ide anda dan bagaimana sistem tersebut dapat diimplementasikan dalam kehidupan nyata!



**Lampiran 2.8** Pembahasan Tes KBK yang Digunakan

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
1	<b>KBK</b> <b>D1: Clarification</b> <b>dengan indikator menganalisis argumen</b>	<p>Kilat merupakan gelombang cahaya dan guntur merupakan gelombang bunyi. Kilat lebih dulu terlihat dibanding suara guntur karena gelombang bunyi memiliki kecepatan yang lebih kecil dibandingkan cahaya. Karena perbedaan kecepatan ini, meskipun kilat dan guntur terjadi bersamaan, suara guntur tiba lebih lambat ke telinga dibandingkan cahaya yang mencapai mata</p>
2	<b>KBK</b> <b>D1: Clarification</b> <b>dengan indikator mengidentifikasi pertanyaan</b>	<p>Terjadi perbedaan nada yang dipetik pada gitar tersebut dikarenakan dawai dengan ketebalan, tekanan dan panjang yang berbeda akan menghasilkan gelombang bunyi dengan energi, frekuensi dan panjang yang berbeda.</p>
3	<b>KBK</b> <b>D3:</b> <b>Inference dengan indikator menyimpulkan dan mempertimbangkan kesimpulan</b>	<p>Kedua bunyi pada fenomena ini adalah sama karena perlakuan yang dilakukan juga sama yaitu mengetuk meja. Berbeda dengan bunyi kuat, karena perlakuan pada meja pertama lebih keras maka tentulah bunyi pertama lebih kuat di banding meja kedua. Jadi opsi yang benar adalah opsi nomor 3.</p>
4	<b>KBK</b> <b>D3:</b> <b>Inference dengan indikator menyimpulkan dan</b>	<p>Dari hasil percobaan tersebut, dapat dibuktikan bahwa massa jenis suatu zat mempengaruhi cepat rambat bunyi. Apabila massa jenis zat kecil maka cepat rambat bunyinya semakin besar. Sebaliknya, apabila</p>

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
	<p><b>mempertimbangkan kesimpulan</b></p>	<p>massa jenis zat besar maka cepat rambat bunyinya akan semakin kecil. Senada dengan konsep cepat rambat gelombang yang menyatakan bunyi berbanding terbalik dengan akar massa jenisnya.</p>
5	<p><b>KBK</b></p> <p><b>D4: <i>Supposition and Integration</i> dengan indikator</b></p> <p><b>Mengintegrasikan keterampilan lain dan sifat dalam membuat dan membela keputusan</b></p>	<p>Diketahui:</p> $m_{tali} = 20 = 2 \times 10^{-2} kg$ $m_{beban} = 500 g = 0,5 kg$ $L = 160 cm = 1,6 m$ $f = 80 Hz$ $g = 10 m/s^2$ <p>Ditanya:</p> <p><math>v</math> dan <math>\lambda = \dots ?</math></p> <p>Jawab:</p> <p>Mencari cepat rambat gelombang</p> $v = \sqrt{\frac{FL}{m_{tali}}}$ $= \sqrt{\frac{mgL}{m_{tali}}}$ $= \sqrt{\frac{(0,5)(10)(1,6)}{2 \times 10^{-2}}}$ $= 20 m/s$ <p>Mencari panjang gelombang tali</p> $\lambda = \frac{v}{f}$ $= \frac{20}{80}$ $= 0,25 m = 25 cm$

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
		Jadi cepat rambat gelombang adalah 20 m/s dan panjang gelombangnya adalah 25 cm.
6	<b>KBK</b> <b>D2:</b> <b>Decision dengan indikator mengobservasi dan mempertimbangkan penalaran</b>	<p>Perbedaan nada yang dihasilkan saat malam dan siang hari dipengaruhi oleh suhu udara sehingga mempengaruhi frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh pipa organa. Frekuensi gelombang bunyi dalam pipa organa bergantung pada cepat rambat bunyi di udara, yang diberikan oleh rumus:</p> $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ <p>Dari rumus ini, terlihat bahwa kecepatan bunyi berbanding lurus dengan akar kuadrat suhu udara. Artinya, jika suhu udara menurun, maka kecepatan bunyi juga menurun.</p>
7	<b>KBK</b> <b>D3:</b> <b>Inference dengan indikator memutuskan dan mempertimbangkan Keputusan</b>	<p>Diketahui:</p> $P = 2000 \pi W$ $r = 10 \text{ meter}$ <p>Ditanya: <math>I \dots ?</math></p> <p>Jawab:</p> $I = P/A \text{ dan } A \text{ adalah luas kulit bola}$ $I = \frac{P}{4\pi R^2}$ $I = \frac{2000\pi}{4\pi(10^2)}$ $I = \frac{2000\pi}{4\pi(100)}$ $I = \frac{2000\pi}{400\pi}$ $I = 5 \text{ watt}/(m^2)$ <p>Jadi intensitas bunyi yang diterima adalah <math>5 \text{ watt}/(m^2)</math>.</p>

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
8	<b>KBK</b> <b>D3:</b> <i>Inference</i> dengan indikator memutuskan dan mempertimbangkan keputusan	Diketahui: Taraf intensitas n mesin $TI_2 = 80 \text{ dB}$  Ditanya: Jumlah mesin mobil yang diperlukan?  Jawab: Jumlah mesin mobil yang diperlukan: $TI_2 = TI_1 + 10 \log n$ $80 \text{ dB} = 40 \text{ dB} + 10 \log n$ $10 \log n = 40 \text{ dB}$ $\log n = 4$ $n = 10.4 = 10000$ Jumlah mesin yang diperlukan agar taraf intensitasnya setara dengan suara sirine ambulans adalah 10000 mesin.
9	<b>KBK</b> <b>D5:</b> <i>Auxiliary Abilities</i> dengan indikator peka terhadap perasaan, tingkat pengetahuan, dan tingkat kecanggihan orang lain	Persamaan efek doppler untuk gelombang bunyi adalah: $f_P = \frac{v \pm v_P}{v \pm v_S} f_S$ Jika ambulans mendekati pejalan kaki, maka $v_S$ bernilai positif dan suara terdengar lebih tinggi. Jika ambulans menjauhi pejalan kaki maka $v_S$ , bernilai negatif sehingga suara terdengar lebih rendah.
10	<b>KBK</b> <b>D5:</b> <i>Auxiliary Abilities</i> dengan indikator peka terhadap perasaan,	Inovasi-inovasi baru yang menggabungkan efek doppler dengan AI dan IoT untuk menciptakan sistem transportasi yang lebih aman, efisien, dan cerdas bisa berupa sistem pendeteksi pengemudi mengantuk dan tidak

No.	Dimensi/Indikator	Pembahasan
	<b>tingkat pengetahuan, dan tingkat kecanggihan orang lain</b>	fokus, sistem smart <i>zebra cross</i> berbasis doppler dan AI, smart parking system berbasis doppler dan IoT dan sistem deteksi kondisi jalan berbasis doppler dan drone. Dengan teknologi ini, kecelakaan dapat dikurangi, kemacetan dapat di atasi, dan pengalaman berkendara menjadi lebih nyaman.



**LAMPIRAN III**  
**HASIL UJI COBA INSTRUMEN PENELITIAN**

- 
- Lampiran 3.1 Data Hasil Uji Coba Tes KBK
  - Lampiran 3.2 Analisis IDB dan IKB Tes KBK
  - Lampiran 3.3 *Output* SPSS Analisis Konsistensi Internal Butir Tes KBK
  - Lampiran 3.4 *Output* SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes KBK
  - Lampiran 3.5 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes KBK

**Lampiran 3.1** Data Hasil Uji Coba Tes KBK

Nama Sekolah : SMA Negeri 7 Denpasar

Kelas : XII

Jumlah : 87

Jumlah butir soal : 15 butir

## 1. Butir Soal 1-10

No. Responden	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	1	0	0	2	2	4	3	4
2	4	4	2	0	2	2	2	3	2	1
3	3	2	3	0	2	2	2	3	2	2
4	3	3	3	0	2	2	2	3	3	0
5	3	3	2	0	2	2	2	3	2	3
6	2	2	1	0	0	2	1	4	3	4
7	1	4	1	0	1	2	0	3	2	3
8	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
9	3	4	1	0	4	3	4	4	1	0
10	2	4	2	3	1	3	0	1	3	2
11	4	2	3	0	1	2	1	3	2	2
12	4	3	3	0	2	2	0	3	3	0
13	4	4	3	4	4	4	2	4	3	4
14	2	4	2	4	2	4	1	4	4	4
15	2	4	2	0	4	2	2	3	3	1
16	3	3	2	0	2	2	2	3	2	0
17	2	4	2	0	2	2	1	3	3	0
18	3	1	2	3	2	2	3	3	0	2
19	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4
20	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4
21	4	3	3	3	3	4	2	4	3	4
22	2	4	2	4	2	0	1	3	3	0
23	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
24	3	4	2	0	2	2	3	4	4	0
25	3	4	2	0	2	2	0	4	3	0
26	4	3	3	4	4	2	2	4	4	4
27	4	2	4	3	4	4	3	4	3	4

No. Responden	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4
29	4	4	2	0	2	2	1	4	2	0
30	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4
31	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
32	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
33	2	3	1	0	1	0	2	4	0	4
34	4	3	2	4	3	4	2	4	3	4
35	0	3	2	0	0	1	1	4	0	3
36	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
37	2	2	2	4	3	1	2	0	0	3
38	3	4	4	4	4	4	2	4	3	4
39	1	1	2	3	4	2	2	3	3	2
40	1	3	1	0	1	2	0	4	1	4
41	1	2	2	3	2	2	1	2	3	3
42	2	4	2	3	2	1	2	0	2	2
43	2	4	1	0	4	2	2	4	1	0
44	3	4	2	0	0	0	1	4	0	4
45	0	4	2	0	2	0	1	4	2	4
46	1	3	1	0	1	0	1	3	2	4
47	2	3	2	4	0	1	2	2	2	2
48	1	3	1	0	0	2	2	3	1	3
49	3	4	3	4	2	2	3	0	4	0
50	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
51	2	1	4	0	4	2	2	2	2	2
52	3	0	2	0	2	2	3	3	1	4
53	3	3	2	4	4	2	2	3	1	0
54	2	3	2	0	0	2	2	3	1	4
55	2	4	1	0	3	2	3	1	3	2
56	4	4	1	0	3	2	3	2	2	0
57	4	4	1	0	2	2	2	3	2	0
58	3	4	4	0	2	2	2	4	2	1
59	3	3	2	0	2	2	2	2	3	1
60	1	4	4	0	2	2	2	2	3	1
61	1	4	3	0	3	4	1	2	3	1

No. Responden	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
62	3	4	1	0	2	2	4	3	3	0
63	4	4	3	4	4	2	3	4	3	4
64	1	4	1	0	1	2	1	3	3	4
65	1	2	1	0	1	2	2	4	2	4
66	1	2	1	0	2	1	3	3	1	3
67	1	4	1	0	3	2	2	3	1	4
68	1	3	1	0	0	2	3	3	1	3
69	1	4	2	0	3	2	2	4	3	4
70	2	4	4	0	2	2	2	3	3	0
71	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4
72	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4
73	3	4	4	4	3	3	2	4	2	4
74	1	2	1	0	1	1	2	3	1	4
75	2	4	2	0	2	2	3	4	2	0
76	3	4	1	0	2	3	3	3	3	0
77	2	4	1	0	3	2	3	4	1	4
78	2	4	1	0	2	2	2	2	2	0
79	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
80	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
81	2	4	1	0	0	2	1	4	2	4
82	0	4	2	0	2	2	2	3	2	2
83	2	0	2	3	3	2	1	3	3	0
84	0	0	0	4	3	2	1	4	2	0
85	2	4	0	0	3	2	2	4	2	3
86	3	2	1	4	2	2	2	0	2	0
87	2	4	2	0	2	2	2	4	2	1

## 2. Butir Soal 11-15

No. Responden	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
1	0	4	0	1	3	29
2	2	2	2	2	2	32
3	4	2	2	2	2	33

No. Responden	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
4	4	2	2	2	2	33
5	4	2	2	2	0	32
6	0	4	0	2	2	27
7	2	4	2	1	0	26
8	4	4	4	4	4	56
9	2	2	2	1	4	35
10	2	2	2	2	3	32
11	4	2	2	1	0	29
12	2	2	2	2	3	31
13	4	4	3	2	3	52
14	4	4	3	2	4	48
15	0	2	0	1	4	30
16	2	2	2	2	3	30
17	2	2	4	2	0	29
18	2	2	2	2	0	29
19	4	4	4	4	4	56
20	4	4	4	4	4	57
21	4	4	3	3	4	51
22	4	2	2	2	1	32
23	2	4	3	4	4	54
24	2	2	2	1	1	32
25	2	2	2	2	2	30
26	3	4	4	4	4	53
27	4	4	3	4	4	54
28	4	4	2	4	4	55
29	2	2	2	2	3	32
30	4	3	4	4	4	56

No. Responden	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
31	2	4	2	4	4	54
32	4	4	4	4	4	58
33	2	4	0	1	0	24
34	2	4	4	4	4	51
35	2	4	0	1	3	24
36	4	4	4	4	4	58
37	4	4	0	2	3	32
38	3	4	3	4	4	54
39	2	2	2	2	2	33
40	2	4	2	2	3	30
41	2	2	2	2	1	30
42	4	4	0	2	3	33
43	2	2	0	2	4	30
44	0	4	0	1	0	23
45	0	4	2	1	2	28
46	0	4	2	1	0	23
47	2	2	2	2	2	30
48	2	4	2	1	1	26
49	2	2	0	2	2	33
50	4	4	2	3	4	56
51	1	2	2	1	2	29
52	2	4	2	1	2	31
53	2	1	0	2	2	31
54	2	4	0	4	1	30
55	2	3	2	1	1	30
56	3	2	2	3	2	33
57	2	2	2	2	3	31

No. Responden	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
58	2	2	1	2	2	33
59	2	1	1	3	2	29
60	2	1	1	2	2	29
61	2	1	0	2	3	30
62	2	1	2	2	2	31
63	4	4	3	4	3	53
64	2	4	0	1	2	29
65	2	4	0	2	0	27
66	2	4	2	3	2	30
67	1	4	0	3	1	30
68	1	4	1	2	1	26
69	1	4	0	1	4	35
70	1	2	1	3	2	31
71	2	4	3	4	4	54
72	2	4	4	4	4	55
73	2	4	4	4	4	51
74	2	4	2	3	0	27
75	2	2	2	3	1	31
76	2	1	0	2	2	29
77	2	4	0	1	0	31
78	2	2	2	4	3	30
79	4	4	4	4	4	58
80	4	4	3	4	3	53
81	2	4	1	2	0	29
82	2	2	2	2	3	30
83	2	2	2	2	3	30
84	4	2	2	4	3	31

No. Responden	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
85	2	3	1	1	0	29
86	2	2	1	3	4	30
87	2	2	2	4	1	32



### Lampiran 3. 2 Analisis IDB dan IKB Tes KBK

#### A. Analisis Indeks Daya Beda Butir (IDB)

Butir Soal No. 1-10

No Res p..	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
32	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
79	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
20	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4
19	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4
50	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
8	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
30	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4
72	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4
28	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4
31	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
27	4	2	4	3	4	4	3	4	3	4
38	3	4	4	4	4	4	2	4	3	4
23	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
71	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4
26	4	3	3	4	4	2	2	4	4	4
63	4	4	3	4	4	2	3	4	3	4
80	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
13	4	4	3	4	4	4	2	4	3	4
34	4	3	2	4	3	4	2	4	3	4
21	4	3	3	3	3	4	2	4	3	4
73	3	4	4	4	3	3	2	4	2	4
14	2	4	2	4	2	4	1	4	4	4
Rata-rata atas	3,74	3,43	3,39	3,83	3,65	3,57	2,91	3,91	3,48	4
67	1	4	1	0	3	2	2	3	1	4
76	3	4	1	0	2	3	3	3	3	0
60	1	4	4	0	2	2	2	2	3	1
59	3	3	2	0	2	2	2	2	3	1
51	2	1	4	0	4	2	2	2	2	2
18	3	1	2	3	2	2	3	3	0	2
17	2	4	2	0	2	2	1	3	3	0
11	4	2	3	0	1	2	1	3	2	2
81	2	4	1	0	0	2	1	4	2	4

No Res p..	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
85	2	4	0	0	3	2	2	4	2	3
64	1	4	1	0	1	2	1	3	3	4
1	2	3	1	0	0	2	2	4	3	4
45	0	4	2	0	2	0	1	4	2	4
74	1	2	1	0	1	1	2	3	1	4
65	1	2	1	0	1	2	2	4	2	4
6	2	2	1	0	0	2	1	4	3	4
7	1	4	1	0	1	2	0	3	2	3
68	1	3	1	0	0	2	3	3	1	3
48	1	3	1	0	0	2	2	3	1	3
35	0	3	2	0	0	1	1	4	0	3
33	2	3	1	0	1	0	2	4	0	4
46	1	3	1	0	1	0	1	3	2	4
44	3	4	2	0	0	0	1	4	0	4
rata-rata bawah	1,70	3,09	1,57	0,13	1,26	1,61	1,65	3,26	1,78	2,91
DB	0,51	0,09	0,46	0,92	0,60	0,49	0,32	0,16	0,42	0,27
Kriteria	Sedang	Sangat Rendah	Sedang	Sangat Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah	Sangat Rendah	Sedang	Rendah

Butir Soal No. 11-15

No Responden	SKOR PERBUTIR					SkorTotal
	11	12	13	14	15	
36	4	4	4	4	4	58
32	4	4	4	4	4	58
79	4	4	4	4	4	58
20	4	4	4	4	4	57
19	4	4	4	4	4	56
50	4	4	2	3	4	56
8	4	4	4	4	4	56
30	4	3	4	4	4	56
72	2	4	4	4	4	55
28	4	4	2	4	4	55
31	2	4	2	4	4	54
27	4	4	3	4	4	54
38	3	4	3	4	4	54

No Responden	SKOR PERBUTIR					SkorTotal
	11	12	13	14	15	
23	2	4	3	4	4	54
71	2	4	3	4	4	54
26	3	4	4	4	4	53
63	4	4	3	4	3	53
80	4	4	3	4	3	53
13	4	4	3	2	3	52
34	2	4	4	4	4	51
21	4	4	3	3	4	51
73	2	4	4	4	4	51
14	4	4	3	2	4	48
Rata-rata atas	3.39	3.96	3.35	3.74	3.87	
67	1	4	0	3	1	30
76	2	1	0	2	2	29
60	2	1	1	2	2	29
59	2	1	1	3	2	29
51	1	2	2	1	2	29
18	2	2	2	2	0	29
17	2	2	4	2	0	29
11	4	2	2	1	0	29
81	2	4	1	2	0	29
85	2	3	1	1	0	29
64	2	4	0	1	2	29
1	0	4	0	1	3	29
45	0	4	2	1	2	28
74	2	4	2	3	0	27
65	2	4	0	2	0	27
6	0	4	0	2	2	27
7	2	4	2	1	0	26
68	1	4	1	2	1	26
48	2	4	2	1	1	26
35	2	4	0	1	3	24
33	2	4	0	1	0	24
46	0	4	2	1	0	23
44	0	4	0	1	0	23
Rata-rata Bawah	1.52	3.22	1.09	1.61	1	
DB	0.47	0.18	0.57	0.53	0.72	

No Responden	SKOR PERBUTIR					SkorTotal
	11	12	13	14	15	
Kriteria	Sedang	Sangat Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi	

### B. Analisis Indeks Kesukaran Butir (IKB)

Butir Soal 1-10

No. Resp	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
32	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
79	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
20	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4
19	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4
50	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
8	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
30	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4
72	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4
28	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4
31	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
27	4	2	4	3	4	4	3	4	3	4
38	3	4	4	4	4	4	2	4	3	4
23	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
71	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4
26	4	3	3	4	4	2	2	4	4	4
63	4	4	3	4	4	2	3	4	3	4
80	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
13	4	4	3	4	4	4	2	4	3	4
34	4	3	2	4	3	4	2	4	3	4
21	4	3	3	3	3	4	2	4	3	4
73	3	4	4	4	3	3	2	4	2	4
14	2	4	2	4	2	4	1	4	4	4
9	3	4	1	0	4	3	4	4	1	0
69	1	4	2	0	3	2	2	4	3	4
58	3	4	4	0	2	2	2	4	2	1
56	4	4	1	0	3	2	3	2	2	0
49	3	4	3	4	2	2	3	0	4	0
42	2	4	2	3	2	1	2	0	2	2
39	1	1	2	3	4	2	2	3	3	2
4	3	3	3	0	2	2	2	3	3	0
3	3	2	3	0	2	2	2	3	2	2

No. Resp	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
87	2	4	2	0	2	2	2	4	2	1
37	2	2	2	4	3	1	2	0	0	3
29	4	4	2	0	2	2	1	4	2	0
24	3	4	2	0	2	2	3	4	4	0
22	2	4	2	4	2	0	1	3	3	0
10	2	4	2	3	1	3	0	1	3	2
5	3	3	2	0	2	2	2	3	2	3
2	4	4	2	0	2	2	2	3	2	1
84	0	0	0	4	3	2	1	4	2	0
75	2	4	2	0	2	2	3	4	2	0
70	2	4	4	0	2	2	2	3	3	0
62	3	4	1	0	2	2	4	3	3	0
57	4	4	1	0	2	2	2	3	2	0
53	3	3	2	4	4	2	2	3	1	0
12	4	3	3	0	2	2	0	3	3	0
52	3	0	2	0	2	2	3	3	1	4
77	2	4	1	0	3	2	3	4	1	4
86	3	2	1	4	2	2	2	0	2	0
83	2	0	2	3	3	2	1	3	3	0
82	0	4	2	0	2	2	2	3	2	2
78	2	4	1	0	2	2	2	2	2	0
61	1	4	3	0	3	4	1	2	3	1
47	2	3	2	4	0	1	2	2	2	2
41	1	2	2	3	2	2	1	2	3	3
25	3	4	2	0	2	2	0	4	3	0
16	3	3	2	0	2	2	2	3	2	0
43	2	4	1	0	4	2	2	4	1	0
15	2	4	2	0	4	2	2	3	3	1
66	1	2	1	0	2	1	3	3	1	3
55	2	4	1	0	3	2	3	1	3	2
54	2	3	2	0	0	2	2	3	1	4
40	1	3	1	0	1	2	0	4	1	4
67	1	4	1	0	3	2	2	3	1	4
76	3	4	1	0	2	3	3	3	3	0
60	1	4	4	0	2	2	2	2	3	1
59	3	3	2	0	2	2	2	2	3	1
51	2	1	4	0	4	2	2	2	2	2
18	3	1	2	3	2	2	3	3	0	2
17	2	4	2	0	2	2	1	3	3	0
11	4	2	3	0	1	2	1	3	2	2

No. Resp	SKOR PERBUTIR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
81	2	4	1	0	0	2	1	4	2	4
85	2	4	0	0	3	2	2	4	2	3
64	1	4	1	0	1	2	1	3	3	4
1	2	3	1	0	0	2	2	4	3	4
45	0	4	2	0	2	0	1	4	2	4
74	1	2	1	0	1	1	2	3	1	4
65	1	2	1	0	1	2	2	4	2	4
6	2	2	1	0	0	2	1	4	3	4
7	1	4	1	0	1	2	0	3	2	3
68	1	3	1	0	0	2	3	3	1	3
48	1	3	1	0	0	2	2	3	1	3
35	0	3	2	0	0	1	1	4	0	3
33	2	3	1	0	1	0	2	4	0	4
46	1	3	1	0	1	0	1	3	2	4
44	3	4	2	0	0	0	1	4	0	4
Skor Max	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
rata-rata	2.52 8736	3.22 9885	2.20 6897	1.54 023	2.37 931	2.28 7356	2.12 6437	3.20 6897	2.42 5287	2.41 3793
TKB	0.63	0.81	0.55	0.39	0.59	0.57	0.53	0.80	0.61	0.60
IKB	Mudah	Sangat Mudah	Sedang	Sukar	Sedang	Sedang	Sedang	Sangat Mudah	Mudah	Mudah

## Butir Soal 11-15

No. Resp	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
36	4	4	4	4	4	58
32	4	4	4	4	4	58
79	4	4	4	4	4	58
20	4	4	4	4	4	57
19	4	4	4	4	4	56
50	4	4	2	3	4	56
8	4	4	4	4	4	56
30	4	3	4	4	4	56
72	2	4	4	4	4	55
28	4	4	2	4	4	55

No. Resp	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
31	2	4	2	4	4	54
27	4	4	3	4	4	54
38	3	4	3	4	4	54
23	2	4	3	4	4	54
71	2	4	3	4	4	54
26	3	4	4	4	4	53
63	4	4	3	4	3	53
80	4	4	3	4	3	53
13	4	4	3	2	3	52
34	2	4	4	4	4	51
21	4	4	3	3	4	51
73	2	4	4	4	4	51
14	4	4	3	2	4	48
9	2	2	2	1	4	35
69	1	4	0	1	4	35
58	2	2	1	2	2	33
56	3	2	2	3	2	33
49	2	2	0	2	2	33
42	4	4	0	2	3	33
39	2	2	2	2	2	33
4	4	2	2	2	2	33
3	4	2	2	2	2	33
87	2	2	2	4	1	32
37	4	4	0	2	3	32
29	2	2	2	2	3	32
24	2	2	2	1	1	32
22	4	2	2	2	1	32
10	2	2	2	2	3	32
5	4	2	2	2	0	32
2	2	2	2	2	2	32
84	4	2	2	4	3	31
75	2	2	2	3	1	31
70	1	2	1	3	2	31
62	2	1	2	2	2	31
57	2	2	2	2	3	31
53	2	1	0	2	2	31
12	2	2	2	2	3	31
52	2	4	2	1	2	31
77	2	4	0	1	0	31
86	2	2	1	3	4	30

No. Resp	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
83	2	2	2	2	3	30
82	2	2	2	2	3	30
78	2	2	2	4	3	30
61	2	1	0	2	3	30
47	2	2	2	2	2	30
41	2	2	2	2	1	30
25	2	2	2	2	2	30
16	2	2	2	2	3	30
43	2	2	0	2	4	30
15	0	2	0	1	4	30
66	2	4	2	3	2	30
55	2	3	2	1	1	30
54	2	4	0	4	1	30
40	2	4	2	2	3	30
67	1	4	0	3	1	30
76	2	1	0	2	2	29
60	2	1	1	2	2	29
59	2	1	1	3	2	29
51	1	2	2	1	2	29
18	2	2	2	2	0	29
17	2	2	4	2	0	29
11	4	2	2	1	0	29
81	2	4	1	2	0	29
85	2	3	1	1	0	29
64	2	4	0	1	2	29
1	0	4	0	1	3	29
45	0	4	2	1	2	28
74	2	4	2	3	0	27
65	2	4	0	2	0	27
6	0	4	0	2	2	27
7	2	4	2	1	0	26
68	1	4	1	2	1	26
48	2	4	2	1	1	26
35	2	4	0	1	3	24
33	2	4	0	1	0	24
46	0	4	2	1	0	23
44	0	4	0	1	0	23
Skor Max	4	4	4	4	4	
rata-rata	2.367816	3	1.850575	2.425287	2.367816	
TKB	0.59	0.75	0.46	0.61	0.59	

No. Resp	SKOR PERBUTIR					Skor Total
	11	12	13	14	15	
IKB	Sedang	Mudah	Sedang	Mudah	Sedang	



**Lampiran 3.3** *Output SPSS Analisis Konsistensi Internal Butir Tes KBK*

Butir Soal No. 1-10

		<b>Correlations</b>									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
B1	Pearson Correlation	1	.114	.528**	.432**	.474**	.518**	.458**	.173	.429**	.040
	Sig. (2-tailed)		.291	.000	.000	.000	.000	.000	.109	.000	.713
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B2	Pearson Correlation	.114	1	.088	-.129	.021	.077	.048	.084	.186	-.061
	Sig. (2-tailed)	.291		.418	.234	.846	.480	.656	.440	.084	.577
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B3	Pearson Correlation	.528**	.088	1	.483**	.491**	.489**	.284**	.124	.509**	.208
	Sig. (2-tailed)	.000	.418		.000	.000	.000	.008	.253	.000	.053
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B4	Pearson Correlation	.432**	-.129	.483**	1	.535**	.486**	.312**	-.010	.455**	.301**
	Sig. (2-tailed)	.000	.234	.000		.000	.000	.003	.924	.000	.005
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B5	Pearson Correlation	.474**	.021	.491**	.535**	1	.552**	.496**	.153	.463**	.057
	Sig. (2-tailed)	.000	.846	.000	.000		.000	.000	.157	.000	.603
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B6	Pearson Correlation	.518**	.077	.489**	.486**	.552**	1	.380**	.278**	.573**	.255*
	Sig. (2-tailed)	.000	.480	.000	.000	.000		.000	.009	.000	.017

	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B7	Pearson Correlation	.458**	.048	.284**	.312**	.496**	.380**	1	.096	.242*	.165
	Sig. (2-tailed)	.000	.656	.008	.003	.000	.000		.377	.024	.127
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B8	Pearson Correlation	.173	.084	.124	-.010	.153	.278**	.096	1	.106	.369**
	Sig. (2-tailed)	.109	.440	.253	.924	.157	.009	.377		.329	.000
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B9	Pearson Correlation	.429**	.186	.509**	.455**	.463**	.573**	.242*	.106	1	.067
	Sig. (2-tailed)	.000	.084	.000	.000	.000	.000	.024	.329		.536
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B10	Pearson Correlation	.040	-.061	.208	.301**	.057	.255*	.165	.369**	.067	1
	Sig. (2-tailed)	.713	.577	.053	.005	.603	.017	.127	.000	.536	
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B11	Pearson Correlation	.451**	-.100	.361**	.560**	.427**	.456**	.299**	.063	.329**	.119
	Sig. (2-tailed)	.000	.356	.001	.000	.000	.000	.005	.564	.002	.272
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B12	Pearson Correlation	.036	.010	.096	.275*	.017	.164	.157	.361**	.000	.885**
	Sig. (2-tailed)	.743	.926	.376	.010	.876	.130	.147	.001	1.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B13	Pearson Correlation	.502**	-.044	.458**	.515**	.457**	.523**	.319**	.297**	.497**	.230*

	Sig. (2-tailed)	.000	.689	.000	.000	.000	.000	.003	.005	.000	.032
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B14	Pearson Correlation	.460**	.005	.476**	.608**	.475**	.567**	.415**	.196	.415**	.235*
	Sig. (2-tailed)	.000	.964	.000	.000	.000	.000	.000	.068	.000	.029
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
B15	Pearson Correlation	.417**	.068	.481**	.564**	.600**	.611**	.301**	.123	.489**	.117
	Sig. (2-tailed)	.000	.530	.000	.000	.000	.000	.005	.255	.000	.280
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Jumlah	Pearson Correlation	.661**	.121	.677**	.753**	.695**	.766**	.540**	.362**	.635**	.474**
	Sig. (2-tailed)	.000	.266	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Butir Soal No. 11-15

### Correlations

		B11	B12	B13	B14	B15	Jumlah
B1	Pearson Correlation	.451**	.036	.502**	.460**	.417**	.661**
	Sig. (2-tailed)	.000	.743	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B2	Pearson Correlation	-.100	.010	-.044	.005	.068	.121
	Sig. (2-tailed)	.356	.926	.689	.964	.530	.266
	N	87	87	87	87	87	87
B3	Pearson Correlation	.361**	.096	.458**	.476**	.481**	.677**
	Sig. (2-tailed)	.001	.376	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B4	Pearson Correlation	.560**	.275*	.515**	.608**	.564**	.753**
	Sig. (2-tailed)	.000	.010	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87

	N	87	87	87	87	87	87
B5	Pearson Correlation	.427**	.017	.457**	.475**	.600**	.695**
	Sig. (2-tailed)	.000	.876	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B6	Pearson Correlation	.456**	.164	.523**	.567**	.611**	.766**
	Sig. (2-tailed)	.000	.130	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B7	Pearson Correlation	.299**	.157	.319**	.415**	.301**	.540**
	Sig. (2-tailed)	.005	.147	.003	.000	.005	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B8	Pearson Correlation	.063	.361**	.297**	.196	.123	.362**
	Sig. (2-tailed)	.564	.001	.005	.068	.255	.001
	N	87	87	87	87	87	87
B9	Pearson Correlation	.329**	.000	.497**	.415**	.489**	.635**
	Sig. (2-tailed)	.002	1.000	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B10	Pearson Correlation	.119	.885**	.230*	.235*	.117	.474**
	Sig. (2-tailed)	.272	.000	.032	.029	.280	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B11	Pearson Correlation	1	.112	.495**	.473**	.322**	.605**
	Sig. (2-tailed)		.301	.000	.000	.002	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B12	Pearson Correlation	.112	1	.202	.232*	.168	.439**
	Sig. (2-tailed)	.301		.061	.031	.120	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B13	Pearson Correlation	.495**	.202	1	.583**	.397**	.720**
	Sig. (2-tailed)	.000	.061		.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B14	Pearson Correlation	.473**	.232*	.583**	1	.521**	.746**
	Sig. (2-tailed)	.000	.031	.000		.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87
B15	Pearson Correlation	.322**	.168	.397**	.521**	1	.701**
	Sig. (2-tailed)	.002	.120	.000	.000		.000
	N	87	87	87	87	87	87
Jumlah	Pearson Correlation	.605**	.439**	.720**	.746**	.701**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	87	87	87	87	87	87

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Lampiran 3.4** *Output* SPSS Analisis Reliabilitas Internal Butir Tes KBK**Case Processing Summary**

		N	%
Cases	Valid	87	100.0
	Exclude d <sup>a</sup>	0	.0
	Total	87	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.867	15



**Lampiran 3. 5** Rekapitulasi Hasil Uji Coba Tes KBK

No.	Indeks Daya Beda Kriteria IDB IDB> 0,20		Indeks Kesukaran Butir Kriteria IKB IKB=0,30- 0,70		Konsistensi Internal Butir Kriteria KIB r hitung > 0,30		Keputusan
	IDB	Kriteria	IKB	Kriteria	KIB	Kriteria	
1	0.51	Sedang	0.63	Mudah	0.67	Konsisten	Digunakan
2	0.09	Sangat Rendah	0.81	Sangat Mudah	0.48	Tidak Konsisten	Tidak Digunakan
3	0.46	Sedang	0.55	Sedang	0.69	Konsisten	Digunakan
4	0.92	Sangat Tinggi	0.39	Sukar	0.77	Konsisten	Digunakan
5	0.60	Sedang	0.59	Sedang	0.74	Konsisten	Digunakan
6	0.49	Sedang	0.57	Sedang	0.69	Konsisten	Digunakan
7	0.32	Rendah	0.53	Sedang	0.59	Konsisten	Tidak Digunakan
8	0.16	Sangat Rendah	0.80	Sangat Mudah	0.57	Konsisten	Tidak Digunakan
9	0.42	Sedang	0.61	Mudah	0.61	Konsisten	Digunakan
10	0.27	Rendah	0.60	Mudah	0.79	Konsisten	Tidak Digunakan
11	0.47	Sedang	0.59	Sedang	0.71	Konsisten	Digunakan
12	0.18	Sangat Rendah	0.75	Mudah	0.63	Konsisten	Tidak Digunakan
13	0.57	Sedang	0.46	Sedang	0.71	Konsisten	Digunakan
14	0.53	Sedang	0.61	Mudah	0.66	Konsisten	Digunakan
15	0.72	Tinggi	0.59	Sedang	0.61	Konsisten	Digunakan



**LAMPIRAN IV**  
**PERANGKAT PEMBELAJARAN**

Lampiran 4.1 Modul Ajar Kelompok Eksperimen

Lampiran 4.2 Modul Ajar Kelompok Kontrol



## Lampiran 4.1 Modul Ajar Kelompok Eksperimen



## MODUL AJAR

I. Informasi Umum	
<b>A. Identitas Sekolah</b>	
Nama Penulis	Gst. Agung Ayu Nyoman Triesta Ari Putri
Asal Instansi	SMA Negeri 7 Denpasar
Tahun Penyusunan	2025
Fase	F
Jenjang	SMA
Kelas	XI
Mata Pelajaran	Fisika
Alokasi Waktu	5 JP
<b>B. Kompetensi Awal</b>	
<p>Peserta didik mengenal konsep gelombang bunyi, yang meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa mengenal karakteristik gelombang bunyi</li> <li>➤ Siswa mengenal cepat rambat gelombang bunyi</li> <li>➤ Siswa mengenal intensitas dan taraf intensitas gelombang bunyi</li> <li>➤ Siswa mengenal fenomena dawai dan pipa organa</li> <li>➤ Siswa mengenal efek doppler</li> </ul>	
<b>C. Profil Belajar Pancasila</b>	
<p>Profil Pelajar Pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi pengukuran adalah sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bergotong-royong               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa bersama kelompok secara sukarela dan saling membantu dalam melakukan kegiatan penyelesaian tugas agar dapat dikerjakan dengan mudah, ringan, dan berjalan lancar.</li> <li>• Masing-masing siswa dapat berkolaborasi, saling peduli dan berbagi antar sesama temannya.</li> </ul> </li> <li>➤ Bernalar kritis               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencari Informasi yang dapat diperoleh dari buku maupun internet untuk menjawab LKPD.</li> <li>• Dapat memilih referensi informasi yang dapat dipertanggungjawabkan dan dari sumber-sumber informasi yang terpercaya.</li> <li>• Dapat berdiskusi secara bersama kelompok untuk menganalisa dan mengambil keputusan untuk menyelesaikan suatu permasalahan.</li> </ul> </li> <li>➤ Kreatif               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat presentasi dari hasil diskusi yang orisinal, bermakna, bermanfaat, dan berdampak</li> </ul> </li> </ul>	
<b>D. Sarana dan Prasarana</b>	
<p>Sarana dan prasarana yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Laptop/Smartphone</li> <li>b. LCD Proyektor</li> <li>c. LKPD berbantuan simulasi PhET</li> <li>d. Sumber ajar</li> </ol>	
<b>E. Target Siswa</b>	

Perangkat ajar ini dirancang untuk:	
√	Peserta didik regular/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mempelajari dan memahami materi ajar
	Peserta didik dengan kesulitan belajar seperti gaya belajar yang terbatas hanya satu gaya belajar
	Peserta didik berprestasi tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan mampu memimpin
<b>F. Model Pembelajaran</b>	
Model pembelajaran yang digunakan adalah model <i>problem-based learning</i>	

## KOMPONEN INTI

<b>A. Tujuan Pembelajaran</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis karakteristik gelombang bunyi</li> <li>2. Menganalisis fenomena cepat rambat gelombang bunyi pada zat padat, zat cair dan gas.</li> <li>3. Mengevaluasi permasalahan fisis mengenai fenomena dawai dan pipa organa</li> <li>4. Menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi.</li> <li>5. Merencanakan penafsiran mengenai persamaan efek doppler.</li> </ol>
<b>B. Pemahaman Bermakna</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mampu memahami dan menganalisis karakteristik dan sifat-sifat gelombang</li> <li>• Siswa mampu menganalisis cepat rambat gelombang bunyi</li> <li>• Siswa mampu mengevaluasi fenomena dawai dan pipa organa</li> <li>• Siswa mampu menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi</li> <li>• Siswa mampu merencanakan penafsiran persamaan efek doppler</li> </ul>
<b>C. Pertanyaan Pemantik</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengapa saat terjadi petir, pengamat melihat kilatan cahaya terlebih dahulu, kemudian diikuti suara gemuruh?</li> <li>2. Seluling adalah salah satu alat musik yang dimainkan dengan cara ditiup, alat ini juga memiliki lubang yang dapat menghasilkan nada yang berbeda. Bagaimana seruling dapat menghasilkan nada yang berbeda dan apa kaitannya dengan prinsip kerja pipa organa?</li> <li>3. Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di panggung, suara tersebut terdengar lebih pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi?</li> <li>4. Pernahkah Anda mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Mengapa hal tersebut terjadi?</li> </ol>
<b>D. Persiapan Pembelajaran</b>
<b>1. Materi Ajar</b> Materi ajar pada gelombang bunyi membahas tentang: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Karakteristik gelombang bunyi</li> <li>2. Cepat rambat Bunyi</li> <li>3. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)</li> <li>4. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</li> </ol>

<p>5. Efek Doppler</p> <p><b>2. Kontrak Pembelajaran</b> Membahas Hak dan Kewajiban/tanggung jawab siswa selama melakukan proyek pada aspek Gelombang Bunyi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa berhak mengikuti proses pembelajaran setelah memenuhi prasyarat yang ditetapkan (hadir paling lambat 5 menit setelah pembelajaran dimulai).</li> <li>➤ Siswa berkewajiban mematuhi tata tertib yang diterapkan di kelas.</li> <li>➤ Siswa berkewajiban menyelesaikan semua tugas yang diberikan selama proses pembelajaran</li> <li>➤ Siswa juga bertanggung jawab atas kelancaran proses pembelajaran.</li> </ul> <p><b>3. Pengaturan Siswa</b> Selama pembelajaran, siswa akan bekerja secara berkelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 6 s/d 7 orang.</p> <p><b>4. Metode pembelajaran</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diskusi, penugasan dan percobaan.</li> </ul>		
<b>E. Kegiatan Pembelajaran</b>		
<b>Pertemuan 1</b>		
<p>1. Karakteristik gelombang bunyi</p> <p>2. Cepat rambat Bunyi</p> <p>Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 45 menit)</p>		
<b>A.</b>	<b>Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membuka pelajaran dengan salam pembuka dan mengkondisikan siswa untuk belajar</li> <li>• Guru mengajak siswa untuk berdoa sebelum memulai pelajaran</li> <li>• Guru mendata kehadiran siswa</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa</li> <li>• Pembiasaan profil pelajar Pancasila: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak mulia</li> </ul> </li> </ul> <p>Guru memberikan motivasi tentang manfaat belajar tentang karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi (<b>motivasi</b>)</p>	3 menit
<b>B.</b>	<b>Kegiatan Inti</b>	
	<p><b>FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini</li> <li>• Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, misalnya: “Mengapa saat terjadi petir, pengamat melihat kilatan cahaya terlebih dahulu, kemudian diikuti suara gemuruh?”</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan guru</li> <li>• Guru memberikan pujian dan memperkuat pemahaman siswa</li> </ul>	80 menit

	<p><b>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mengelompokkan siswa menjadi kelompok kecil (6-7 orang)</li> <li>• Guru memberikan LKPD kepada siswa</li> <li>• Siswa menyimak penjelasan mengenai LKPD yang akan di kerjakan</li> <li>• Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru.</li> </ul> <p><b>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa akan diarahkan untuk melakukan percobaan sesuai permasalahan yang diberikan dengan media PhET (<i>Physics Education Technology</i>)</li> <li>• Guru membimbing dan mengontrol kegiatan siswa dalam melakukan percobaan dengan media simulasi PhET</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam menyelesaikan soal-soal yang terdapat pada LKPD</li> <li>• Siswa mengerjakan tugas dalam bentuk LKPD yang telah diberikan oleh guru</li> </ul> <p><b>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik dan cepat rambat sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis)</li> <li>• Siswa akan diarahkan untuk menyampaikan hasil diskusi kelompoknya terkait percobaan yang telah dilakukan dengan media simulasi PhET</li> </ul> <p><b>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan</li> <li>• Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat)</li> <li>• Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi</li> </ul>	
<b>C. Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyimpulkan materi karakteristik dan cepat rambat bunyi</li> <li>• Guru merefleksikan materi</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa</li> <li>• Guru dan siswa mengucapkan salam penutup</li> </ul>	7 menit

<b>Pertemuan 2</b> 1. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa) 2. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 45 menit)		
<b>A. Pendahuluan</b>		<b>Waktu</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membuka pelajaran dengan salam pembuka dan mengkondisikan siswa untuk belajar</li> <li>• Guru mengajak siswa untuk berdoa sebelum memulai pelajaran</li> <li>• Guru mendata kehadiran siswa</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa</li> <li>• Pembiasaan profil pelajar Pancasila:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak mulia</li> </ul> </li> </ul> <p>Guru memberikan motivasi tentang manfaat belajar tentang karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi (<b>motivasi</b>)</p>	3 menit
<b>B. Kegiatan Inti</b>		
	<p><b>FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini</li> <li>• Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, misalnya: “Seluring adalah salah satu alat musik yang dimainkan dengan cara ditiup, alat ini juga memiliki lubang yang dapat menghasilkan nada yang berbeda. Bagaimana seruling dapat menghasilkan nada yang berbeda dan apa kaitannya dengan prinsip kerja pipa organa?” dan “Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di panggung, suara tersebut terdengar lebih pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi?”</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan guru</li> <li>• Guru memberikan pujian dan memperkuat pemahaman siswa</li> </ul> <p><b>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mengelompokkan siswa menjadi kelompok kecil (6-7 orang)</li> <li>• Guru memberikan LKPD kepada siswa</li> <li>• Siswa menyimak penjelesaian mengenai LKPD yang akan di kerjakan</li> <li>• Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru.</li> </ul>	120 menit

	<p><b>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa akan diarahkan untuk melakukan percobaan sesuai permasalahan yang diberikan dengan media PhET (<i>Physics Education Technology</i>)</li> <li>• Guru membimbing dan mengontrol kegiatan siswa dalam melakukan percobaan dengan media simulasi PhET</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam menyelesaikan soal-soal yang terdapat pada LKPD</li> <li>• Siswa mengerjakan tugas dalam bentuk LKPD yang telah diberikan oleh guru</li> </ul> <p><b>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik dan cepat rambat sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis)</li> <li>• Siswa akan diarahkan untuk menyampaikan hasil diskusi kelompoknya terkait percobaan yang telah dilakukan dengan media simulasi PhET</li> </ul> <p><b>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan</li> <li>• Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat)</li> <li>• Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi</li> </ul>	
<b>C. Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyimpulkan materi mengenai sumber bunyi (dawai dan pipa organa) dan intensitas dan taraf intensitas bunyi</li> <li>• Guru merefleksikan materi</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa</li> <li>• Guru dan siswa mengucapkan salam penutup</li> </ul>	7 menit

<p><b>Pertemuan 3</b></p> <p>1. Efek Doppler</p> <p>Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 45 menit)</p>	
<b>A. Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membuka pelajaran dengan salam pembuka dan mengkondisikan siswa untuk belajar</li> <li>• Guru mengajak siswa untuk berdoa sebelum memulai pelajaran</li> <li>• Guru mendata kehadiran siswa</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa</li> <li>• Pembiasaan profil pelajar Pancasila: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak mulia</li> </ul> </li> </ul> <p>Guru memberikan motivasi tentang manfaat belajar tentang karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi (<b>motivasi</b>)</p>	3 menit
<b>B. Kegiatan Inti</b>		
	<p><b>FASE 1: MENGORIENTASIKAN SISWA PADA MASALAH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan inti tujuan pembelajaran hari ini</li> <li>• Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, misalnya: “Pernahkah Anda mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Apa menyebabkan hal tersebut bisa terjadi?”</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan guru</li> <li>• Guru memberikan pujian dan memperkuat pemahaman siswa</li> </ul> <p><b>FASE 2: MENGORGANISASI SISWA UNTUK MENELITI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mengelompokkan siswa menjadi kelompok kecil (6-7 orang)</li> <li>• Guru memberikan LKPD kepada siswa</li> <li>• Siswa menyimak penyelesaian mengenai LKPD yang akan di kerjakan</li> </ul>	80 menit

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan dengan dipandu oleh guru.</li> </ul> <p><b>FASE 3: MEMANDU DALAM INVESTIGASI INDIVIDU MAUPUN KELOMPOK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa akan diarahkan untuk melakukan percobaan sesuai permasalahan yang diberikan dengan media PhET (<i>Physics Education Technology</i>)</li> <li>• Guru membimbing dan mengontrol kegiatan siswa dalam melakukan percobaan dengan media simulasi PhET</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam menyelesaikan soal-soal yang terdapat pada LKPD</li> <li>• Siswa mengerjakan tugas dalam bentuk LKPD yang telah diberikan oleh guru</li> </ul> <p><b>FASE 4: MENGEMBANGKAN DAN MENYAJIKAN HASIL KARYA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengolah dan menganalisis informasi mengenai karakteristik dan cepat rambat sesuai dengan LKPD melalui diskusi. (HOTS: Menganalisis)</li> <li>• Siswa akan diarahkan untuk menyampaikan hasil diskusi kelompoknya terkait percobaan yang telah dilakukan dengan media simulasi PhET</li> </ul> <p><b>FASE 5: MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan kegiatan diskusi dari materi yang dipresentasikan</li> <li>• Siswa melakukan diskusi kelas (bertanya, memberi saran, mengemukakan pendapat)</li> <li>• Guru mengklarifikasi jika terdapat miskonsepsi atau jawaban yang kurang tepat dari diskusi</li> </ul>	
<b>C. Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyimpulkan materi mengenai Efek Doppler</li> </ul>	7 menit

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru merefleksikan materi</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa</li> <li>• Guru dan siswa mengucapkan salam penutup</li> </ul>	
--	--	--

### F. Asesmen

Penilaian pemahaman sains dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan atau kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi atau penilaian portofolio.

### G. Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah kegiatan membuka pelajaran bisa mempersiapkan dan mengarahkan siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik?	
2.	Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh siswa?	
3.	Apakah siswa memberikan respon positif terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diberikan?	
4.	Apakah pelaksanaan pembelajaran hari ini dapat memberikan semangat kepada siswa untuk lebih antusias dalam pembelajaran selanjutnya?	

### H. Refleksi Siswa

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	

4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

### I. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

*Terlampir*

### J. Pengayaan dan Remedial

Bagi peserta didik yang berprestasi tinggi diberikan pengayaan berupa penyelidikan, atau peserta didik yang berprestasi tinggi juga dapat dijadikan sebagai mentor bagi peserta didik lainnya yang memiliki kesulitan dalam belajar. Sedangkan untuk kegiatan remedial dilakukan untuk peserta didik yang kesulitan dalam belajar melalui pembelajaran tambahan dan mentoring sesama peserta didik

- Remedial  
Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.
- Pengayaan  
Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

### LAMPIRAN

1. Bahan Ajar
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka

#### Lampiran 1. Bahan Ajar

##### ➤ Pertemuan 1

1. Karakteristik Gelombang Bunyi
2. Cepat Rambat Bunyi

#### A. Karakteristik Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang merambat melalui suatu medium sat, yaitu zat padat, zat cair, dan zat gas, namun tidak dapat bergerak

melalui vakum (hampa udara). Bunyi mampu merambat melalui medium dengan cara memindahkan energi kinetik dari suatu molekul ke molekul lainnya. Dalam hal ini, cepat rambat bunyi pada suatu zat padat akan lebih cepat dibandingkan melalui zat lainnya seperti zat cair maupun gas. Hal ini disebabkan karena jarak antar molekul pada zat padat lebih pendek dibandingkan pada zat cair atau gas.

Bunyi mampu mengalami beberapa peristiwa, seperti refleksi, refraksi, difraksi dan interferensi.

### **1. Refleksi**

Refleksi merupakan proses pemantulan bunyi. Pemantulan bunyi pada ruang tertutup dapat menimbulkan gaung. Gaung merupakan proses pemantulan bunyi yang bersamaan dengan bunyi asli. Sehingga mampu menyebabkan bunyi asli menjadi tidak terdengar jelas.

### **2. Refraksi**

Refraksi merupakan proses pembiasan bunyi. Proses pembiasan bunyi dapat terjadi ketika gelombang bunyi merambat dari satu medium ke medium lain yang memiliki kerapatan yang berbeda.

### **3. Difraksi**

Difraksi merupakan proses penyebaran atau pembelokan arah gelombang saat melintasi bukaan atau penghalang. Dalam hal ini, gelombang bunyi sangat mudah mengalami difraksi. Hal ini disebabkan karena gelombang bunyi di udara memiliki panjang gelombang dalam rentang beberapa sentimeter sampai dengan beberapa meter. Gelombang yang memiliki panjang gelombang lebih panjang akan lebih mudah mengalami proses difraksi.

### **4. Interferensi**

Interferensi merupakan perpaduan dua gelombang yang bersifat saling menguatkan atau meniadakan. Dalam hal ini, fenomena interferensi gelombang bunyi dapat dengan mudah dipahami ketika berada diantara dua buah pengeras suara yang memiliki frekuensi dan amplitudo yang sama atau hampir sama.

## **B. Cepat Rambat Bunyi**

Bunyi hanya bisa merambat melalui medium, baik itu berbentuk padat, cair maupun gas. Bunyi ditransfer melalui rapatan dan rengangan molekul-molekul

medium sehingga tekanan dan suhu sangat mempengaruhi cepat rambat bunyi dalam suatu medium. Makin panas suhu medium yang dilalui gelombang bunyi, maka semakin cepat merambat. Cepat rambat bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \lambda \cdot f \text{ atau } v = \frac{\lambda}{T}$$

**Keterangan:**

$v$  = cepat rambat bunyi (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang bunyi (m)

$f$  = frekuensi bunyi (Hz)

$T$  = periode (s)

Berikut merupakan beberapa data mengenai cepat rambat bunyi dalam suatu medium.

Medium	Kecepatan rambat bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (100°C)	386
Air	1490
Air Laut	1530
Aluminium	5100
Besi	5130

Makin rapat susunan partikel medium, maka semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat. Cepat rambat bunyi juga bergantung pada sifat elastisitas material dan massa jenisnya. Kedua besaran ini mempengaruhi kecepatan perambatan energi getaran pada medium, baik itu zat padat, cair maupun gas.

### 1. Cepat rambat bunyi pada zat padat

Pada benda padat, cepat rambat bunyi dihitung dengan menggunakan akar perbandingan modulud elestisitas ( $E$ ) terhadap massa jenis ( $\rho$ ) bahan tersebut, dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

**Keterangan:** $v =$  cepat rambat bunyi ( $m/s$ ) $E =$  modulus Young ( $N/m^2$ ) $\rho =$  massa jenis ( $kg/m^2$ )**2. Cepat rambat bunyi pada zat cair**

Pada zat cair, cepat rambat bunyi dipengaruhi oleh modulus Bulk ( $B$ ) dan massa jenis ( $\rho$ ) benda yang diunjukkan dengan persamaan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

**Keterangan:** $v =$  cepat rambat bunyi ( $m/s$ ) $B =$  modulus Bulk ( $N/m^2$ ) $\rho =$  massa jenis ( $kg/m^2$ )**3. Cepat rambat bunyi pada zat gas**

Pada zat gas, kecepatan yang ada pada molekul akan dipengaruhi oleh suhu, semakin cepat molekul bergerak maka bunyi akan semakin cepat dirambatkan. Dengan persamaan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R \cdot T}{Mr}}$$

**Keterangan:** $v =$  cepat rambat bunyi ( $m/s$ ) $\gamma =$  tetapan Laplace $R =$  tetapan gas umum ( $J/mol K$ ) $T =$  suhu mutlak ( $K$ ) $Mr =$  massa molekul relatif ( $kg/moll$ )**➤ Pertemuan 2****1. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa****2. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi**

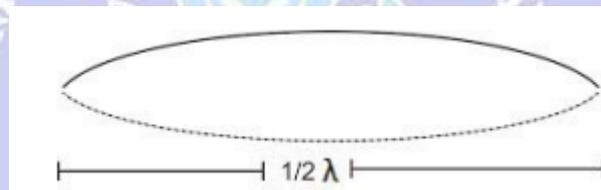
## A. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)

### 1. Dawai

Pada saat kalian memetik dawai/senar, kalian akan menghasilkan gelombang-gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil superposisi gelombang. Frekuensi yang dihasilkan akan beresonansi dengan udara di sekitar dan sampai ke telinga kalian. Gitar merupakan salah satu alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Gitar dapat menghasilkan nada-nada yang berbeda dengan jalan menekan bagian-bagian tertentu pada senar itu saat dipetik. Nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar, kemudian secara berturut-turut pola gelombang yang terbentuk menghasilkan nada atas ke-1, nada atas ke-2, nada atas ke-3 dan seterusnya.

#### a. Nada Dasar

Nada dasar terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk  $\frac{1}{2}$  gelombang seperti pada gambar.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $\frac{1}{2}\lambda$ , sehingga  $L = \frac{1}{2}\lambda$  maka  $\lambda = 2L$ . Maka frekuensi nada dasar dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

#### Keterangan:

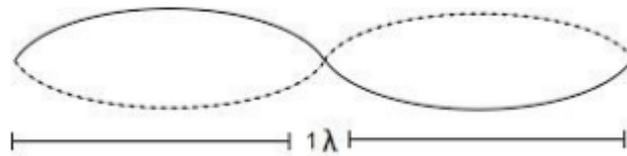
$f_0$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

#### b. Nada Atas ke-1

Nada atas ke-1 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk 1 gelombang.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $1\lambda$ , sehingga  $L = 1\lambda$  maka  $\lambda = 1$ . Maka frekuensi nada atas ke-1 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = 2 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

**Keterangan:**

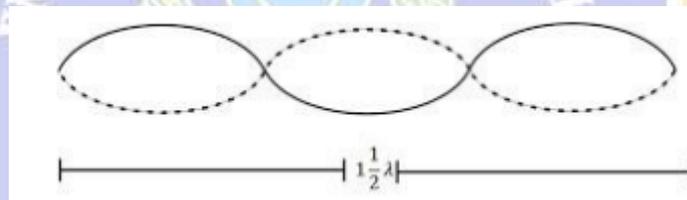
$f_1$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

**c. Nada Atas ke-2**

Nada atas ke-2 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk  $1 \frac{1}{2}$  gelombang.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $1 \frac{1}{2} \lambda$  atau  $\frac{3}{2} \lambda$ , sehingga  $L = \frac{3}{2} \lambda$  maka  $\lambda = \frac{2}{3} L$ . Maka frekuensi nada atas ke-2 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_2 = 3 \left( \frac{v}{L} \right)$$

**Keterangan:**

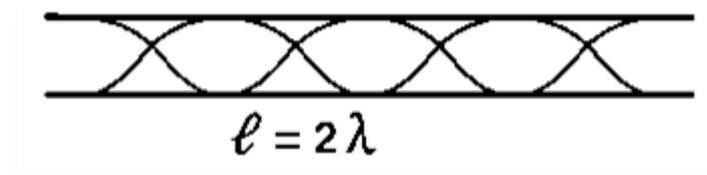
$f_2$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

**d. Nada Atas ke-3**

Nada atas ke-3 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk 2 gelombang.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $2\lambda$ , sehingga  $L = 2\lambda$  maka  $\lambda = \frac{L}{2}$ . Maka frekuensi nada atas ke-3 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_3 = 4 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

**Keterangan:**

$f_3$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

Frekuensi nada atas ke- $n$  disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi. Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa dawai dengan frekuensi nada dasarnya merupakan perbandingan bilangan bulat. Berdasarkan data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke- $n$

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L}$$

Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau resonansi.

$$f_0 = \frac{v}{2L}, f_1 = 2 \left( \frac{v}{2L} \right), f_2 = 3 \left( \frac{v}{2L} \right), f_3 = 4 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu:

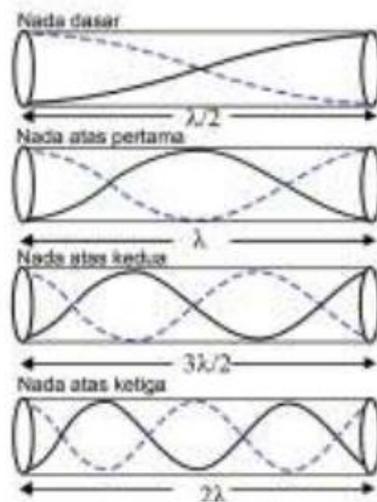
$$f_0 : f_1 : f_2 : f_3 = 1 : 2 : 3 : 4$$

## 2. Pipa Organa

Adapun sumber bunyi yang menggunakan kolom udara sebagai sumber getarnya disebut juga sebagai pipa organa, contohnya pada seruling, terompet atau piano. Pipa organa dibagi menjadi pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup.

### a. Pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka merupakan sebuah pipa dengan kolom udara tanpa penutup pada kedua ujungnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah pianika dan terompet. Sama halnya dengan dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang  $\frac{\lambda}{2}$  dan terus naik dengan beda  $\frac{\lambda}{2}$  sehingga penentuan frekuensi nada ke-n dapat ditemukan dengan persamaan berikut.

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

**Keterangan:**

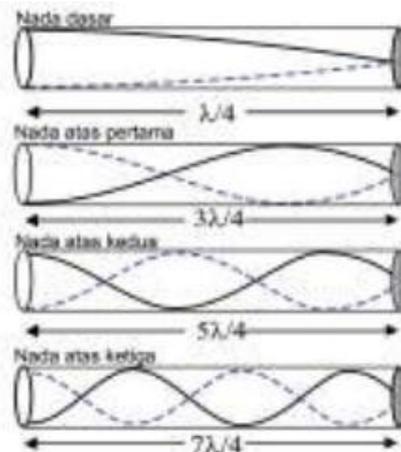
$f_0$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang kolom pipa organa (m)

**b. Pipa organa tertutup**

Pada pipa organa tertutup, salah satu ujung dari kolom udara pada pipa berada dalam posisi tertutup. Hubungan panjang gelombang dan panjang kolom, dapat dilihat pada gambar di bawah.



Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah seruling dan saksofon.. Frekuensi tiap tingkatan nada dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut.

$$f_n = \frac{2n - 1}{4L} v$$

**Keterangan:**

$f_n$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang kolom pipa organa (m)

## B. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Saat bel tanda istirahat di sekolah berdering, pernahkah kalian tidak mendengar suara bel istirahat di sekolah dengan jelas? Kira-kira, mengapa hal tersebut bisa terjadi? Kalian sudah pasti bisa menduga bahwa kalian tidak bisa mendengar dengan jelas karena posisi kalian yang agak jauh dari bel sebagai sumber bunyinya. Sebaliknya jika kalian berada dekat dengan sumber bunyi, tentu terdengar dengan jelas bahkan kadang sampai memekakkan telinga. Inilah yang dinamakan dengan Intensitas Bunyi.

### a. Intensitas bunyi

Intensitas adalah besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya (daya bunyi) secara tegak lurus. Pada dasarnya gelombang bunyi merupakan rambatan energi yang berasal dari sumber bunyi yang merambat ke

segala arah, sehingga muka gelombangnya berbentuk bola. Besarnya intensitas bunyi disuatu tempat yang berjarak  $r$  dari sumber bunyi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

**Keterangan:**

$I$  = intensitas bunyi ( $W/m^2$ )

$P$  = energi tiap waktu atau daya ( $W$ )

$A$  = Luas ( $m^2$ )

$r$  = jarak tempat dari sumber bunyi ( $m$ )

Taukah kalian bahwa kuat bunyi yang terdengar oleh telinga tidak berbanding lurus dengan besarnya intensitas bunyi. Misalnya, jika intensitas awal  $10^{-5} Wm^{-2}$  dan dinaikkan menjadi  $2 \times 10^{-5} Wm$ , ternyata telinga kita tidak mendengar bunyi dua kali lebih kuat, bahkan telinga merasa mendengar bunyi yang hampir sama kuatnya. Oleh karena jangkauan intensitas bunyi yang dapat didengar manusia sangat besar maka dibuatlah suatu besaran yang menyatakan intensitas dalam bilangan yang lebih kecil. Besaran ini dinamakan taraf intensitas bunyi disingkat TI.

**b. Taraf intensitas bunyi**

Telinga manusia memiliki batas/ambang pendengaran yang berkisar  $10^{-12} \text{ watt}/m^2$ . Jika kurang dari batas tersebut itu telinga tidak dapat mendengar bunyi dari sumber bunyi. Adapun ukuran kekuatan dari bunyi dinyatakan dengan istilah Taraf intensitas bunyi. Taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan nilai logaritma antara intensitas bunyi yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran ( $I_0$ ) yang dituliskan dalam persamaan berikut.

$$TI = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

**Keterangan:**

$TI$  = taraf intensitas bunyi ( $dB = \text{desibel}$ )

$I$  = intensitas bunyi ( $\text{watt}/m^2$ )

$I_0 =$  intensitas ambang pendengaran ( $I_0 = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$ )

Berikut merupakan contoh beberapa taraf intensitas beserta sumbernya.

Sumber Bunyi	Taraf Intensitas (dB)	Intensitas (watt/ $m^2$ )
Ambang pendengaran	0	$1 \times 10^{-12}$
Ambang rasa sakit telinga manusia	120	1
Sirene jarak 30 m	100	$1 \times 10^{-2}$
Lalu lintas ramai	70	$1 \times 10^{-3}$
Percakapan biasa jarak 50 cm	65	$3,2 \times 10^{-6}$
Radio pelan	40	$1 \times 10^{-8}$
Bisik-bisik	20	$1 \times 10^{-10}$

### ➤ Pertemuan ke 3

#### 1. Efek Doppler

##### A. Efek Doppler

Efek Doppler adalah peristiwa berubahnya frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar (P) dari frekuensi suatu sumber bunyi (S) apabila sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauhi pengamat. Efek doppler dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$f_P = \frac{v \pm v_P}{v \pm v_S} f_S$$

##### Keterangan:

$f_P$  = frekuensi yang didengar pendengar (Hz)

$v$  = kecepatan bunyi di udara (340 m/s)

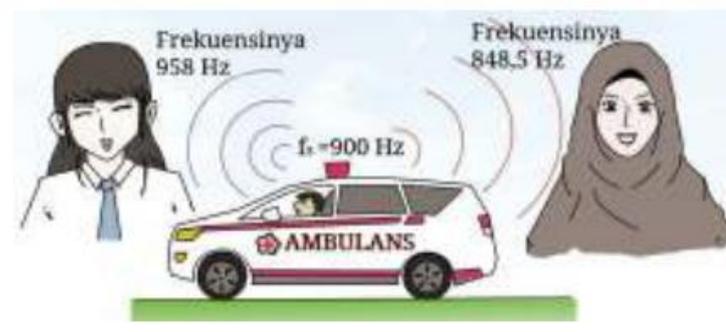
$f_S$  = frekuensi yang dipancarkan sumber bunyi (Hz)

$v_P$  = kecepatan pendengar (m/s)

$v_S$  = kecepatan sumber bunyi (m/s)

Kecepatan pendengar  $v_p$  akan bertanda (+) apabila mendekati sumber dan akan bertanda (-) apabila menjauhi sumber, sedangkan  $v_s$  menunjukkan kecepatan sumber bunyi,  $v_s$  akan bertanda (+) apabila menjauhi pengamat dan bertanda (-) apabila mendekati pengamat

Contoh dari efek Doppler dapat dilihat pada gambar di bawah. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar frekuensi yang sama, namun saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya.



Lampiran 2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

### LKPD PERTEMUAN 1

#### I. Tujuan

1. Memprediksi cepat rambat gelombang bunyi pada medium air
2. Mempresentasikan konsep fisika terhadap cepat rambat gelombang bunyi dalam medium cair

#### II. Fenomena



Gambar 1. Air Terjun

Perhatikan gambar di atas! Saat kamu sedang mendaki gunung, di tengah perjalanan kamu samar-samar mendengar ada suara air terjun. Ketika kamu terus berjalan mendekati air terjun tersebut, kamu dapat mendengar bahwa suara air terjun tersebut semakin keras terdengar. Sesampainya di lokasi air terjun, kamu melihat bahwa air yang jatuh ke permukaan air membentuk gelombang lingkaran.



*Gambar 2. Gelombang Lingkaran*

**III. Rumusan Masalah**

**IV. Hipotesis**

**V. Alat dan Bahan**

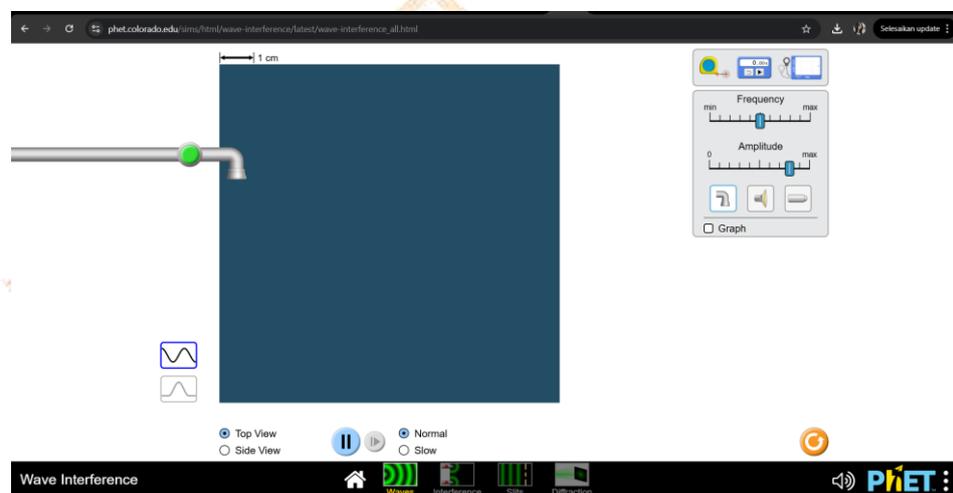
1. Smartphone dengan Aplikasi PhET
2. Lembar Kerja
3. Alat Tulis

**VI. Langkah-Langkah Percobaan**

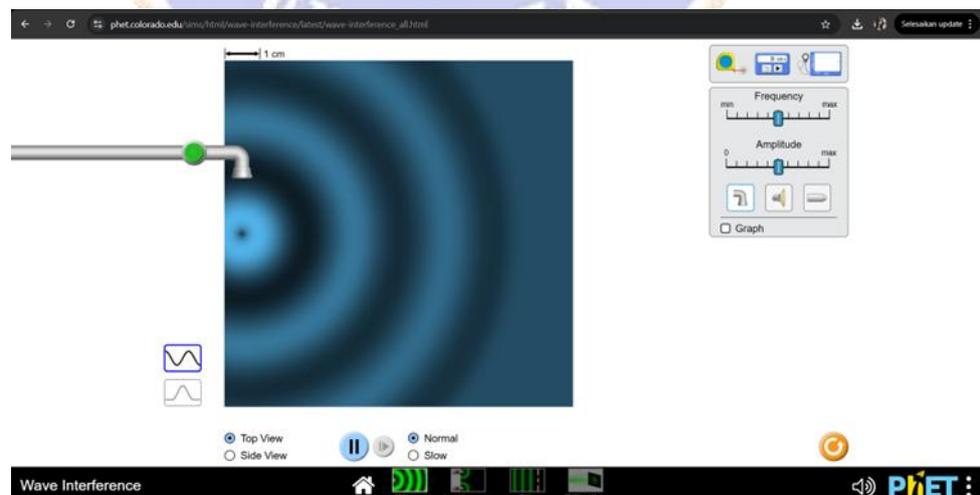
1. Siapkan semua alat dan bahan yang digunakan untuk melaksanakan praktikum.
2. Akses PhET *simulation* pada perangkat yang telah disiapkan, kemudian akses link di bawah ini.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html)

3. Pilih dan jalankan Simulasi
4. Selanjutnya, pilih percobaan “*Wave Intererence*” lalu klik “*Wave*” hingga tampilannya seperti gambar berikut.



5. Kemudian, atur nilai frekuensi dan amplitudo ke arah tengah lalu nyalakan kran air dengan cara menekan tombol berwarna hijau pada kran tersebut.



6. Lalu, siapkan osiloskop dan perhatikan bentuk gelombang yang terbentuk dan ukur 1 panjang gelombang menggunakan meteran.
7. Siapkan stopwatch untuk mengukur periode yaitu waktu yang dibutuhkan dalam membentuk 1 gelombang.
8. Catat hasil percobaan yang didapatkan ke dalam tabel hasil pengamatan.

### VII. Hasil Pengamatan

$A$ (m)	$f$ (Hz)	$\lambda$ (m)	$T$ (s)	$v$ (m/s)
Amplitudo di tengah	Frekuensi di tengah			

Keterangan:

$A$  = amplitudo (m)

$f$  = frekuensi (Hz)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$T$  = periode (s)

$v$  = cepat rambat bunyi (m/s)

### VIII. Pertanyaan

1. Bagaimana waktu yang dibutuhkan 1 gelombang ( $T$ ) pada medium air?
2. Berdasarkan hasil percobaan di atas, bagaimana konsep cepat rambat bunyi pada medium air?

### IX. Kesimpulan

## LKPD PERTEMUAN 2

### I. Tujuan percobaan:

1. Menganalisis intensitas bunyi dengan perbedaan luas permukaan
2. Presentasi hasil percobaan intensitas bunyi

## II. Fenomena



Perhatikan gambar di atas! Ketika kamu sedang menonton konser musik, kamu menontonnya dengan jarak 3 meter dari panggung. Dengan jarak tersebut kamu mendengar musik yang dimainkan begitu keras dan jelas, sehingga kamu merasakan rasa sakit pada telinga. Oleh karena itu kamu memutuskan untuk mundur ke barisan belakang dan kamu menyadari musik yang terdengar lebih sayup.

## III. Rumusan Masalah

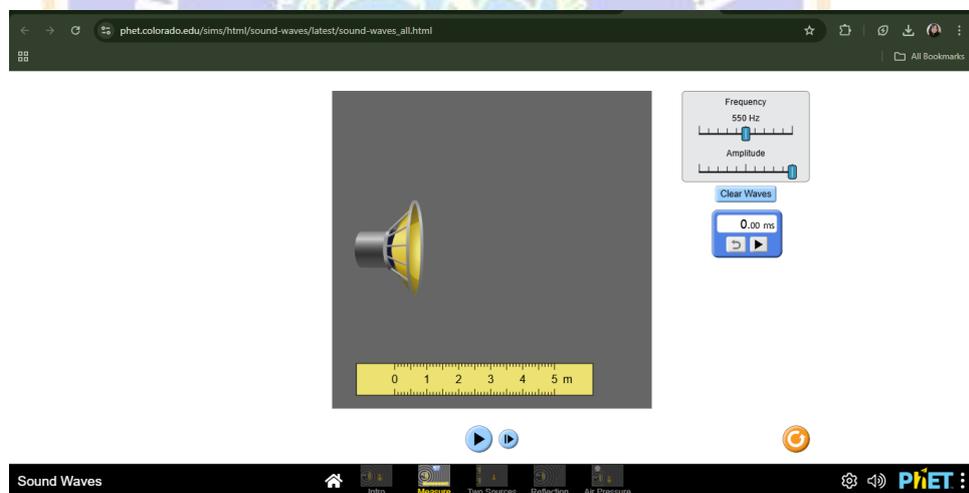
## IV. Rumusan Hipotesis

## V. Alat dan bahan :

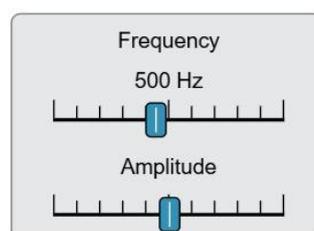
1. Smartphone dengan aplikasi PhET
2. Lembar kerja
3. Alat tulis
4. Penggaris

## VI. Langkah-langkah percobaan:

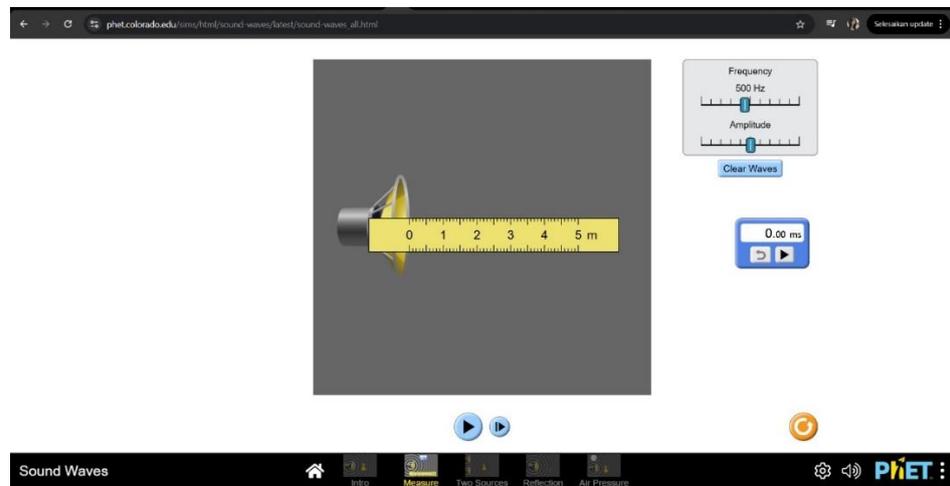
1. Siapkan semua alat dan bahan yang digunakan untuk melaksanakan praktikum
2. Akses PhET *simulation* pada perangkat yang telah disiapkan, kemudian akses link di bawah ini: [https://phet.colorado.edu/sims/html/sound-waves/latest/sound-waves\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/sound-waves/latest/sound-waves_all.html)
3. Pilih dan jalankan simulasi
4. Selanjutnya, pilih percobaan *Sound Waves* lalu klik *measure* hingga tampilannya seperti gambar berikut.



5. Kemudian atur nilai frekuensi sebesar 500 Hz dan atur amplitudo ke arah tengah seperti gambar berikut.



6. Letakkan penggaris pada sumber bunyi seperti gambar berikut.



7. Kemudian nyalakan sumber bunyi dengan mengklik tombol *play* yang terletak di bawah
8. Kemudian letakkan penggaris sebagai pembatas suara dengan mendekati sumber bunyi dan menjauhi sumber bunyi. Dengan daya yang dimiliki sumber bunyi adalah 10 watt.
9. Catat hasil percobaan yang didapat ke dalam tabel pengamatan.

## VII. Hasil Pengamatan

No.	Pembatas suara	r (m)	P (Watt)	I ( $watt/m^2$ )
1.	A		10 watt	
2.	B		10 watt	

Keterangan :

R = Jarak tempat dari sumber

P = daya sumber bunyi (Watt)

I = Intensitas bunyi ( $watt/m^2$ )

Catatan:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

## VIII. Kesimpulan



### LKPD PERTEMUAN 3

#### I. Tujuan percobaan:

1. Menganalisis perubahan pendengar mendekati dan menjauhi sumber bunyi
2. Presentasi hasil percobaan efek Doppler

#### II. Fenomena



Perhatikan gambar di atas! Ketika kamu sedang menonton siaran langsung dari balapan motor GP melalui televisi, kamu menyadari bahwa suara mesin dan suara yang dihasilkan oleh knalpot motor para pembalap akan terdengar berubah-ubah ketika melewati kamera televisi yang kamu tonton. Fenomena ini akan lebih terdengar jelas jika kamu menonton balapan ini secara langsung dari sirkuit.

### III. Rumusan Masalah

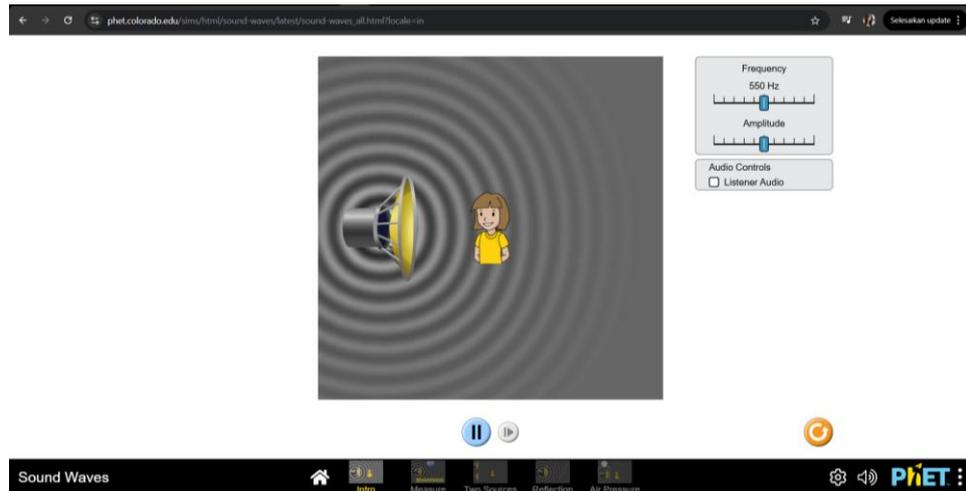
### IV. Rumusan Hipotesis

### V. Alat dan bahan :

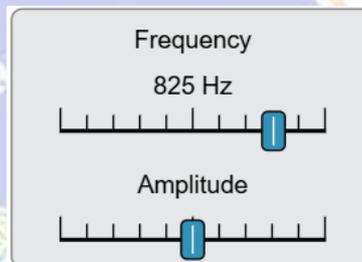
1. Smartphone dengan aplikasi PhET
2. Lembar kerja
3. Alat tulis

### VI. Langkah-langkah percobaan:

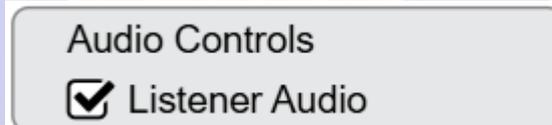
1. Siapkan semua alat dan bahan yang digunakan untuk melaksanakan praktikum
2. Akses PhET *simulation* pada perangkat yang telah disiapkan, kemudian akses link di bawah ini: <https://phet.colorado.edu/in/simulations/sound-waves/about>
3. Pilih dan jalankan simulasi
4. Selanjutnya, klik *intro* hingga tampilannya seperti gambar berikut.



5. Kemudian atur nilai frekuensi sebesar 825 Hz dan atur aplitulo ke arah tengah seperti gambar berikut.



6. Kemudian pada *audio controls* dapat diberikan centang pada bagian *listener audio* agar sumber bunyi yang digunakan dapat mengeluarkan bunyi.



7. Kemudian arahkan pendengar mendekati dan menjauhi sumber bunyi tersebut.
8. Catat hasil percobaan yang didapat ke dalam tabel pengamatan.

## VII. Hasil Pengamatan

No	Prilaku pendengar kepada sumber bunyi	Hasil
1	Pendengar mendekati sumber bunyi	

2	Pendengar menjauhi sumber bunyi	
---	---------------------------------	--

### VIII. Kesimpulan

### Lampiran 3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian

#### Lembar Observasi Penilaian Sikap

No..	Nama	Pengembangan Sikap/Prilaku				Nilai
		Rasa Ingin Tahu	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Jujur	

#### Rubrik Kriteria Penilaian Sikap

Aspek	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	2	Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
Bekerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok

	2	Kadang-kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Jujur	4	Selalu menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
	3	Sering menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
	2	Kadang-kadang menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
	1	Tidak pernah menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
Kritis	4	Selalu kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
	3	Sering kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
	2	Kadang-kadang kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
	1	Tidak pernah kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas
	3	Sering bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas
	2	Kadang-kadang bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas
	1	Tidak pernah bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas

**Keterangan:**

$$\text{Skor maksimal} = 4 \times 5 = 20$$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$$

No	Interval	Kategori
1	85-100	Sangat Baik
2	70-84	Baik
3	55-69	Cukup
4	40-54	Kurang
5	0 -39	Sangat Kurang

### Lembar Observasi Penilaian Keterampilan

No.	Nama Peserta Didik	Kinerja		Jumlah Skor	Nilai
		Presentasi/Bertanya/Menanggapi Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					

### Rubrik Penilaian Keterampilan Presentasi

Aspek	Skor	Indikator
Visualisasi	4	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gestur
	3	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gestur
	2	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gestur
	1	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gestur
Konten	4	Tepat, jelas, dan lengkap
	3	Tepat, jelas, dan tidak lengkap
	2	Tepat, tidak jelas, dan tidak lengkap
	1	Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap

### Keterangan

Skor maksimal =  $2 \times 4 = 8$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$$

No	Interval	Kategori
1	85-100	Sangat Baik

2	70-84	Baik
3	55-69	Cukup
4	40-54	Kurang
5	0 -39	Sangat Kurang



**DAFTAR PUSTAKA**

Anissa, I. (2020). *Modul pembelajaran fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jendral Paud, DIKNAS dan DIKMEN



## Lampiran 4.2 Modul Ajar Kelompok Kontrol



## MODUL AJAR

I. Informasi Umum	
<b>A. Identitas Sekolah</b>	
Nama Penulis	Gst. Agung Ayu Nyoman Triesta Ari Putri
Asal Instansi	SMA Negeri 7 Denpasar
Tahun Penyusunan	2025
Fase	F
Jenjang	SMA
Kelas	XI
Mata Pelajaran	Fisika
Alokasi Waktu	5 JP
<b>B. Kompetensi Awal</b>	
<p>Peserta didik mengenal konsep gelombang bunyi, yang meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa mengenal karakteristik gelombang bunyi</li> <li>➤ Siswa mengenal cepat rambat gelombang bunyi</li> <li>➤ Siswa mengenal intensitas dan taraf intensitas gelombang bunyi</li> <li>➤ Siswa mengenal fenomena dawai dan pipa organa</li> <li>➤ Siswa mengenal efek doppler</li> </ul>	
<b>C. Profil Belajar Pancasila</b>	
<p>Profil Pelajar Pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi pengukuran adalah sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bergotong-royong <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa bersama kelompok secara sukarela dan saling membantu dalam melakukan kegiatan penyelesaian tugas agar dapat dikerjakan dengan mudah, ringan, dan berjalan lancar.</li> <li>• Masing-masing siswa dapat berkolaborasi, saling peduli dan berbagi antar sesama temannya.</li> </ul> </li> <li>➤ Bernalar kritis <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencari Informasi yang dapat diperoleh dari buku maupun internet untuk menjawab LKPD.</li> <li>• Dapat memilih referensi informasi yang dapat dipertanggungjawabkan dan dari sumber-sumber informasi yang terpercaya.</li> <li>• Dapat berdiskusi secara bersama kelompok untuk menganalisa dan mengambil keputusan untuk menyelesaikan suatu permasalahan.</li> </ul> </li> <li>➤ Kreatif <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat presentasi dari hasil diskusi yang orisinal, bermakna, bermanfaat, dan berdampak</li> </ul> </li> </ul>	
<b>D. Sarana dan Prasarana</b>	
<p>Sarana dan prasarana yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Laptop/Smartphone</li> <li>b. LCD Proyektor</li> <li>c. LKPD</li> <li>d. Sumber ajar</li> </ol>	
<b>E. Target Siswa</b>	
Perangkat ajar ini dirancang untuk:	

√	Peserta didik regular/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar
	Peserta didik dengan kesulitan belajar seperti gaya belajar yang terbatas hanya satu gaya belajar
	Peserta didik berprestasi tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan mampu memimpin
<b>F. Model Pembelajaran</b>	
Model pembelajaran yang digunakan adalah model pembelajaran Konvensional	

## KOMPONEN INTI

<b>A. Tujuan Pembelajaran</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis karakteristik gelombang bunyi</li> <li>2. Menganalisis fenomena cepat rambat gelombang bunyi pada zat padat, zat cair dan gas.</li> <li>3. Mengevaluasi permasalahan fisis mengenai fenomena dawai dan pipa organa</li> <li>4. Menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi.</li> <li>5. Merencanakan penafsiran mengenai persamaan efek doppler.</li> </ol>
<b>B. Pemahaman Bermakna</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mampu memahami dan menganalisis karakteristik dan sifat-sifat gelombang</li> <li>• Siswa mampu menganalisis cepat rambat gelombang bunyi</li> <li>• Siswa mampu mengevaluasi fenomena dawai dan pipa organa</li> <li>• Siswa mampu menganalisis intensitas dan taraf intensitas bunyi</li> <li>• Siswa mampu merencanakan penafsiran persamaan efek doppler</li> </ul>
<b>C. Pertanyaan Pematik</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengapa saat terjadi petir, pengamat melihat kilatan cahaya terlebih dahulu, kemudian diikuti suara gemuruh?</li> <li>2. Seluring adalah salah satu alat musik yang dimainkan dengan cara ditiup, alat ini juga memiliki lubang yang dapat menghasilkan nada yang berbeda. Bagaimana seruling dapat menghasilkan nada yang berbeda dan apa kaitannya dengan prinsip kerja pipa organa?</li> <li>3. Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di panggung, suara tersebut terdengar lebih pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi?</li> <li>4. Pernahkah Anda mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Mengapa hal tersebut terjadi?</li> </ol>
<b>D. Persiapan Pembelajaran</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Materi Ajar</b> Materi ajar pada gelombang bunyi membahas tentang: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Karakteristik gelombang bunyi</li> <li>2. Cepat rambat Bunyi</li> <li>3. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)</li> <li>4. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</li> <li>5. Efek Doppler</li> </ol> </li> </ol>

<p><b>2. Kontrak Pembelajaran</b> Membahas Hak dan Kewajiban/tanggung jawab siswa selama melakukan proyek pada aspek Gelombang Bunyi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siswa berhak mengikuti proses pembelajaran setelah memenuhi prasyarat yang ditetapkan (hadir paling lambat 5 menit setelah pembelajaran dimulai).</li> <li>➤ Siswa berkewajiban mematuhi tata tertib yang diterapkan di kelas.</li> <li>➤ Siswa berkewajiban menyelesaikan semua tugas yang diberikan selama proses pembelajaran</li> <li>➤ Siswa juga bertanggung jawab atas kelancaran proses pembelajaran.</li> </ul> <p><b>3. Pengaturan Siswa</b> Selama pembelajaran, siswa akan bekerja secara berkelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 6 s/d 7 orang.</p> <p><b>4. Metode pembelajaran</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diskusi, penugasan dan percobaan.</li> </ul>		
<p><b>E. Kegiatan Pembelajaran</b></p>		
<p><b>Pertemuan 1</b> 1. Karakteristik gelombang bunyi 2. Cepat rambat Bunyi Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 45 menit)</p>		
<b>D.</b>	<b>Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membuka pelajaran dengan salam pembuka dan mengkondisikan siswa untuk belajar</li> <li>• Guru mengajak siswa untuk berdoa sebelum memulai pelajaran</li> <li>• Guru mendata kehadiran siswa</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa</li> <li>• Pembiasaan profil pelajar Pancasila: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak mulia</li> </ul> </li> </ul> <p>Guru memberikan motivasi tentang manfaat belajar tentang karakteristik gelombang bunyi dan cepat rambat bunyi (<b>motivasi</b>)</p>	3 menit
<b>E.</b>	<b>Kegiatan Inti</b>	
	<p><b>FASE 1: MENDEMONSTRASIKAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, misalnya: “Mengapa saat terjadi petir, pengamat melihat kilatan cahaya terlebih dahulu, kemudian diikuti suara gemuruh?”</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan guru</li> <li>• Guru menjelaskan materi secara umum mengenai Karakteristik Gelombang Bunyi dan Cepat Rambat Bunyi</li> </ul>	80 menit

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan dan mencatat materi yang dijelaskan oleh guru</li> <li>• Guru mngrlompokan siswa menjadi kelompok kecil (6-7 orang)</li> <li>• Guru memberikan LKPD kepada siswa</li> </ul> <p><b>FASE 2: MEMBIMBING SISWA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membimbing siswa dalam penyelesaian LKPD</li> <li>• Siswa bersama anggota kelompoknya menyelesaikan masalah yang diberikan dalam LKPD melalui diskusi</li> </ul> <p><b>FASE 3: MENGECEK PEMAHAMAN DAN MEMBERIKAN UMPAN BALIK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menunjuk siswa secara acak untuk membacakan hasil LKPD yang telah dikerjakan kemudian akan ditanggapi oleh siswa lain</li> <li>• Guru meminta siswa untuk mengumpulkan hasil pengamatan dan simulasi LKPD</li> <li>• Guru melakukan pemeriksaan LKPD yang telah dikerjakan oleh siswa</li> <li>• Guru memberikan komentar terhadap tugas yang telah dokerjakan siswa</li> <li>• Guru menyimpulkan materi pelajaran</li> <li>• Siswa mencatat kesimpulan materi pembelajaran</li> </ul> <p><b>FASE 4: MEMBERI KESEMPATAN UNTUK PELATIHAN LANJUT DAN PENERAPAN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mengajak siswa untuk mengamati lingkungan sekitar mengenai penerapan konsep cepat rambat bunyi di kehidupan sehari-hari dengan latihan soal</li> <li>• Siswa mencatat latihan soal yang diberikan oleh guru</li> </ul>	
<b>F. Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari di pertemuan berikutnya</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa</li> <li>• Guru dan siswa mengucapkan salam penutup</li> </ul>	7 menit

<p><b>Pertemuan 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)</li> <li>2. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</li> </ol> <p>Alokasi Waktu: 3 JP (3 x 45 menit)</p>	
<b>A. Pendahuluan</b>	<b>Waktu</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membuka pelajaran dengan salam pembuka dan mengkondisikan siswa untuk belajar</li> <li>• Guru mengajak siswa untuk berdoa sebelum memulai pelajaran</li> <li>• Guru mendata kehadiran siswa</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa</li> <li>• Pembiasaan profil pelajar Pancasila: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak mulia</li> </ul> </li> </ul> <p>Guru memberikan motivasi tentang manfaat belajar tentang Sumber Bunyi (<b>motivasi</b>)</p>	5 menit
<b>B. Kegiatan Inti</b>		
	<p><b>FASE 1: MENDEMONSTRASIKAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, misalnya: “Seluring adalah salah satu alat musik yang dimainkan dengan cara ditiup, alat ini juga memiliki lubang yang dapat menghasilkan nada yang berbeda. Bagaimana seruling dapat menghasilkan nada yang berbeda dan apa kaitannya dengan prinsip kerja pipa organa? dan Saat menonton sebuah konser, suara konser tersebut terdengar sangat keras di panggung, suara tersebut terdengar lebih pelan, mengapa hal tersebut bisa terjadi? ”</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan guru</li> <li>• Guru menjelaskan materi secara umum mengenai Sumber Bunyi (dawai dan pipa organa) serta Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</li> </ul>	120 menit

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Siswa memperhatikan dan mencatat materi yang dijelaskan oleh guru</li><li>• Guru mrnglompokan siswa menjadi kelompok kecil (6-7 orang)</li><li>• Guru memberikan LKPD kepada siswa</li></ul> <p><b>FASE 2: MEMBIMBING SISWA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru membimbing siswa dalam penyelesaian LKPD</li><li>• Siswa bersama anggota kelompoknya menyelesaikan masalah yang diberikan dalam LKPD melalui diskusi</li></ul> <p><b>FASE 3: MENGECEK PEMAHAMAN DAN MEMBERIKAN UMPAN BALIK</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menunjuk siswa secara acak untuk membacakan hasil LKPD yang telah dikerjakan kemudian akan ditanggapi oleh siswa lain</li><li>• Guru meminta siswa untuk mengumpulkan hasil pengamatan dan simulasi LKPD</li><li>• Guru melakukan pemeriksaan LKPD yang telah dikerjakan oleh siswa</li><li>• Guru memberikan komentar terhadap tugas yang telah dokerjakan siswa</li><li>• Guru menyimpulkan materi pelajaran</li><li>• Siswa mencatat kesimpulan materi pembelajaran</li></ul> <p><b>FASE 4: MEMBERI KESEMPATAN UNTUK PELATIHAN LANJUT DAN PENERAPAN</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru mengajak siswa untuk mengamati lingkungan sekitar mengenai penerapan Sumber Bunyi (dawai dan</li></ul>	
--	---	--

	<p>pipa organa) serta Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi di kehidupan sehari-hari dengan latihan soal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mencatat latihan soal yang diberikan oleh guru</li> </ul>	
<b>C. Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari di pertemuan berikutnya</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa</li> <li>• Guru dan siswa mengucapkan salam penutup</li> </ul>	10 menit

<p><b>Pertemuan 3</b></p> <p>1. Efek Doppler</p> <p>Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 45 menit)</p>		
<b>D. Pendahuluan</b>		<b>Waktu</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membuka pelajaran dengan salam pembuka dan mengkondisikan siswa untuk belajar</li> <li>• Guru mengajak siswa untuk berdoa sebelum memulai pelajaran</li> <li>• Guru mendata kehadiran siswa</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa</li> <li>• Pembiasaan profil pelajar Pancasila: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak mulia</li> </ul> </li> </ul> <p>Guru memberikan motivasi tentang manfaat belajar tentang Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi (<b>motivasi</b>)</p>	3 menit
<b>E. Kegiatan Inti</b>		
	<b>FASE 1: MENDEMONSTRASIKAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN</b>	80 menit

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru memberikan tahap apersepsi untuk mengetahui pengetahuan awal siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari, misalnya: “Pernahkah Anda mendengar suara sirene ambulans yang terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh? Mengapa hal tersebut terjadi?”</li><li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan guru</li><li>• Guru menjelaskan materi secara umum mengenai Efek Doppler</li><li>• Siswa memperhatikan dan mencatat materi yang dijelaskan oleh guru</li><li>• Guru mrnglompokan siswa menjadi kelompok kecil (6-7 orang)</li><li>• Guru memberikan LKPD kepada siswa</li></ul> <p><b>FASE 2: MEMBIMBING SISWA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru membimbing siswa dalam penyelesaian LKPD</li><li>• Siswa bersama anggota kelompoknya menyelesaikan masalah yang diberikan dalam LKPD melalui diskusi</li></ul> <p><b>FASE 3: MENGECEK PEMAHAMAN DAN MEMBERIKAN UMPAN BALIK</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menunjuk siswa secara acak untuk membacakan hasil LKPD yang telah dikerjakan kemudian akan ditanggapi oleh siswa lain</li><li>• Guru meminta siswa untuk mengumpulkan hasil pengamatan dan simulasi LKPD</li><li>• Guru melakukan pemeriksaan LKPD yang telah dikerjakan oleh siswa</li><li>• Guru memberikan komentar terhadap tugas yang telah dokerjakan siswa</li></ul>	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyimpulkan materi pelajaran</li> <li>• Siswa mencatat kesimpulan materi pembelajaran</li> </ul> <p><b>FASE 4: MEMBERI KESEMPATAN UNTUK PELATIHAN LANJUT DAN PENERAPAN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mengajak siswa untuk mengamati lingkungan sekitar mengenai penerapan konsep efek doppler di kehidupan sehari-hari dengan latihan soal</li> <li>• Siswa mencatat latihan soal yang diberikan oleh guru</li> </ul>	
<b>F. Penutup</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari di pertemuan berikutnya</li> <li>• Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa</li> <li>• Guru dan siswa mengucapkan salam penutup</li> </ul>	7 menit

### K. Asesmen

Penilaian pemahaman sains dilakukan selama proses pembelajaran melalui tes lisan atau kuis dan tes formatif. Penilaian keterampilan proses dilakukan selama proses pembelajaran melalui presentasi atau penilaian portofolio.

### L. Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
5.	Apakah kegiatan membuka pelajaran bisa mempersiapkan dan mengarahkan siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik?	
6.	Apakah cara penyampaian materi dapat diterima dengan baik oleh siswa?	
7.	Apakah siswa memberikan respon positif terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diberikan?	
8.	Apakah pelaksanaan pembelajaran hari ini dapat memberikan semangat kepada siswa untuk lebih antusias dalam pembelajaran selanjutnya?	

### M. Refleksi Siswa

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban

1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?		
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?		
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang		
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?		
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?		

#### **N. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)**

*Terlampir*

#### **O. Pengayaan dan Remedial**

Bagi peserta didik yang berprestasi tinggi diberikan pengayaan berupa penyelidikan, atau peserta didik yang berprestasi tinggi juga dapat dijadikan sebagai mentor bagi peserta didik lainnya yang memiliki kesulitan dalam belajar. Sedangkan untuk kegiatan remedial dilakukan untuk peserta didik yang kesulitan dalam belajar melalui pembelajaran tambahan dan mentoring sesama peserta didik

- Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

- Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

### **LAMPIRAN**

1. Bahan Ajar
2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian
4. Daftar Pustaka

## Lampiran 1. Bahan Ajar

### ➤ Pertemuan 1

1. Karakteristik Gelombang Bunyi
2. Cepat Rambat Bunyi

### C. Karakteristik Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang merambat melalui suatu medium sat, yaitu zat padat, zat cair, dan zat gas, namun tidak dapat bergerak melalui vakum (hampa udara). Bunyi mampu merambat melalui medium dengan cara memindahkan energi kinetik dari suatu molekul ke molekul lainnya. Dalam hal ini, cepat rambat bunyi pada suatu zat padat akan lebih cepat dibandingkan melalui zat lainnya seperti zat cair maupun gas. Hal ini disebabkan karena jarak antar molekul pada zat padat lebih pendek dibandingkan pada zat cair atau gas.

Bunyi mampu mengalami beberapa peristiwa, seperti refleksi, refaksi, difraksi dan interferensi.

#### 5. Refleksi

Refleksi merupakan proses pemantulan bunyi. Pemantulan bunyi pada ruang tertutup dapat menimbulkan gaung. Gaung merupakan proses pemantulan bunyi yang bersamaan dengan bunyi asli. Sehingga mampu menyebabkan bunyi asli menjadi tidak terdengar jelas.

#### 6. Refraksi

Refaksi merupakan proses pembiasan bunyi. Proses pembiasan bunyi dapat terjadi ketika gelombang bunyi merambat dari satu medium ke medium lain yang memiliki kerapatan yang berbeda.

#### 7. Difraksi

Difraksi merupakan proses penyebaran atau pembelokan arah gelombang saat melintasi bukaan atau penghalang. Dalam hali ini, gelombang bunyi sangat mudah mengalami difraksi. Hal ini disebabkan karena gelombang bunyi di udara memiliki panjang gelombang dalam rentang beberapa sentimeter sampai dengan beberapa meter. Gelombang yang memiliki panjang gelombang lebih panjang akan lebih mudah mengalami proses difraksi.

#### 8. Interferensi

Interferensi merupakan perpaduan dua gelombang yang bersifat saling menguatkan atau meniadakan. Dalam hal ini, fenomena interferensi gelombang bunyi dapat dengan mudah dipahami ketika ketika berada diantara duah buah pengeras suara yang memiliki frekuensi dan amplitudo yang sama atau hampir sama.

#### D. Cepat Rambat Bunyi

Bunyi hanya bisa merambat melalui medium, baik itu berbentuk padat, cair maupun gas. Bunyi ditransfer melalui rapatan dan rengangan molekul-molekul medium sehingga tekanan dan suhu sangat mempengaruhi cepat rambat bunyi dalam suatu medium. Makin panas suhu medium yang dilalui gelombang bunyi, maka semakin cepat merambat. Cepat rambat bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \lambda \cdot f \text{ atau } v = \frac{\lambda}{T}$$

##### Keterangan:

$v$  = cepat rambat bunyi (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang bunyi (m)

$f$  = frekuensi bunyi (Hz)

$T$  = periode (s)

Berikut merupakan beberapa data mengenai cepat rambat bunyi dalam suatu medium.

Medium	Kecepatan rambat bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (100°C)	386
Air	1490
Air Laut	1530
Aluminium	5100
Besi	5130

Makin rapat susunan partikel medium, maka semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat. Cepat rambat bunyi juga bergantung pada sifat elastisitas material dan massa jenisnya. Kedua

besaran ini mempengaruhi kecepatan perambatan energi getaran pada medium, baik itu zat padat, cair maupun gas.

#### 4. Cepat rambat bunyi pada zat padat

Pada benda padat, cepat rambat bunyi dihitung dengan menggunakan akar perbandingan modulus elastisitas ( $E$ ) terhadap massa jenis ( $\rho$ ) bahan tersebut, dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

##### Keterangan:

$v$  = cepat rambat bunyi ( $m/s$ )

$E$  = modulus Young ( $N/m^2$ )

$\rho$  = massa jenis ( $kg/m^2$ )

#### 5. Cepat rambat bunyi pada zat cair

Pada zat cair, cepat rambat bunyi dipengaruhi oleh modulus Bulk ( $B$ ) dan massa jenis ( $\rho$ ) benda yang diunjukkan dengan persamaan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

##### Keterangan:

$v$  = cepat rambat bunyi ( $m/s$ )

$B$  = modulus Bulk ( $N/m^2$ )

$\rho$  = massa jenis ( $kg/m^2$ )

#### 6. Cepat rambat bunyi pada zat gas

Pada zat gas, kecepatan yang ada pada molekul akan dipengaruhi oleh suhu, semakin cepat molekul bergerak maka bunyi akan semakin cepat dirambatkan. Dengan persamaan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R \cdot T}{Mr}}$$

##### Keterangan:

$v$  = cepat rambat bunyi ( $m/s$ )

$\gamma$  = tetapan Laplace

$R$  = tetapan gas umum ( $J/mol K$ )

$T$  = suhu mutlak ( $K$ )

$Mr$  = massa molekul relatif ( $kg/mol$ )

➤ **Pertemuan 2**

**3. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa**

**4. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi**

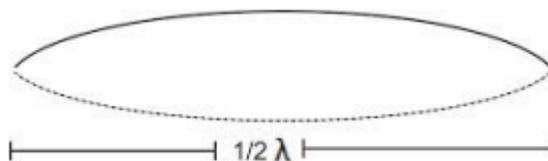
**A. Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa)**

**3. Dawai**

Pada saat kalian memetik dawai/senar, kalian akan menghasilkan gelombang-gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil superposisi gelombang. Frekuensi yang dihasilkan akan beresonansi dengan udara di sekitar dan sampai ke telinga kalian. Gitar merupakan salah satu alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Gitar dapat menghasilkan nada-nada yang berbeda dengan jalan menekan bagian-bagian tertentu pada senar itu saat dipetik. Nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar, kemudian secara berturut-turut pola gelombang yang terbentuk menghasilkan nada atas ke-1, nada atas ke-2, nada atas ke-3 dan seterusnya.

**e. Nada Dasar**

Nada dasar terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk  $\frac{1}{2}$  gelombang seperti pada gambar.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $\frac{1}{2}\lambda$ , sehingga  $L = \frac{1}{2}\lambda$  maka  $\lambda = 2L$ . Maka frekuensi nada dasar dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

**Keterangan:**

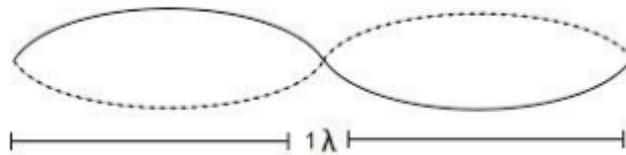
$f_0$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

**f. Nada Atas ke-1**

Nada atas ke-1 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk 1 gelombang.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $1\lambda$ , sehingga  $L = 1\lambda$  maka  $\lambda = 1$ . Maka frekuensi nada atas ke-1 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = 2 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

**Keterangan:**

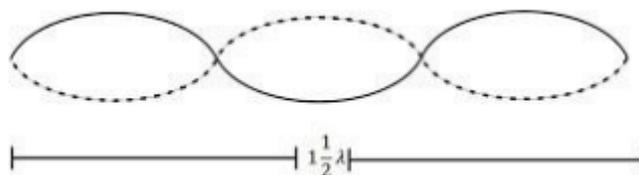
$f_1$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

**g. Nada Atas ke-2**

Nada atas ke-2 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk  $1 \frac{1}{2}$  gelombang.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $1 \frac{1}{2}\lambda$  atau  $\frac{3}{2}\lambda$ , sehingga  $L = \frac{3}{2}\lambda$  maka  $\lambda = \frac{2}{3}L$ . Maka frekuensi nada atas ke-2 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_2 = 3 \left( \frac{v}{L} \right)$$

**Keterangan:**

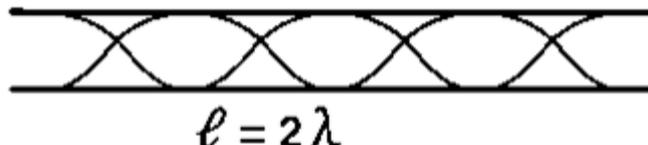
$f_2$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

#### h. Nada Atas ke-3

Nada atas ke-3 terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk 2 gelombang.



Tali dengan panjang ( $L$ ) membentuk  $2\lambda$ , sehingga  $L = 2\lambda$  maka  $\lambda = \frac{L}{2}$ . Maka frekuensi nada atas ke-3 dapat dilihat dengan persamaan berikut.

$$f_3 = 4 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

#### Keterangan:

$f_3$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

Frekuensi nada atas ke- $n$  disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi. Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa dawai dengan frekuensi nada dasarnya merupakan perbandingan bilangan bulat. Berdasarkan data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke- $n$

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L}$$

Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau resonansi.

$$f_0 = \frac{v}{2L}, f_1 = 2 \left( \frac{v}{2L} \right), f_2 = 3 \left( \frac{v}{2L} \right), f_3 = 4 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi di atas, yaitu:

$$f_0 : f_1 : f_2 : f_3 = 1 : 2 : 3 : 4$$

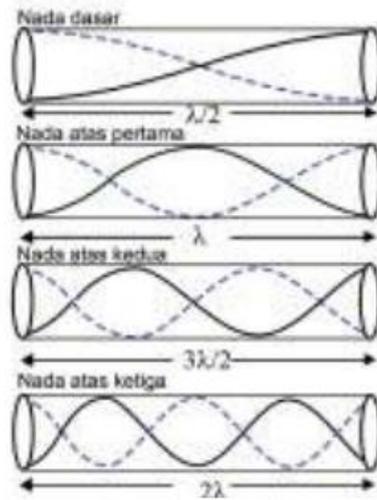
#### 4. Pipa Organa

Adapun sumber bunyi yang menggunakan kolom udara sebagai sumber getarnya disebut juga sebagai pipa organa, contohnya pada seruling, terompet

atau piano. Pipa organa dibagi menjadi pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup.

#### a. Pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka merupakan sebuah pipa dengan kolom udara tanpa penutup pada kedua ujungnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah pianika dan terompet. Sama halnya dengan dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang  $\frac{\lambda}{2}$  dan terus naik dengan beda  $\frac{\lambda}{2}$  sehingga penentuan frekuensi nada ke-n dapat ditemukan dengan persamaan berikut.

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

#### Keterangan:

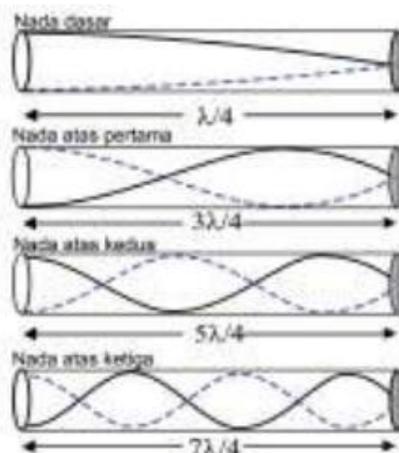
$f_0$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang kolom pipa organa (m)

#### b. Pipa organa tertutup

Pada pipa organa tertutup, salah satu ujung dari kolom udara pada pipa berada dalam posisi tertutup. Hubungan panjang gelombang dan panjang kolom, dapat dilihat pada gambar di bawah.



Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah seruling dan saksofon.. Frekuensi tiap tingkatan nada dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut.

$$f_n = \frac{2n - 1}{4L} v$$

**Keterangan:**

$f_n$  = frekuensi nada dasar (Hz)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$L$  = panjang kolom pipa organa (m)

## B. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Saat bel tanda istirahat di sekolah berdering, pernahkah kalian tidak mendengar suara bel istirahat di sekolah dengan jelas? Kira-kira, mengapa hal tersebut bisa terjadi? Kalian sudah pasti bisa menduga bahwa kalian tidak bisa mendengar dengan jelas karena posisi kalian yang agak jauh dari bel sebagai sumber bunyinya. Sebaliknya jika kalian berada dekat dengan sumber bunyi, tentu terdengar dengan jelas bahkan kadang sampai memekakkan telinga. Inilah yang dinamakan dengan Intensitas Bunyi.

### c. Intensitas bunyi

Intensitas adalah besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya (daya bunyi) secara tegak lurus. Pada dasarnya gelombang bunyi merupakan rambatan energi yang berasal dari sumber bunyi yang merambat ke

segala arah, sehingga muka gelombangnya berbentuk bola. Besarnya intensitas bunyi disuatu tempat yang berjarak  $r$  dari sumber bunyi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

**Keterangan:**

$I$  = intensitas bunyi ( $W/m^2$ )

$P$  = energi tiap waktu atau daya (W)

$A$  = Luas ( $m^2$ )

$r$  = jarak tempat dari sumber bunyi (m)

Taukah kalian bahwa kuat bunyi yang terdengar oleh telinga tidak berbanding lurus dengan besarnya intensitas bunyi. Misalnya, jika intensitas awal  $10^{-5} Wm^{-2}$  dan dinaikkan menjadi  $2 \times 10^{-5} Wm$ , ternyata telinga kita tidak mendengar bunyi dua kali lebih kuat, bahkan telinga merasa mendengar bunyi yang hampir sama kuatnya. Oleh karena jangkauan intensitas bunyi yang dapat didengar manusia sangat besar maka dibuatlah suatu besaran yang menyatakan intensitas dalam bilangan yang lebih kecil. Besaran ini dinamakan taraf intensitas bunyi disingkat TI.

#### d. Taraf intensitas bunyi

Telinga manusia memiliki batas/ambang pendengaran yang berkisar  $10^{-12} watt/m^2$ . Jika kurang dari batas tersebut itu telinga tidak dapat mendengar bunyi dari sumber bunyi. Adapun ukuran kekuatan dari bunyi dinyatakan dengan istilah Taraf intensitas bunyi. Taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan nilai logaritma antara intensitas bunyi yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran ( $I_0$ ) yang dituliskan dalam persamaan berikut.

$$TI = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

**Keterangan:**

$TI$  = taraf intensitas bunyi ( $dB = desibel$ )

$I$  = intensitas bunyi ( $watt/m^2$ )

$I_0$  = intensitas ambang pendengaran ( $I_0 = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$ )

Berikut merupakan contoh beberapa taraf intensitas beserta sumbernya.

Sumber Bunyi	Taraf Intensitas (dB)	Intensitas (watt/ $m^2$ )
Ambang pendengaran	0	$1 \times 10^{-12}$
Ambang rasa sakit telinga manusia	120	1
Sirene jarak 30 m	100	$1 \times 10^{-2}$
Lalu lintas ramai	70	$1 \times 10^{-3}$
Percakapan biasa jarak 50 cm	65	$3,2 \times 10^{-6}$
Radio pelan	40	$1 \times 10^{-8}$
Bisik-bisik	20	$1 \times 10^{-10}$

### ➤ Pertemuan ke 3

#### 2. Efek Doppler

##### B. Efek Doppler

Efek Doppler adalah peristiwa berubahnya frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar (P) dari frekuensi suatu sumber bunyi (S) apabila sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauhi pengamat. Efek doppler dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$f_P = \frac{v \pm v_P}{v \pm v_S} f_S$$

##### Keterangan:

$f_P$  = frekuensi yang didengar pendengar (Hz)

$v$  = kecepatan bunyi di udara (340 m/s)

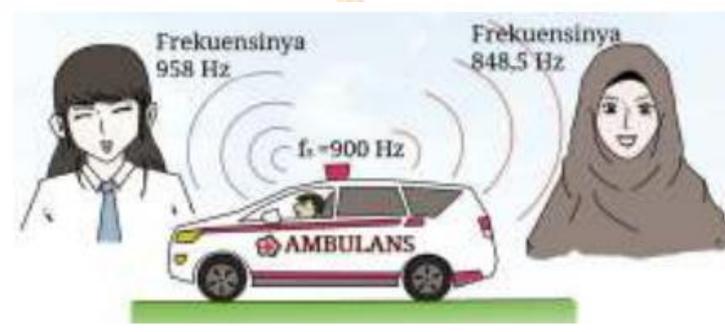
$f_S$  = frekuensi yang dipancarkan sumber bunyi (Hz)

$v_P$  = kecepatan pendengar (m/s)

$v_S$  = kecepatan sumber bunyi (m/s)

Kecepatan pendengar  $v_p$  akan bertanda (+) apabila mendekati sumber dan akan bertanda (-) apabila menjauhi sumber, sedangkan  $v_s$  menunjukkan kecepatan sumber bunyi,  $v_s$  akan bertanda (+) apabila menjauhi pengamat dan bertanda (-) apabila mendekati pengamat

Contoh dari efek Doppler dapat dilihat pada gambar di bawah. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar frekuensi yang sama, namun saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya.



Lampiran 2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

### LKPD PERTEMUAN 1

**Nama Kelompok:**

**Kelas:**

**Soal:**

Perhatikan gambar di bawah!



Pada permainan tradisional seperti telepon kaleng, kita dapat mendengar suara teman kita melalui kaleng tersebut. Hal ini terjadi ketika benang yang digunakan

ditegangkan, namun ketika benang tersebut kendur kita tidak dapat mendengar suara teman kita.

Pertanyaan:

1. Apa yang menyebabkan suara kita dapat didengar melalui permainan tersebut?
2. Sebutkan medium perambatan bunyi!
3. Jika frekuensi gelombang yang dihasilkan adalah 30 Hz dengan jarak sejauh 40 cm, maka berapakah cepat rambat gelombang tersebut?

## LKPD PERTEMUAN 2

**Nama Kelompok:**

**Kelas:**

1. Cermati situasi masalah berikut ini!  
Saksofon merupakan alat music yang menghasilkan suara melalui getaran udara di dalam pipa. Alat music ini memiliki lubang-lubang yang dapat dibuka dan ditutup untuk mengubah Panjang kolom udara di dalamnya. Sehingga dapat menghasilkan nada yang berbeda. Dari pernyataan di atas, mengapa lubang tersebut dapat menghasilkan nada yang berbeda? Saat seseorang memainkannya, mengapa nada yang dihasilkan sumbang? Adakah hubungannya dengan prinsip dari pipa organa pada fisika? Berikan argumen Anda terhadap situasi tersebut!
2. Terdapat sumber gelombang bunyi yang memancarkan gelombang ke medium sekitarnya dengan besar daya 3,14 watt. Tentukanlah intensitas gelombang bunyi pada jarak 10 meter dari sumber bunyi.
3. Taraf intensitas sebuah mesin jahit 30 dB dan intensitas ambang bunyi besarnya  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup> maka berapa besar intensitas bunyi untuk 100 mesin jahit?
4. Tentukanlah pernyataan berikut, dengan memilih salah atau benar
  - a. Taraf bunyi adalah ukuran kuat atau lemahnya bunyi yang didengar.
  - b. Semakin besar amplitudo gelombang suara, semakin rendah intensitas bunyinya.

- c. Satuan SI untuk intensitas bunyi adalah desibel (dB).
  - d. Bunyi dapat merambat di ruang hampa
  - e. Bunyi dapat merambat lebih cepat dalam udara dingin di bandingkan di udara panas.
5. Apakah perbedaan yang dimiliki oleh taraf intensitas bunyi dengan intensitas bunyi?

### LKPD PERTEMUAN 3

**Nama Kelompok:**

**Kelas:**

1. Mengapa suara sirene ambulans terdengar lebih tinggi saat mendekat dan lebih rendah saat menjauh?
2. Jelaskan perbedaan frekuensi bunyi yang diterima oleh pengamat diam saat sumber bunyi bergerak mendekat dan menjauh.
3. Sebuah mobil ambulans membunyikan sirene dengan frekuensi 1000 Hz dan bergerak menuju pengamat dengan kecepatan 20 m/s. Jika cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, hitung frekuensi bunyi yang didengar pengamat!
4. Ambulance sedang membawa pasien ke rumah sakit dengan kecepatan 90 km/jam. Saat mobil melintasi lampu merah, sirene yang dibunyikan menghasilkan frekuensi sebesar 2000 Hz, para pengendara akan mendengar suara tersebut dengan minimal frekuensi 2000 Hz. Apakah pengendara yang berhenti dilampu merah akan menepi? Berikan pendapatmu!

### Lampiran 3. Kisi-kisi Instrumen dan Rubrik Penilaian

#### Lembar Observasi Penilaian Sikap

No.	Nama	Pengembangan Sikap/Prilaku				Nilai
		Rasa Ingin Tahu	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Jujur	


Rubrik Kriteria Penilaian Sikap

Aspek	Skor	Indikator
Rasa Ingin Tahu	4	Selalu bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	3	Sering bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	2	Kadang-kadang bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
	1	Tidak pernah bertanya dan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber
Bekerja Sama	4	Selalu bekerja sama dengan teman kelompok
	3	Sering bekerja sama dengan teman kelompok
	2	Kadang-kadang bekerja sama dengan teman kelompok
	1	Tidak pernah bekerja sama dengan teman kelompok
Jujur	4	Selalu menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
	3	Sering menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
	2	Kadang-kadang menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
	1	Tidak pernah menyajikan/ mengasosiasi/ menyimpulkan data/ informasi dengan jujur
Kritis	4	Selalu kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
	3	Sering kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
	2	Kadang-kadang kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
	1	Tidak pernah kritis dalam mengasosiasi/ menganalisis data menanggapi pertanyaan/ permasalahan
Tanggung Jawab	4	Selalu bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas

	3	Sering bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas
	2	Kadang-kadang bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas
	1	Tidak pernah bertanggungjawab dalam hal melakukan pengamatan, mencatat data, mendeskripsikan hasil pengamatan, menyimpulkan hasil pengamatan dan menyusun laporan/ tugas

**Keterangan:**

Skor maksimal =  $4 \times 5 = 20$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$$

No	Interval	Kategori
1	85-100	Sangat Baik
2	70-84	Baik
3	55-69	Cukup
4	40-54	Kurang
5	0 -39	Sangat Kurang

## Lembar Observasi Penilaian Keterampilan

No	Nama Peserta Didik	Kinerja		Jumlah Skor	Nilai
		Presentasi/Bertanya/Menanggapi Visualisasi	Konten		
1					
2					
3					
4					

## Rubrik Penilaian Keterampilan Presentasi

Aspek	Skor	Indikator
Visualisasi	4	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar serta menggunakan gestur
	3	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang jelas dan lancar tanpa menggunakan gestur

	2	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta menggunakan gestur
	1	Presentasi/ bertanya/ menanggapi dengan bahasa yang tidak jelas dan tidak lancar serta tanpa menggunakan gestur
Konten	4	Tepat, jelas, dan lengkap
	3	Tepat, jelas, dan tidak lengkap
	2	Tepat, tidak jelas, dan tidak lengkap
	1	Salah, tidak jelas, dan tidak lengkap

### Keterangan

Skor maksimal =  $2 \times 4 = 8$

Nilai =  $\frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$

No	Interval	Kategori
1	85-100	Sangat Baik
2	70-84	Baik
3	55-69	Cukup
4	40-54	Kurang
5	0 -39	Sangat Kurang



**DAFTAR PUSTAKA**

Anissa, I. (2020). *Modul pembelajaran fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jendral Paud, DIKNAS dan DIKM



**LAMPIRAN V**  
**DATA HASIL PENELITIAN**

- 
- Lampiran 5.1 Data Hasil *Pretest* Kelompok Eksperimen
- Lampiran 5.2 Data Hasil *Pretest* Kelompok Kontrol
- Lampiran 5.3 Data Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen
- Lampiran 5.4 Data Hasil *Posttest* Kelompok Kontrol
- Lampiran 5.5 Hasil *Pretest* Setiap Dimensi KBK
- Lampiran 5.6 Hasil *Posttest* Setiap Dimensi KBK

**Lampiran 5.1** Data Hasil *Pretest* Kelompok Eksperimen

Data Hasil *Pretest* Keterampilan Berpikir Kritis Kelompok Eksperimen

No.	Skor Perbutir										Tota 1	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10	25
2	3	3	2	1	1	2	1	0	2	0	15	37,5
3	2	2	1	2	2	2	0	1	2	1	15	37,5
4	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	16	40
5	1	2	2	1	0	1	0	0	1	1	9	22,5
6	1	1	1	1	1	2	2	1	0	0	10	25
7	2	2	1	1	0	2	1	0	1	0	10	25
8	1	1	1	0	2	2	2	1	1	1	12	30
9	2	2	2	1	1	2	1	1	0	1	13	32,5
10	3	2	0	2	0	2	0	0	1	1	11	27,5
11	3	2	2	0	0	1	1	0	1	0	10	25
12	2	2	2	1	1	0	0	0	1	0	9	22,5
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	25
14	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	22,5
15	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	7	17,5
16	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	7	17,5
17	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	16	40
18	2	1	1	2	0	2	1	1	2	1	13	32,5
19	3	1	0	2	1	2	0	0	2	2	13	32,5
20	2	2	0	1	0	0	2	0	0	2	9	22,5
21	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	14	35
22	1	2	1	1	2	2	2	2	0	0	13	32,5
23	2	2	3	1	0	2	2	2	0	0	14	35
24	1	2	1	2	1	2	0	0	1	1	11	27,5
25	3	2	0	2	2	2	0	0	2	3	16	40
26	2	2	3	2	2	2	2	1	0	0	16	40
27	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	11	27,5
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	22,5
29	2	1	0	1	1	2	2	1	2	2	14	35
30	2	2	0	3	0	2	2	0	2	2	15	37,5
31	2	2	1	0	2	2	3	0	1	2	15	37,5
32	2	1	1	1	1	2	1	0	0	0	9	22,5
33	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	7	17,5
34	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	13	32,5
35	2	2	1	0	1	2	0	0	2	0	10	25
36	2	2	1	2	0	1	0	0	2	0	10	25

No.	Skor Perbutir										Tota 1	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
37	2	2	2	2	1	0	1	0	0	0	10	25
38	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	8	20
39	2	2	1	2	1	2	1	0	2	2	15	37,5
40	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	13	32,5
41	2	2	0	2	1	0	2	0	2	2	13	32,5
42	1	1	1	1	2	0	2	2	1	0	11	27,5
43	1	1	2	2	0	2	0	0	0	0	8	20
44	1	1	1	1	0	1	2	0	1	0	8	20
45	2	2	0	1	0	1	0	0	1	1	8	20
46	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	20
47	1	1	0	0	0	1	0	0	9	0	12	30
48	2	1	0	2	1	1	0	0	2	0	9	22,5
49	1	2	3	2	0	2	0	0	1	1	12	30
50	3	1	3	2	1	1	0	0	1	1	13	32,5
51	3	2	2	0	2	2	0	0	1	0	12	30
52	2	2	1	1	0	0	0	0	2	0	8	20
53	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	6	15
54	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	6	15
55	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	7	17,5
56	1	2	1	1	0	1	0	0	2	2	10	25
57	2	1	1	1	0	1	2	0	0	2	10	25
58	1	2	2	1	0	1	2	0	1	1	11	27,5
59	2	2	1	2	0	2	2	1	1	2	15	37,5
60	1	2	1	1	1	2	2	1	0	0	11	27,5
61	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	6	15
62	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	7	17,5
63	3	2	2	1	2	2	1	0	1	0	14	35
64	2	2	1	1	0	2	0	0	1	2	11	27,5
65	2	2	1	1	1	1	0	0	2	2	12	30
66	1	2	1	0	2	2	2	0	2	2	14	35
67	1	2	1	1	2	2	2	0	0	1	12	30
68	2	2	1	2	2	1	1	0	0	0	11	27,5
69	2	2	0	2	0	2	2	0	2	2	14	35
70	3	2	1	3	2	1	2	0	0	0	14	35
71	2	1	1	0	2	1	0	0	2	2	11	27,5
72	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	9	22,5
73	1	1	0	2	0	1	1	1	1	1	9	22,5
74	2	2	0	2	1	2	0	0	2	1	12	30
75	3	2	0	1	2	2	1	0	0	0	11	27,5

No.	Skor Perbutir										Tota 1	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
76	2	2	1	2	2	2	2	0	0	0	13	32,5
77	3	2	1	2	0	0	0	0	2	2	12	30
78	3	2	1	1	2	1	1	0	0	0	11	27,5
79	2	2	1	2	1	1	2	0	0	1	12	30
80	2	2	1	2	0	2	0	1	2	0	12	30
81	3	2	1	1	0	2	0	1	1	0	11	27,5
82	3	1	0	2	1	0	1	1	1	2	12	30
83	2	2	2	1	0	1	2	0	1	0	11	27,5



### Lampiran 5.2 Data Hasil *Pretest* Kelompok Kontrol

#### Data Hasil *Pretest* Keterampilan Berpikir Kritis Kelompok Kontrol

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	2	1	1	2	2	1	1	0	0	12	30
2	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8	20
3	1	1	1	2	0	2	1	1	1	1	11	27,5
4	1	2	0	2	0	3	2	1	0	1	12	30
5	3	1	1	2	1	2	2	1	1	1	15	37,5
6	2	2	1	2	2	1	1	1	0	1	13	32,5
7	3	1	1	1	0	1	0	1	1	1	10	25
8	2	1	1	1	0	2	0	0	2	0	9	22,5
9	3	3	0	2	1	2	1	1	2	2	17	42,5
10	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	11	27,5
11	2	1	1	2	2	1	2	0	1	0	12	30
12	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1	10	25
13	1	1	1	0	0	3	1	0	1	2	10	25
14	2	1	1	1	1	2	0	0	1	1	10	25
15	2	2	0	0	0	1	0	0	1	1	7	17,5
16	3	3	1	2	1	1	2	0	0	1	14	35
17	1	2	1	2	2	1	2	0	1	2	14	35
18	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	15	37,5
19	1	2	1	2	3	2	0	0	2	2	15	37,5
20	2	2	1	0	0	1	2	1	1	0	10	25
21	1	2	0	2	1	2	2	0	2	2	14	35
22	1	2	1	2	1	1	2	0	1	2	13	32,5
23	2	1	1	2	2	3	1	1	1	0	14	35
24	3	2	1	2	3	2	1	1	1	1	17	42,5
25	3	1	1	1	2	3	1	0	1	1	14	35
26	2	2	1	1	1	1	2	0	1	1	12	30
27	3	2	0	2	0	2	2	2	2	2	17	42,5
28	1	1	1	1	2	3	1	2	0	1	13	32,5
29	2	1	1	1	2	3	2	0	1	1	14	35
30	2	2	1	3	1	2	2	1	1	1	16	40
31	1	2	1	0	2	2	2	1	1	1	13	32,5
32	2	3	1	0	1	2	1	1	1	1	13	32,5
33	2	2	0	1	0	2	1	1	2	2	13	32,5
34	2	1	0	1	2	1	2	1	2	0	12	30
35	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	15	37,5
36	2	2	1	1	2	2	2	1	1	0	14	35

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
37	2	2	1	0	2	3	1	0	2	1	14	35
38	2	1	1	2	2	2	2	0	2	1	15	37,5
39	3	1	1	1	2	1	2	1	2	1	15	37,5
40	3	3	1	1	0	1	2	0	3	2	16	40
41	1	2	1	2	2	2	2	0	1	0	13	32,5
42	3	3	1	2	1	1	1	0	0	2	14	35
43	2	1	1	2	1	1	1	0	1	1	11	27,5
44	3	3	1	1	3	3	1	0	2	1	18	45
45	3	3	0	2	0	2	0	0	2	2	14	35
46	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	11	27,5
47	3	2	0	2	0	2	0	0	2	2	13	32,5
48	3	2	0	0	0	2	0	2	1	1	11	27,5
49	3	1	3	1	0	1	0	0	2	1	12	30
50	2	1	1	2	2	2	0	0	2	1	13	32,5
51	3	3	1	2	3	2	0	0	1	1	16	40
52	3	3	0	2	0	1	1	1	1	1	13	32,5
53	2	2	1	1	1	1	0	0	1	1	10	25
54	2	2	3	0	0	1	0	0	2	2	12	30
55	1	1	1	1	0	2	0	0	2	1	9	22,5
56	1	1	0	1	1	2	0	0	1	2	9	22,5
57	3	3	3	2	0	2	0	0	1	2	16	40
58	3	2	1	2	0	2	0	0	2	2	14	35
59	2	1	2	2	0	1	0	0	1	2	11	27,5
60	2	2	0	2	1	1	0	0	2	2	12	30
61	1	1	2	1	2	2	1	0	1	1	12	30
62	2	2	2	2	1	1	0	0	2	2	14	35
63	2	0	1	1	0	2	0	0	2	2	10	25
64	2	3	3	2	0	2	0	0	0	1	13	32,5
65	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8	20
66	2	1	1	2	0	2	0	0	1	1	10	25
67	3	3	1	2	0	2	0	0	1	1	13	32,5
68	2	2	3	3	0	2	0	0	2	2	16	40
69	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	9	22,5
70	1	1	0	1	0	1	0	1	1	2	8	20
71	3	3	3	1	0	2	1	1	2	1	17	42,5
72	1	3	3	1	0	0	0	0	2	1	11	27,5
73	2	2	1	2	1	2	0	1	2	1	14	35
74	2	2	0	1	0	1	0	0	2	1	9	22,5
75	1	3	1	2	1	1	0	1	1	2	13	32,5

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
76	1	2	1	1	0	1	0	1	2	0	9	22,5
77	3	2	0	2	0	1	0	1	2	0	11	27,5
78	3	2	3	2	0	1	1	1	2	2	17	42,5
79	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	8	20
80	2	2	1	3	0	1	0	1	0	2	12	30
81	2	1	1	2	0	1	1	1	2	1	12	30
82	1	1	1	2	1	2	0	1	1	2	12	30
83	2	1	2	0	0	1	0	0	1	1	8	20
84	2	2	1	2	0	1	0	0	1	1	10	25
85	3	3	1	2	2	2	0	0	2	2	17	42,5
86	2	2	1	1	0	1	1	0	1	1	10	25



### Lampiran 5.3 Data Hasil *Posttest* Kelompok Eksperimen

#### Data Hasil *Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis Kelompok Eksperimen

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	3	3	4	2	3	2	4	3	3	3	30	75
2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	32	80
3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	36	90
4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	36	90
5	3	3	4	2	3	2	4	3	3	3	30	75
6	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	32	80
7	4	4	3	3	3	2	4	3	3	3	32	80
8	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	33	82,5
9	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	34	85
10	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	32	80
11	3	2	2	4	2	3	3	3	3	3	28	70
12	3	3	4	2	3	2	4	3	3	3	30	75
13	3	3	2	4	4	3	3	3	4	3	32	80
14	4	3	4	2	3	2	3	3	3	3	30	75
15	4	3	3	3	2	3	2	3	2	3	28	70
16	3	3	4	2	3	2	3	3	3	3	29	72,5
17	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	36	90
18	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	35	87,5
19	3	4	4	3	3	4	3	4	4	2	34	85
20	4	4	3	1	2	4	3	4	4	2	31	77,5
21	4	3	4	2	4	4	3	4	4	3	35	87,5
22	2	3	4	4	3	3	4	4	4	3	34	85
23	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	35	87,5
24	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	32	80
25	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	38	95
26	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	38	95
27	3	3	4	3	2	3	4	4	4	3	33	82,5
28	4	3	4	2	3	2	4	2	3	3	30	75
29	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	35	87,5
30	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	35	87,5
31	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	35	87,5
32	3	3	4	2	3	2	4	3	3	3	30	75
33	3	3	4	2	4	2	3	3	3	2	29	72,5
34	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	34	85
35	4	4	3	1	2	4	3	4	4	2	31	77,5
36	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3	31	77,5

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
37	3	3	4	2	3	4	3	4	2	3	31	77,5
38	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	29	72,5
39	4	3	4	2	4	4	3	4	4	3	35	87,5
40	3	3	4	3	2	3	4	4	4	3	33	82,5
41	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	35	87,5
42	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	33	82,5
43	3	3	3	3	4	1	4	1	3	3	28	70
44	3	3	3	2	4	2	4	4	4	3	32	80
45	3	3	3	3	4	1	4	1	3	3	28	70
46	3	2	3	2	4	3	4	1	3	3	28	70
47	4	4	3	3	2	3	4	4	4	3	34	85
48	3	2	3	1	4	3	4	4	4	4	32	80
49	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	33	82,5
50	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	36	90
51	2	3	3	4	4	3	4	4	4	3	34	85
52	4	4	2	2	4	3	1	4	3	3	30	75
53	3	2	2	3	3	1	3	4	3	3	27	67,5
54	3	2	2	3	3	1	3	4	3	3	27	67,5
55	2	3	4	3	4	3	4	1	2	3	29	72,5
56	3	3	2	2	4	3	4	3	3	3	30	75
57	3	2	3	2	4	3	4	4	4	3	32	80
58	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	33	82,5
59	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	36	90
60	3	3	3	2	4	2	4	4	3	3	31	77,5
61	3	2	2	3	3	1	3	4	3	3	27	67,5
62	3	2	2	3	3	1	3	4	3	3	27	67,5
63	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	37	92,5
64	4	4	3	2	4	3	4	1	3	3	31	77,5
65	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	34	85
66	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	37	92,5
67	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	33	82,5
68	3	3	3	2	4	2	4	4	4	3	32	80
69	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	37	92,5
70	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	37	92,5
71	4	3	3	3	4	3	3	1	4	3	31	77,5
72	2	3	4	3	4	3	4	1	2	3	29	72,5
73	2	3	4	3	4	3	4	1	2	3	29	72,5
74	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	34	85
75	4	3	3	3	4	3	3	1	4	3	31	77,5

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	36	90
77	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	34	85
78	3	3	3	4	4	2	4	4	3	2	32	80
79	4	3	3	2	3	3	4	4	4	3	33	82,5
80	3	3	4	3	2	3	4	4	3	3	32	80
81	3	4	3	3	4	2	4	4	2	3	32	80
82	3	4	4	3	2	4	2	4	4	3	33	82,5
83	3	2	4	4	4	3	3	3	3	2	31	77,5



**Lampiran 5.4** Data Hasil *Posttest* Kelompok Kontrol

Data Hasil *Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis Kelompok Kontrol

No.	Butir Soal										Total	Skala 100
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	2	3	2	1	1	2	3	3	2	20	50
2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	17	42,5
3	2	1	2	1	1	2	2	2	3	3	19	47,5
4	1	2	2	3	1	4	1	2	3	1	20	50
5	2	2	2	1	4	2	3	4	3	2	25	62,5
6	1	1	2	2	2	3	3	2	3	1	20	50
7	2	2	3	1	2	1	2	2	3	1	19	47,5
8	2	2	1	1	3	2	2	2	2	1	18	45
9	1	1	3	1	3	2	4	4	4	2	25	62,5
10	2	1	2	1	3	2	2	4	1	1	19	47,5
11	1	1	3	1	3	2	2	3	3	1	20	50
12	2	2	2	1	2	2	2	2	3	1	19	47,5
13	1	1	1	3	3	3	2	2	2	1	19	47,5
14	2	1	2	1	2	2	3	3	2	1	19	47,5
15	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	26	65
16	2	2	2	1	4	2	2	4	2	1	22	55
17	2	1	2	2	3	2	3	3	3	1	22	55
18	2	1	2	2	3	3	3	2	3	2	23	57,5
19	2	1	2	2	4	3	2	2	4	2	24	60
20	2	1	2	1	3	2	2	2	2	2	19	47,5
21	2	1	2	3	3	3	2	2	4	1	23	57,5
22	2	1	2	1	4	2	2	3	2	1	20	50
23	2	3	2	2	3	2	2	2	3	1	22	55
24	3	3	2	4	2	2	2	2	3	3	26	65
25	3	1	2	2	3	2	2	3	3	1	22	55
26	2	3	2	1	3	2	2	2	2	1	20	50
27	2	3	3	2	3	3	3	4	3	2	28	70
28	2	2	2	2	3	1	2	2	3	1	20	50
29	1	2	3	1	4	1	3	2	3	2	22	55
30	3	3	3	3	3	1	2	2	2	3	25	62,5
31	1	2	3	2	3	2	2	2	3	2	22	55
32	2	3	2	2	3	1	2	3	3	1	22	55
33	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2	21	52,5
34	3	2	1	1	3	2	2	2	3	1	20	50
35	2	1	3	3	2	2	3	3	3	2	24	60
36	3	1	3	2	2	1	3	2	3	2	22	55

37	3	3	2	2	2	2	2	2	3	1	22	55
38	3	2	2	3	3	2	2	2	3	1	23	57,5
39	1	2	2	2	4	2	2	3	3	2	23	57,5
40	2	1	2	3	4	2	3	3	3	2	25	62,5
41	1	1	2	3	4	2	2	2	3	1	21	52,5
42	2	1	3	2	4	2	2	2	3	1	22	55
43	2	1	3	1	3	2	2	2	2	1	19	47,5
44	2	2	3	1	3	3	3	3	4	3	27	67,5
45	3	3	4	2	1	3	2	1	3	2	24	60
46	3	2	3	2	3	2	2	2	1	1	21	52,5
47	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	23	57,5
48	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	21	52,5
49	3	3	2	2	2	2	1	1	3	2	21	52,5
50	3	2	1	3	2	2	3	1	3	3	23	57,5
51	3	3	3	2	3	2	1	3	2	3	25	62,5
52	2	2	3	2	3	3	3	2	2	1	23	57,5
53	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	17	42,5
54	3	2	4	2	2	2	2	2	2	1	22	55
55	3	2	1	1	1	2	1	1	3	2	17	42,5
56	2	1	2	2	2	3	2	1	1	1	17	42,5
57	3	1	3	3	2	3	3	3	3	1	25	62,5
58	3	3	4	2	3	3	2	1	2	1	24	60
59	2	2	1	2	1	3	1	1	3	2	18	45
60	3	2	3	2	3	2	1	2	1	2	21	52,5
61	2	2	1	2	2	2	3	2	2	3	21	52,5
62	3	3	3	2	3	3	2	2	1	1	23	57,5
63	2	2	1	2	1	2	3	3	1	1	18	45
64	2	2	4	3	1	2	2	3	2	2	23	57,5
65	3	2	1	1	2	2	1	2	1	1	16	40
66	2	2	1	2	2	1	1	3	2	2	18	45
67	3	2	3	2	2	3	2	2	3	1	23	57,5
68	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	24	60
69	2	2	1	2	3	2	2	1	1	1	17	42,5
70	2	2	1	1	3	2	1	1	2	1	16	40
71	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	26	65
72	1	2	3	2	3	2	2	3	1	2	21	52,5
73	2	2	4	2	1	3	2	3	2	3	24	60
74	2	1	3	1	1	2	1	2	1	2	16	40
75	3	3	3	2	3	2	2	2	1	2	23	57,5
76	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	17	42,5
77	2	1	3	1	2	3	3	2	2	2	21	52,5

78	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	26	65
79	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1	16	40
80	3	4	1	2	3	2	4	3	4	2	28	70
81	2	2	3	1	1	2	3	2	3	2	21	52,5
82	3	2	1	2	3	2	2	2	3	2	22	55
83	3	2	3	1	1	2	1	1	1	1	16	40
84	3	2	1	2	2	2	1	3	2	0	18	45
85	4	4	1	1	4	4	1	4	3	1	27	67,5
86	3	2	1	1	2	2	1	2	2	2	18	45



### Lampiran 5.5 Hasil *Pretest* Setiap Dimensi KBK

1. Kelompok Eksperimen
  - Dimensi *Clarification*

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
1	3	1
2	3	3
3	2	2
4	2	2
5	1	2
6	1	1
7	2	2
8	1	1
9	2	2
10	3	2
11	3	2
12	2	2
13	1	1
14	1	1
15	1	1
16	1	1
17	2	2
18	2	1
19	3	1
20	2	2
21	1	2
22	1	2
23	2	2
24	1	2
25	3	2
26	2	2
27	1	1
28	1	1
29	2	1
30	2	2
31	2	2
32	2	1
33	1	1
34	1	1
35	2	2
36	2	2
37	2	2
38	1	1

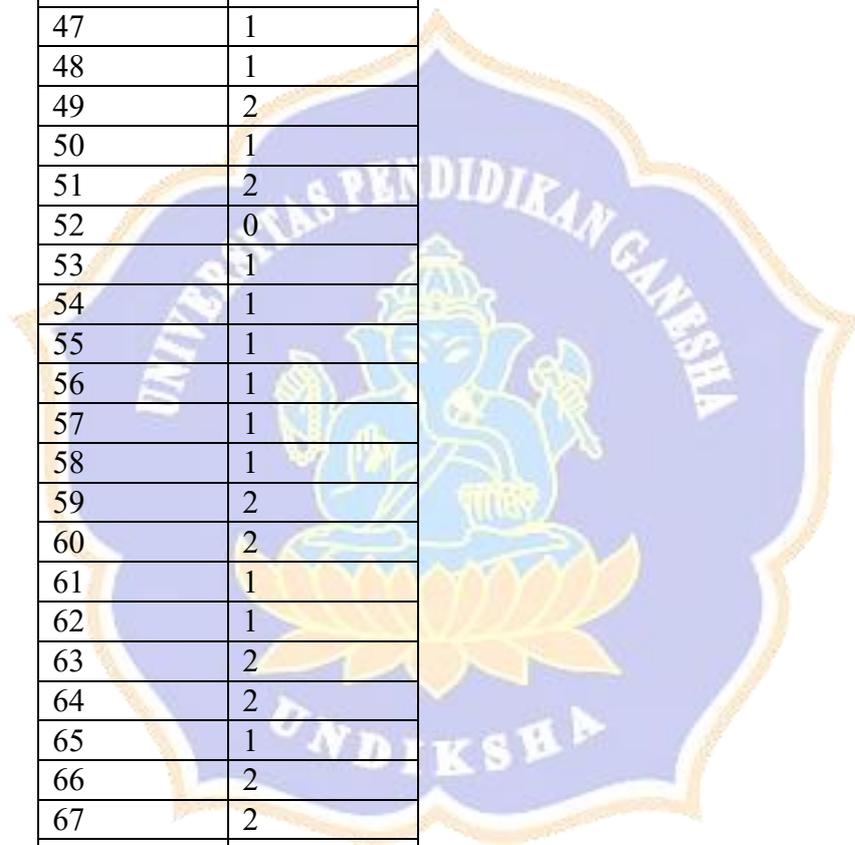
No. Resp	Butir Soal	
	1	2
39	2	2
40	2	2
41	2	2
42	1	1
43	1	1
44	1	1
45	2	2
46	1	1
47	1	1
48	2	1
49	1	2
50	3	1
51	3	2
52	2	2
53	1	1
54	1	1
55	1	1
56	1	2
57	2	1
58	1	2
59	2	2
60	1	2
61	2	1
62	1	1
63	3	2
64	2	2
65	2	2
66	1	2
67	1	2
68	2	2
69	2	2
70	3	2
71	2	1
72	1	1
73	1	1
74	2	2
75	3	2
76	2	2
77	3	2
78	3	2
79	2	2
80	2	2
81	3	2

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
82	3	1
83	2	2

- Dimensi *Decision*

No. Resp	Butir Soal
	6
1	1
2	2
3	2
4	2
5	1
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	1
12	0
13	1
14	1
15	1
16	1
17	2
18	2
19	2
20	0
21	2
22	2
23	2
24	2
25	2
26	2
27	2
28	1
29	2
30	2
31	2
32	2
33	0
34	2
35	2
36	1

No. Resp	Butir Soal
	6
37	0
38	0
39	2
40	1
41	0
42	0
43	2
44	1
45	1
46	1
47	1
48	1
49	2
50	1
51	2
52	0
53	1
54	1
55	1
56	1
57	1
58	1
59	2
60	2
61	1
62	1
63	2
64	2
65	1
66	2
67	2
68	1
69	2
70	1
71	1
72	2
73	1
74	2
75	2
76	2
77	0
78	1
79	1



No. Resp	Butir Soal
	6
80	2
81	2
82	0
83	1

- Dimensi *Inference*

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
1	1	1	1	1
2	2	1	1	0
3	1	2	0	1
4	1	2	1	1
5	2	1	0	0
6	1	1	2	1
7	1	1	1	0
8	1	0	2	1
9	2	1	1	1
10	0	2	0	0
11	2	0	1	0
12	2	1	0	0
13	1	1	1	1
14	1	1	1	0
15	1	1	0	0
16	1	1	0	0
17	2	2	0	0
18	1	2	1	1
19	0	2	0	0
20	0	1	2	0
21	1	1	1	2
22	1	1	2	2
23	3	1	2	2
24	1	2	0	0
25	0	2	0	0
26	3	2	2	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	0	1	2	1
30	0	3	2	0
31	1	0	3	0
32	1	1	1	0
33	1	0	1	0
34	1	2	1	1

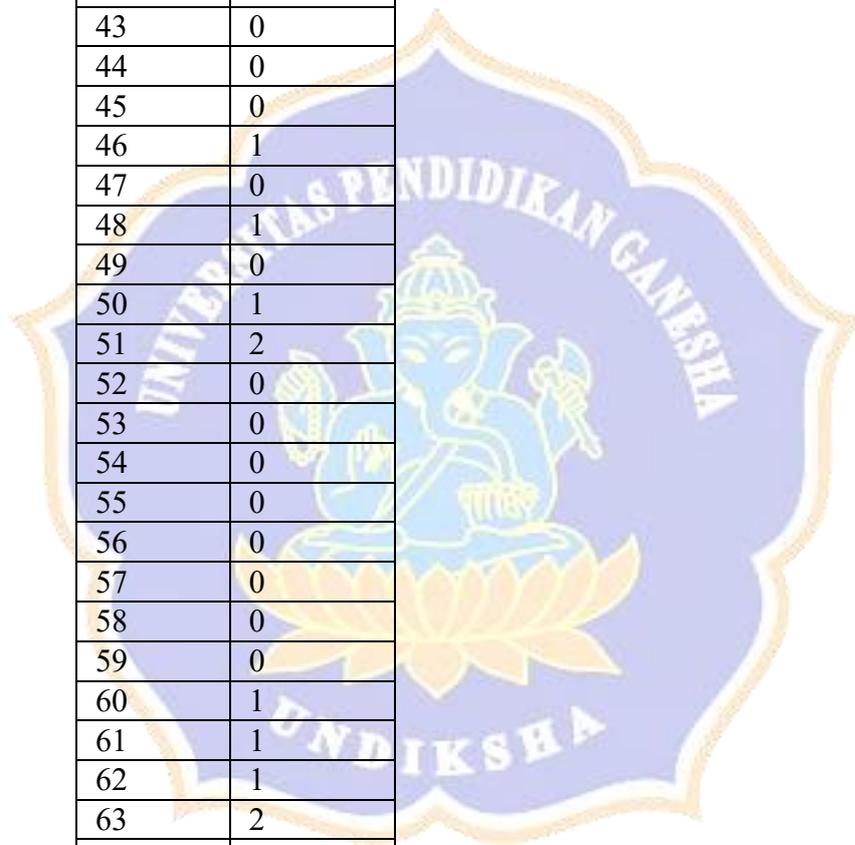
No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
35	1	0	0	0
36	1	2	0	0
37	2	2	1	0
38	3	2	0	0
39	1	2	1	0
40	1	1	1	1
41	0	2	2	0
42	1	1	2	2
43	2	2	0	0
44	1	1	2	0
45	0	1	0	0
46	1	1	0	0
47	0	0	0	0
48	0	2	0	0
49	3	2	0	0
50	3	2	0	0
51	2	0	0	0
52	1	1	0	0
53	0	1	0	0
54	0	1	1	0
55	1	1	0	0
56	1	1	0	0
57	1	1	2	0
58	2	1	2	0
59	1	2	2	1
60	1	1	2	1
61	0	1	0	0
62	1	2	0	0
63	2	1	1	0
64	1	1	0	0
65	1	1	0	0
66	1	0	2	0
67	1	1	2	0
68	1	2	1	0
69	0	2	2	0
70	1	3	2	0
71	1	0	0	0
72	1	1	0	1
73	0	2	1	1
74	0	2	0	0
75	0	1	1	0
76	1	2	2	0
77	1	2	0	0

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
78	1	1	1	0
79	1	2	2	0
80	1	2	0	1
81	1	1	0	1
82	0	2	1	1
83	2	1	2	0

- Dimensi *Supposition and Integration*

No. Resp	Butir Soal
	5
1	1
2	1
3	2
4	1
5	0
6	1
7	0
8	2
9	1
10	0
11	0
12	1
13	1
14	1
15	1
16	0
17	2
18	0
19	1
20	0
21	1
22	2
23	0
24	1
25	2
26	2
27	1
28	1
29	1
30	0
31	2
32	1

No. Resp	Butir Soal
	5
33	1
34	2
35	1
36	0
37	1
38	1
39	1
40	1
41	1
42	2
43	0
44	0
45	0
46	1
47	0
48	1
49	0
50	1
51	2
52	0
53	0
54	0
55	0
56	0
57	0
58	0
59	0
60	1
61	1
62	1
63	2
64	0
65	1
66	2
67	2
68	2
69	0
70	2
71	2
72	1
73	0
74	1
75	2

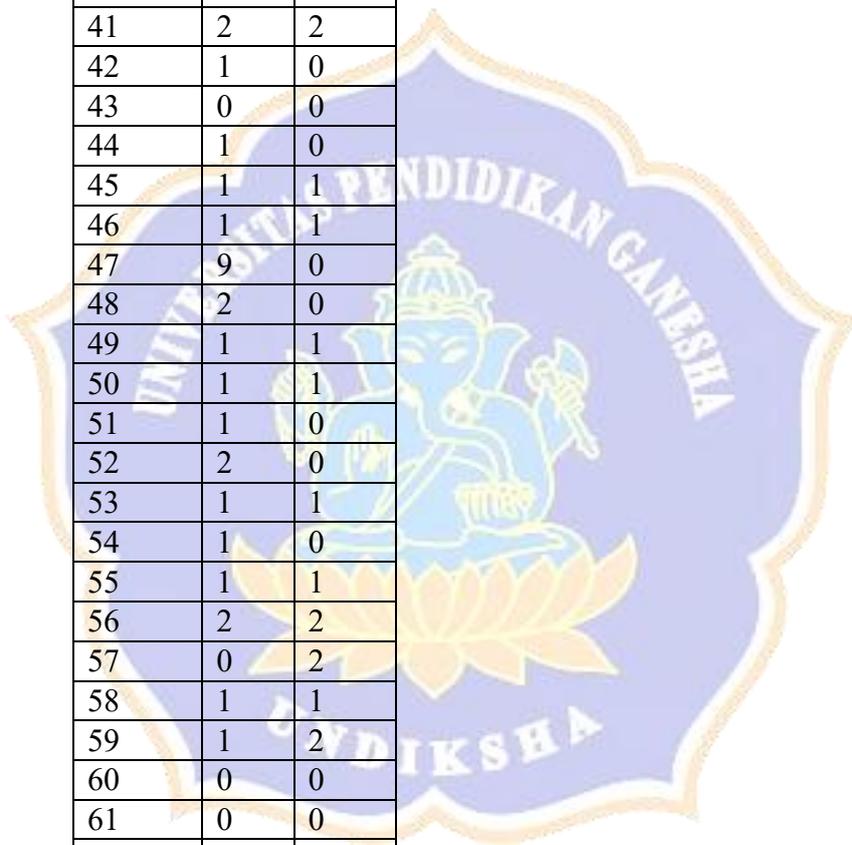


No. Resp	Butir Soal
	5
76	2
77	0
78	2
79	1
80	0
81	0
82	1
83	0

- Dimensi *Auxiliary Abilities*

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
1	0	0
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	1	1
6	0	0
7	1	0
8	1	1
9	0	1
10	1	1
11	1	0
12	1	0
13	1	1
14	1	1
15	1	0
16	1	1
17	2	2
18	2	1
19	2	2
20	0	2
21	1	2
22	0	0
23	0	0
24	1	1
25	2	3
26	0	0
27	1	1
28	1	0
29	2	2
30	2	2

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
31	1	2
32	0	0
33	1	1
34	1	1
35	2	0
36	2	0
37	0	0
38	0	0
39	2	2
40	1	2
41	2	2
42	1	0
43	0	0
44	1	0
45	1	1
46	1	1
47	9	0
48	2	0
49	1	1
50	1	1
51	1	0
52	2	0
53	1	1
54	1	0
55	1	1
56	2	2
57	0	2
58	1	1
59	1	2
60	0	0
61	0	0
62	0	0
63	1	0
64	1	2
65	2	2
66	2	2
67	0	1
68	0	0
69	2	2
70	0	0
71	2	2
72	1	0
73	1	1



No. Resp	Butir Soal	
	9	10
74	2	1
75	0	0
76	0	0
77	2	2
78	0	0
79	0	1
80	2	0
81	1	0
82	1	2
83	1	0

## 2. Kelompok Kontrol

- *Dimensi Clarification*

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
1	2	2
2	1	1
3	1	1
4	1	2
5	3	1
6	2	2
7	3	1
8	2	1
9	3	3
10	2	2
11	2	1
12	1	2
13	1	1
14	2	1
15	2	2
16	3	3
17	1	2
18	1	2
19	1	2
20	2	2
21	1	2
22	1	2
23	2	1
24	3	2
25	3	1
26	2	2
27	3	2

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
28	1	1
29	2	1
30	2	2
31	1	2
32	2	3
33	2	2
34	2	1
35	2	2
36	2	2
37	2	2
38	2	1
39	3	1
40	3	3
41	1	2
42	3	3
43	2	1
44	3	3
45	3	3
46	1	2
47	3	2
48	3	2
49	3	1
50	2	1
51	3	3
52	3	3
53	2	2
54	2	2
55	1	1
56	1	1
57	3	3
58	3	2
59	2	1
60	2	2
61	1	1
62	2	2
63	2	0
64	2	3
65	1	1
66	2	1
67	3	3
68	2	2
69	1	2
70	1	1

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
71	3	3
72	1	3
73	2	2
74	2	2
75	1	3
76	1	2
77	3	2
78	3	2
79	1	1
80	2	2
81	2	1
82	1	1
83	2	1
84	2	2
85	3	3
86	2	2

- Dimensi *Decision*

No. Resp	Butir Soal
	6
1	2
2	1
3	2
4	3
5	2
6	1
7	1
8	2
9	2
10	1
11	1
12	1
13	3
14	2
15	1
16	1
17	1
18	2
19	2
20	1
21	2

No. Resp	Butir Soal
	6
22	1
23	3
24	2
25	3
26	1
27	2
28	3
29	3
30	2
31	2
32	2
33	2
34	1
35	1
36	2
37	3
38	2
39	1
40	1
41	2
42	1
43	1
44	3
45	2
46	1
47	2
48	2
49	1
50	2
51	2
52	1
53	1
54	1
55	2
56	2
57	2
58	2
59	1
60	1
61	2
62	1
63	2



No. Resp	Butir Soal
	6
64	2
65	1
66	2
67	2
68	2
69	1
70	1
71	2
72	0
73	2
74	1
75	1
76	1
77	1
78	1
79	0
80	1
81	1
82	2
83	1
84	1
85	2
86	1

- Dimensi *Inference*

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
1	1	1	1	1
2	0	1	1	1
3	1	2	1	1
4	0	2	2	1
5	1	2	2	1
6	1	2	1	1
7	1	1	0	1
8	1	1	0	0
9	0	2	1	1
10	1	1	1	0
11	1	2	2	0
12	1	1	1	0
13	1	0	1	0
14	1	1	0	0
15	0	0	0	0

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
16	1	2	2	0
17	1	2	2	0
18	1	1	2	1
19	1	2	0	0
20	1	0	2	1
21	0	2	2	0
22	1	2	2	0
23	1	2	1	1
24	1	2	1	1
25	1	1	1	0
26	1	1	2	0
27	0	2	2	2
28	1	1	1	2
29	1	1	2	0
30	1	3	2	1
31	1	0	2	1
32	1	0	1	1
33	0	1	1	1
34	0	1	2	1
35	1	1	2	1
36	1	1	2	1
37	1	0	1	0
38	1	2	2	0
39	1	1	2	1
40	1	1	2	0
41	1	2	2	0
42	1	2	1	0
43	1	2	1	0
44	1	1	1	0
45	0	2	0	0
46	1	1	1	1
47	0	2	0	0
48	0	0	0	2
49	3	1	0	0
50	1	2	0	0
51	1	2	0	0
52	0	2	1	1
53	1	1	0	0
54	3	0	0	0
55	1	1	0	0
56	0	1	0	0
57	3	2	0	0
58	1	2	0	0

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
59	2	2	0	0
60	0	2	0	0
61	2	1	1	0
62	2	2	0	0
63	1	1	0	0
64	3	2	0	0
65	0	1	1	1
66	1	2	0	0
67	1	2	0	0
68	3	3	0	0
69	2	1	1	0
70	0	1	0	1
71	3	1	1	1
72	3	1	0	0
73	1	2	0	1
74	0	1	0	0
75	1	2	0	1
76	1	1	0	1
77	0	2	0	1
78	3	2	1	1
79	1	1	0	1
80	1	3	0	1
81	1	2	1	1
82	1	2	0	1
83	2	0	0	0
84	1	2	0	0
85	1	2	0	0
86	1	1	1	0

- Dimensi *Supposition and Integration*

No. Resp	Butir Soal
	5
1	2
2	1
3	0
4	0
5	1
6	2
7	0
8	0
9	1

No. Resp	Butir Soal
	5
10	1
11	2
12	1
13	0
14	1
15	0
16	1
17	2
18	2
19	3
20	0
21	1
22	1
23	2
24	3
25	2
26	1
27	0
28	2
29	2
30	1
31	2
32	1
33	0
34	2
35	2
36	2
37	2
38	2
39	2
40	0
41	2
42	1
43	1
44	3
45	0
46	1
47	0
48	0
49	0
50	2
51	3



No. Resp	Butir Soal	
	5	
52	0	
53	1	
54	0	
55	0	
56	1	
57	0	
58	0	
59	0	
60	1	
61	2	
62	1	
63	0	
64	0	
65	1	
66	0	
67	0	
68	0	
69	0	
70	0	
71	0	
72	0	
73	1	
74	0	
75	1	
76	0	
77	0	
78	0	
79	0	
80	0	
81	0	
82	1	
83	0	
84	0	
85	2	
86	0	

- Dimensi *Auxiliary Abilities*

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
1	0	0
2	0	1

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
3	1	1
4	0	1
5	1	1
6	0	1
7	1	1
8	2	0
9	2	2
10	1	1
11	1	0
12	1	1
13	1	2
14	1	1
15	1	1
16	0	1
17	1	2
18	2	1
19	2	2
20	1	0
21	2	2
22	1	2
23	1	0
24	1	1
25	1	1
26	1	1
27	2	2
28	0	1
29	1	1
30	1	1
31	1	1
32	1	1
33	2	2
34	2	0
35	2	1
36	1	0
37	2	1
38	2	1
39	2	1
40	3	2
41	1	0
42	0	2
43	1	1
44	2	1
45	2	2

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
46	1	1
47	2	2
48	1	1
49	2	1
50	2	1
51	1	1
52	1	1
53	1	1
54	2	2
55	2	1
56	1	2
57	1	2
58	2	2
59	1	2
60	2	2
61	1	1
62	2	2
63	2	2
64	0	1
65	1	0
66	1	1
67	1	1
68	2	2
69	0	1
70	1	2
71	2	1
72	2	1
73	2	1
74	2	1
75	1	2
76	2	0
77	2	0
78	2	2
79	2	1
80	0	2
81	2	1
82	1	2
83	1	1
84	1	1
85	2	2
86	1	1

**Lampiran 5. 6 Hasil *Posttest* Setiap Dimensi KBK**

1. Kelompok Eksperimen

- Dimensi *Clarification*

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
1	3	3
2	3	3
3	4	4
4	4	4
5	3	3
6	4	3
7	4	4
8	3	2
9	4	4
10	3	3
11	3	2
12	3	3
13	3	3
14	4	3
15	4	3
16	3	3
17	4	4
18	4	4
19	3	4
20	4	4
21	4	3
22	2	3
23	3	3
24	3	3
25	4	4
26	4	3
27	3	3
28	4	3
29	4	3
30	4	3
31	4	3
32	3	3
33	3	3
34	3	3
35	4	4
36	3	3
37	3	3
38	3	2

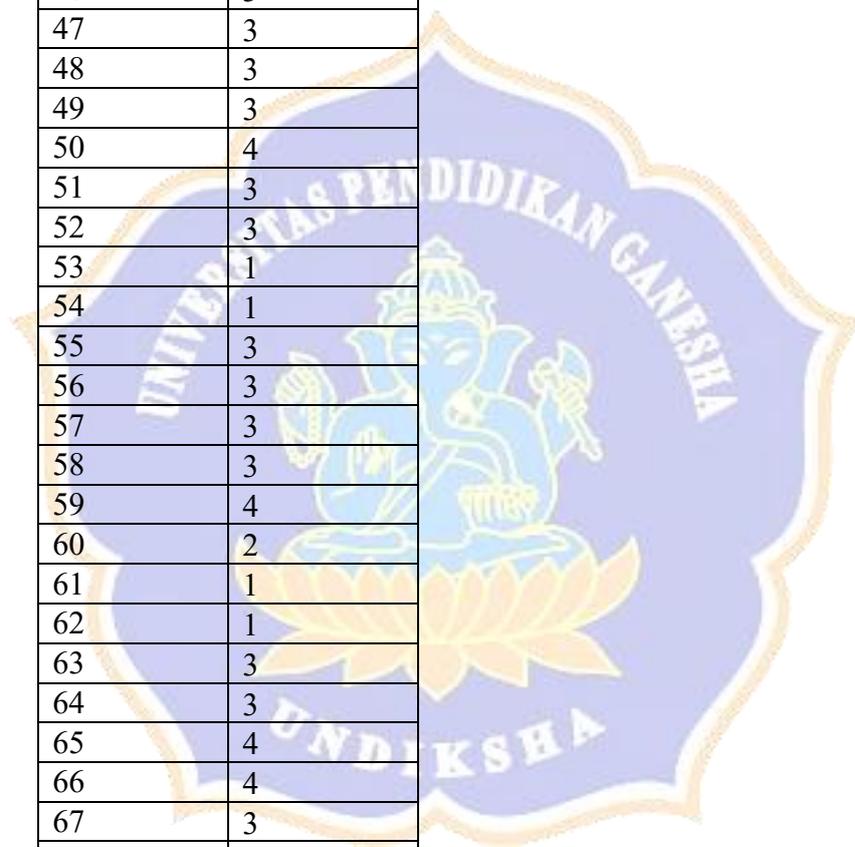
No. Resp	Butir Soal	
	1	2
39	4	3
40	3	3
41	4	4
42	3	2
43	3	3
44	3	3
45	3	3
46	3	2
47	4	4
48	3	2
49	3	2
50	4	4
51	2	3
52	4	4
53	3	2
54	3	2
55	2	3
56	3	3
57	3	2
58	3	2
59	3	3
60	3	3
61	3	2
62	3	2
63	4	4
64	4	4
65	3	3
66	3	3
67	3	2
68	3	3
69	3	4
70	4	4
71	4	3
72	2	3
73	2	3
74	3	3
75	4	3
76	3	3
77	4	3
78	3	3
79	4	3
80	3	3
81	3	4

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
82	3	4
83	3	2

- *Dimensi Decision*

No. Resp	Butir Soal
	6
1	2
2	4
3	4
4	4
5	2
6	3
7	2
8	3
9	3
10	4
11	3
12	2
13	3
14	2
15	3
16	2
17	3
18	3
19	4
20	4
21	4
22	3
23	3
24	4
25	2
26	4
27	3
28	2
29	4
30	4
31	3
32	2
33	2
34	4
35	4
36	4

No. Resp	Butir Soal
	6
37	4
38	3
39	4
40	3
41	3
42	3
43	1
44	2
45	1
46	3
47	3
48	3
49	3
50	4
51	3
52	3
53	1
54	1
55	3
56	3
57	3
58	3
59	4
60	2
61	1
62	1
63	3
64	3
65	4
66	4
67	3
68	2
69	3
70	4
71	3
72	3
73	3
74	3
75	3
76	4
77	3
78	2
79	3



No. Resp	Butir Soal
	6
80	3
81	2
82	4
83	3

- Dimensi *Inference*

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
1	4	2	4	3
2	3	3	3	3
3	4	4	3	3
4	4	4	3	3
5	4	2	4	3
6	3	3	3	3
7	3	3	4	3
8	3	3	4	4
9	3	4	3	4
10	3	3	3	3
11	2	4	3	3
12	4	2	4	3
13	2	4	3	3
14	4	2	3	3
15	3	3	2	3
16	4	2	3	3
17	4	3	4	4
18	4	2	4	4
19	4	3	3	4
20	3	1	3	4
21	4	2	3	4
22	4	4	4	4
23	4	3	4	4
24	3	3	3	3
25	4	4	4	4
26	4	4	4	4
27	4	3	4	4
28	4	2	4	2
29	3	3	4	4
30	4	3	4	3
31	4	3	3	4
32	4	2	4	3
33	4	2	3	3
34	3	3	4	4

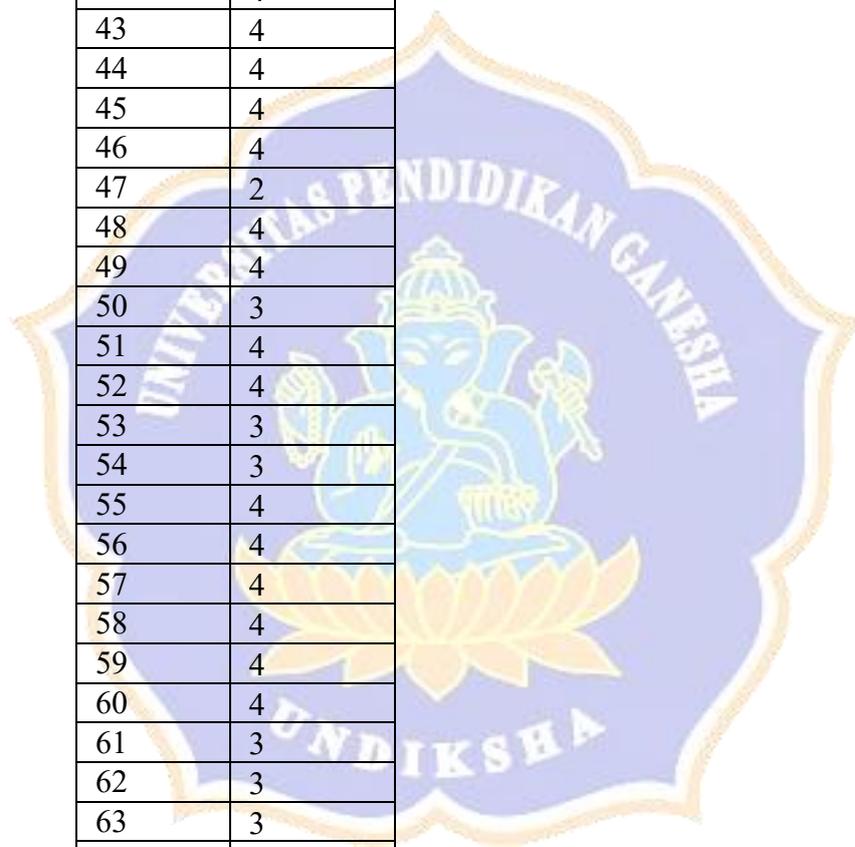
No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
35	3	1	3	4
36	4	3	3	3
37	4	2	3	4
38	2	3	3	4
39	4	2	3	4
40	4	3	4	4
41	4	2	4	4
42	3	3	4	4
43	3	3	4	1
44	3	2	4	4
45	3	3	4	1
46	3	2	4	1
47	3	3	4	4
48	3	1	4	4
49	3	3	4	4
50	4	4	3	3
51	3	4	4	4
52	2	2	1	4
53	2	3	3	4
54	2	3	3	4
55	4	3	4	1
56	2	2	4	3
57	3	2	4	4
58	3	3	4	4
59	3	4	4	4
60	3	2	4	4
61	2	3	3	4
62	2	3	3	4
63	4	4	4	4
64	3	2	4	1
65	3	4	3	4
66	4	4	4	4
67	3	3	4	4
68	3	2	4	4
69	4	4	4	4
70	4	4	4	4
71	3	3	3	1
72	4	3	4	1
73	4	3	4	1
74	4	3	4	4
75	3	3	3	1
76	3	4	4	4
77	3	3	3	4

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
78	3	4	4	4
79	3	2	4	4
80	4	3	4	4
81	3	3	4	4
82	4	3	2	4
83	4	4	3	3

- Dimensi *Supposition and Integration*

No. Resp	Butir Soal
	5
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	4
7	3
8	4
9	3
10	3
11	2
12	3
13	4
14	3
15	2
16	3
17	4
18	3
19	3
20	2
21	4
22	3
23	4
24	3
25	4
26	4
27	2
28	3
29	4
30	4
31	4
32	3

No. Resp	Butir Soal
	5
33	4
34	4
35	2
36	3
37	3
38	3
39	4
40	2
41	3
42	4
43	4
44	4
45	4
46	4
47	2
48	4
49	4
50	3
51	4
52	4
53	3
54	3
55	4
56	4
57	4
58	4
59	4
60	4
61	3
62	3
63	3
64	4
65	4
66	4
67	4
68	4
69	4
70	4
71	4
72	4
73	4
74	3
75	4

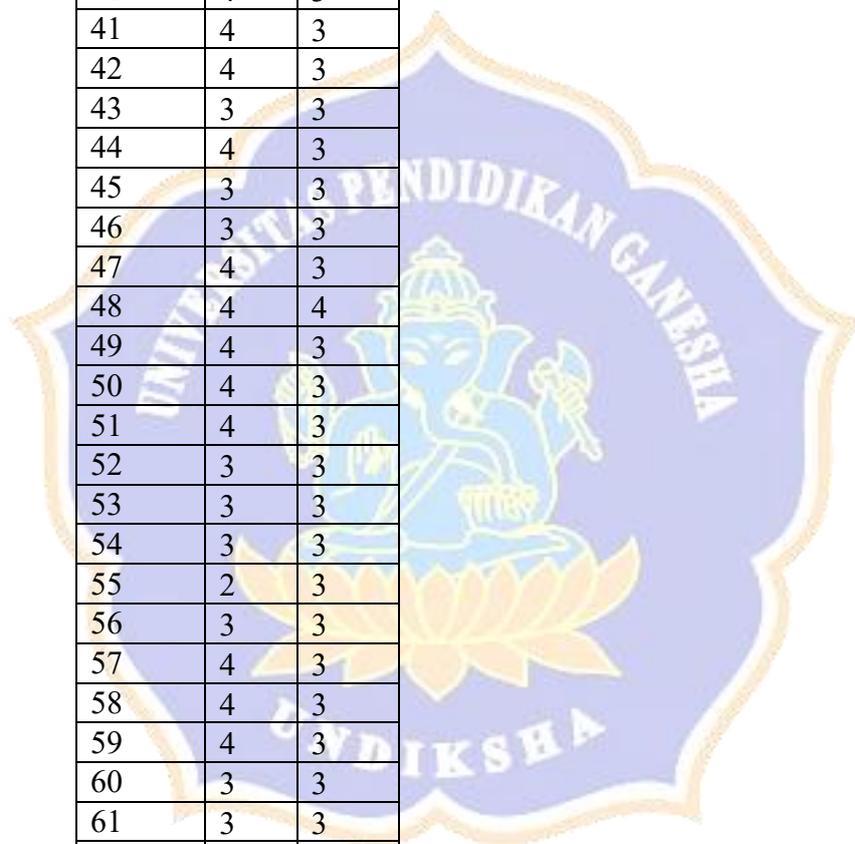


No. Resp	Butir Soal
	5
76	4
77	4
78	4
79	3
80	2
81	4
82	2
83	4

- Dimensi *Auxiliary Abilities*

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
1	3	3
2	4	3
3	4	3
4	4	3
5	3	3
6	3	3
7	3	3
8	4	3
9	3	3
10	4	3
11	3	3
12	3	3
13	4	3
14	3	3
15	2	3
16	3	3
17	3	3
18	4	3
19	4	2
20	4	2
21	4	3
22	4	3
23	4	3
24	4	3
25	4	4
26	4	3
27	4	3
28	3	3
29	3	3
30	3	3

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
31	4	3
32	3	3
33	3	2
34	3	3
35	4	2
36	2	3
37	2	3
38	3	3
39	4	3
40	4	3
41	4	3
42	4	3
43	3	3
44	4	3
45	3	3
46	3	3
47	4	3
48	4	4
49	4	3
50	4	3
51	4	3
52	3	3
53	3	3
54	3	3
55	2	3
56	3	3
57	4	3
58	4	3
59	4	3
60	3	3
61	3	3
62	3	3
63	4	3
64	3	3
65	3	3
66	4	3
67	4	3
68	4	3
69	4	3
70	2	3
71	4	3
72	2	3
73	2	3



No. Resp	Butir Soal	
	9	10
74	4	3
75	4	3
76	4	3
77	4	3
78	3	2
79	4	3
80	3	3
81	2	3
82	4	3
83	3	2

### 1. Kelompok Kontrol

- *Dimensi Clarification*

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
1	1	2
2	2	1
3	2	1
4	1	2
5	2	2
6	1	1
7	2	2
8	2	2
9	1	1
10	2	1
11	1	1
12	2	2
13	1	1
14	2	1
15	3	3
16	2	2
17	2	1
18	2	1
19	2	1
20	2	1
21	2	1
22	2	1
23	2	3
24	3	3
25	3	1
26	2	3
27	2	3

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
28	2	2
29	1	2
30	3	3
31	1	2
32	2	3
33	2	1
34	3	2
35	2	1
36	3	1
37	3	3
38	3	2
39	1	2
40	2	1
41	1	1
42	2	1
43	2	1
44	2	2
45	3	3
46	3	2
47	3	2
48	3	2
49	3	3
50	3	2
51	3	3
52	2	2
53	2	2
54	3	2
55	3	2
56	2	1
57	3	1
58	3	3
59	2	2
60	3	2
61	2	2
62	3	3
63	2	2
64	2	2
65	3	2
66	2	2
67	3	2
68	3	3
69	2	2
70	2	2

No. Resp	Butir Soal	
	1	2
71	3	3
72	1	2
73	2	2
74	2	1
75	3	3
76	2	2
77	2	1
78	3	2
79	2	2
80	3	4
81	2	2
82	3	2
83	3	2
84	3	2
85	4	4
86	3	2

- Dimensi *Decision*

No. Resp	Butir Soal
	6
1	1
2	2
3	2
4	4
5	2
6	3
7	1
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	3
14	2
15	3
16	2
17	2
18	3
19	3
20	2
21	3

No. Resp	Butir Soal
	6
22	2
23	2
24	2
25	2
26	2
27	3
28	1
29	1
30	1
31	2
32	1
33	2
34	2
35	2
36	1
37	2
38	2
39	2
40	2
41	2
42	2
43	2
44	3
45	3
46	2
47	2
48	2
49	2
50	2
51	2
52	3
53	2
54	2
55	2
56	3
57	3
58	3
59	3
60	2
61	2
62	3
63	2



No. Resp	Butir Soal
	6
64	2
65	2
66	1
67	3
68	3
69	2
70	2
71	3
72	2
73	3
74	2
75	2
76	2
77	3
78	2
79	2
80	2
81	2
82	2
83	2
84	2
85	4
86	2

- Dimensi *Inference*

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
1	3	2	2	3
2	2	1	2	2
3	2	1	2	2
4	2	3	1	2
5	2	1	3	4
6	2	2	3	2
7	3	1	2	2
8	1	1	2	2
9	3	1	4	4
10	2	1	2	4
11	3	1	2	3
12	2	1	2	2
13	1	3	2	2
14	2	1	3	3
15	3	2	2	2

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
16	2	1	2	4
17	2	2	3	3
18	2	2	3	2
19	2	2	2	2
20	2	1	2	2
21	2	3	2	2
22	2	1	2	3
23	2	2	2	2
24	2	4	2	2
25	2	2	2	3
26	2	1	2	2
27	3	2	3	4
28	2	2	2	2
29	3	1	3	2
30	3	3	2	2
31	3	2	2	2
32	2	2	2	3
33	2	3	2	2
34	1	1	2	2
35	3	3	3	3
36	3	2	3	2
37	2	2	2	2
38	2	3	2	2
39	2	2	2	3
40	2	3	3	3
41	2	3	2	2
42	3	2	2	2
43	3	1	2	2
44	3	1	3	3
45	4	2	2	1
46	3	2	2	2
47	3	2	2	2
48	3	2	1	2
49	2	2	1	1
50	1	3	3	1
51	3	2	1	3
52	3	2	3	2
53	1	1	1	2
54	4	2	2	2
55	1	1	1	1
56	2	2	2	1
57	3	3	3	3
58	4	2	2	1

No. Resp	Butir Soal			
	3	4	7	8
59	1	2	1	1
60	3	2	1	2
61	1	2	3	2
62	3	2	2	2
63	1	2	3	3
64	4	3	2	3
65	1	1	1	2
66	1	2	1	3
67	3	2	2	2
68	3	2	2	2
69	1	2	2	1
70	1	1	1	1
71	3	3	3	3
72	3	2	2	3
73	4	2	2	3
74	3	1	1	2
75	3	2	2	2
76	1	2	1	2
77	3	1	3	2
78	3	2	3	3
79	1	1	1	1
80	1	2	4	3
81	3	1	3	2
82	1	2	2	2
83	3	1	1	1
84	1	2	1	3
85	1	1	1	4
86	1	1	1	2

- Dimensi *Supposition and Integration*

No. Resp	Butir Soal
	5
1	1
2	2
3	1
4	1
5	4
6	2
7	2
8	3
9	3

No. Resp	Butir Soal
	5
10	3
11	3
12	2
13	3
14	2
15	3
16	4
17	3
18	3
19	4
20	3
21	3
22	4
23	3
24	2
25	3
26	3
27	3
28	3
29	4
30	3
31	3
32	3
33	3
34	3
35	2
36	2
37	2
38	3
39	4
40	4
41	4
42	4
43	3
44	3
45	1
46	3
47	3
48	2
49	2
50	2
51	3



No. Resp	Butir Soal	
	5	
52	3	
53	2	
54	2	
55	1	
56	2	
57	2	
58	3	
59	1	
60	3	
61	2	
62	3	
63	1	
64	1	
65	2	
66	2	
67	2	
68	2	
69	3	
70	3	
71	3	
72	3	
73	1	
74	1	
75	3	
76	2	
77	2	
78	3	
79	2	
80	3	
81	1	
82	3	
83	1	
84	2	
85	4	
86	2	

- Dimensi *Auxiliary Abilities*

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
1	3	2
2	2	1

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
3	3	3
4	3	1
5	3	2
6	3	1
7	3	1
8	2	1
9	4	2
10	1	1
11	3	1
12	3	1
13	2	1
14	2	1
15	3	2
16	2	1
17	3	1
18	3	2
19	4	2
20	2	2
21	4	1
22	2	1
23	3	1
24	3	3
25	3	1
26	2	1
27	3	2
28	3	1
29	3	2
30	2	3
31	3	2
32	3	1
33	2	2
34	3	1
35	3	2
36	3	2
37	3	1
38	3	1
39	3	2
40	3	2
41	3	1
42	3	1
43	2	1
44	4	3
45	3	2

No. Resp	Butir Soal	
	9	10
46	1	1
47	2	2
48	2	2
49	3	2
50	3	3
51	2	3
52	2	1
53	2	2
54	2	1
55	3	2
56	1	1
57	3	1
58	2	1
59	3	2
60	1	2
61	2	3
62	1	1
63	1	1
64	2	2
65	1	1
66	2	2
67	3	1
68	2	2
69	1	1
70	2	1
71	1	1
72	1	2
73	2	3
74	1	2
75	1	2
76	1	2
77	2	2
78	3	2
79	3	1
80	4	2
81	3	2
82	3	2
83	1	1
84	2	0
85	3	1
86	2	2

**LAMPIRAN VI**  
**HASIL UJI ASUMSI DAN UJI HIPOTESIS**

- 
- Lampiran 6.1 *Output* SPSS Analisis Uji Deskriptif
- Lampiran 6.2 *Output* SPSS Analisis Uji Normalitas
- Lampiran 6.3 *Output* SPSS Analisis Uji Homogenitas
- Lampiran 6.4 *Output* SPSS Analisis Uji Linieritas
- Lampiran 6.5 *Output* SPSS Analisis Uji ANACOVA Satu Jalur
- Lampiran 6.6 Analisis Uji Lanjut LSD

**Lampiran 6.1** *Output SPSS Analisis Uji Deskriptif*

**Case Processing Summary**

	ModelPembelajaran	Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
<i>Posttest</i>	PBL PhET	83	100.0%	0	0.0%	83	100.0%
<i>t</i>	Konvensional	86	100.0%	0	0.0%	86	100.0%
<i>Pretest</i>	PBL PhET	83	100.0%	0	0.0%	83	100.0%
	Konvensional	86	100.0%	0	0.0%	86	100.0%



**Descriptives**

ModelPembelajaran		Statistic	Std. Error
<i>Posttest</i>	PBL PhET	<i>Mean</i>	80.7229
		<i>95% Confidence Interval for Mean</i>	
		<i>Lower Bound</i>	79.1823
		<i>Upper Bound</i>	82.2634
		<i>5% Trimmed Mean</i>	80.7313
		<i>Median</i>	80.0000
		<i>Variance</i>	49.776
		<i>Std. Deviation</i>	7.05521
		<i>Minimum</i>	67.50
		<i>Maximum</i>	95.00
		<i>Range</i>	27.50
		<i>Interquartile Range</i>	10.00
		<i>Skewness</i>	-.006
		<i>Kurtosis</i>	-.731
	Konvensional	<i>Mean</i>	53.4012
		<i>95% Confidence Interval for Mean</i>	
		<i>Lower Bound</i>	51.7777
		<i>Upper Bound</i>	55.0247
		<i>5% Trimmed Mean</i>	53.3075
		<i>Median</i>	53.7500
		<i>Variance</i>	57.340
		<i>Std. Deviation</i>	7.57233

		<i>Minimum</i>	40.00	
		<i>Maximum</i>	70.00	
		<i>Range</i>	30.00	
		<i>Interquartile Range</i>	10.00	
		<i>Skewness</i>	.075	.260
		<i>Kurtosis</i>	-.630	.514
<i>Pretest</i>	PBL PhET	<i>Mean</i>	27.8855	.71652
		<i>95% Confidence Interval for Mean</i>	<i>Lower Bound</i>	26.4602
			<i>Upper Bound</i>	29.3109
		<i>5% Trimmed Mean</i>	27.8949	
		<i>Median</i>	27.5000	
		<i>Variance</i>	42.612	
		<i>Std. Deviation</i>	6.52777	
		<i>Minimum</i>	15.00	
		<i>Maximum</i>	40.00	
		<i>Range</i>	25.00	
		<i>Interquartile Range</i>	10.00	
		<i>Skewness</i>	-.029	.264
		<i>Kurtosis</i>	-.714	.523
	Konvensional	<i>Mean</i>	31.2209	.69901
		<i>95% Confidence Interval for Mean</i>	<i>Lower Bound</i>	29.8311
			<i>Upper Bound</i>	32.6108
		<i>5% Trimmed Mean</i>	31.2177	
		<i>Median</i>	32.5000	
		<i>Variance</i>	42.021	
		<i>Std. Deviation</i>	6.48238	
		<i>Minimum</i>	17.50	
		<i>Maximum</i>	45.00	
		<i>Range</i>	27.50	
		<i>Interquartile Range</i>	10.00	
		<i>Skewness</i>	.016	.260
		<i>Kurtosis</i>	-.672	.514

## Lampiran 6.2 Output SPSS Analisis Uji Normalitas

		<i>Tests of Normality</i>					
		<i>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-Wilk</i>		
	ModelPembelajaran	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Posttest</i>	PBL PhET	.083	83	.200*	.974	83	.087
	Konvensional	.084	86	.199	.975	86	.087
<i>Pretest</i>	PBL PhET	.078	83	.200*	.972	83	.064
	Konvensional	.090	86	.083	.973	86	.073

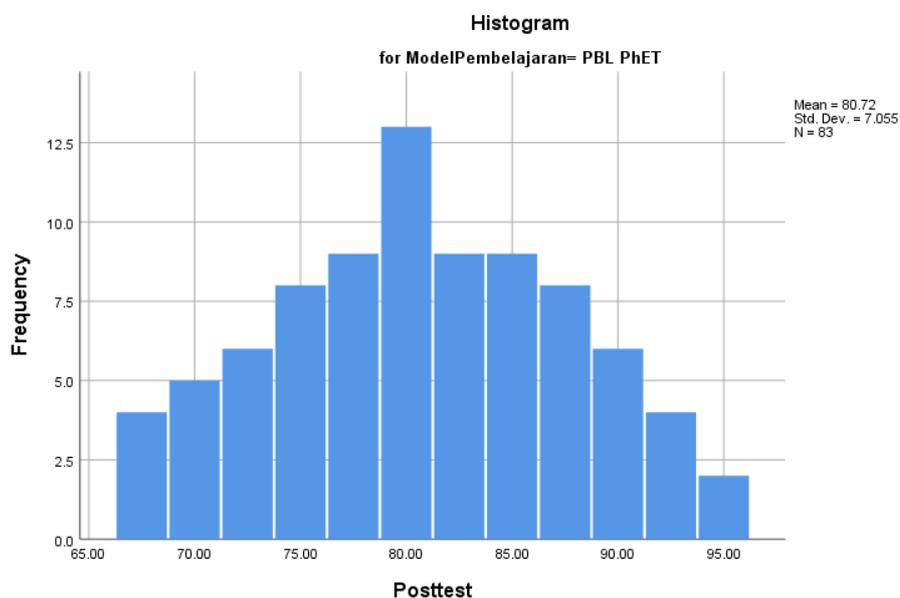
\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

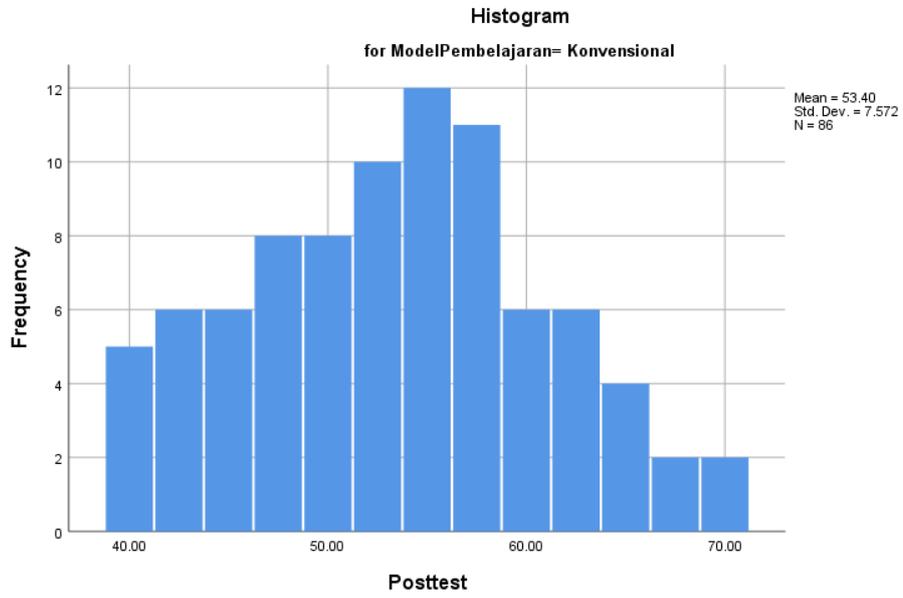
Data *pretest* dan *posttest* yang diperoleh oleh masing-masing kelompok dapat dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05.

### Histogram

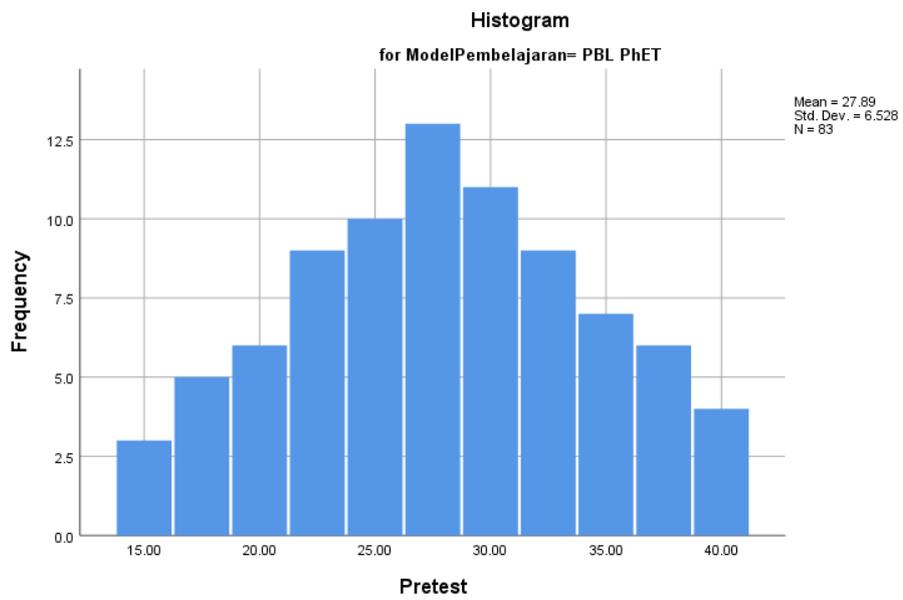
#### a) *Posttest* Model *Problem based learning* Berbantuan Simulasi PhET



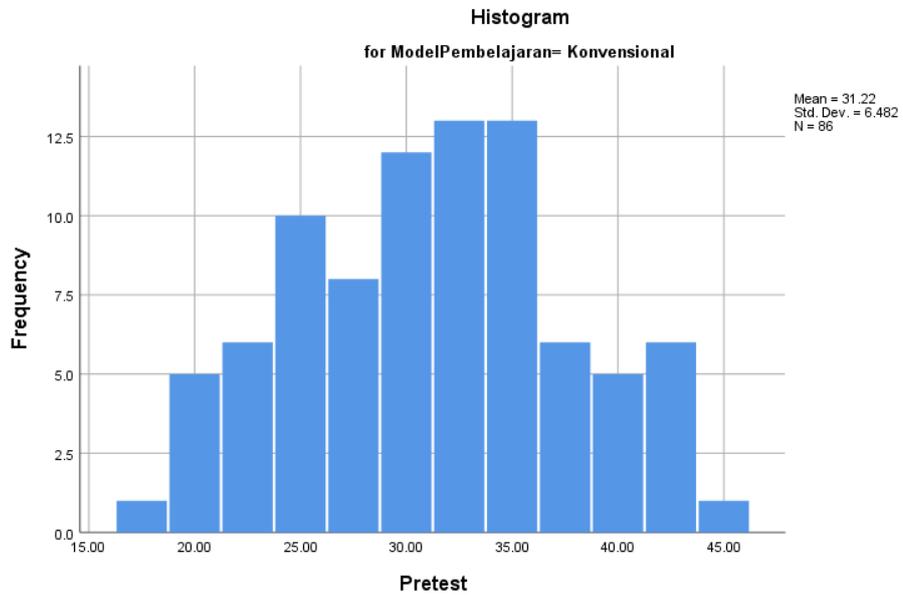
**b) *Posttest* Model Pembelajaran Konvensional**



**c) *Pretest* Model *Problem based learning* Berbantuan Simulasi PhET**

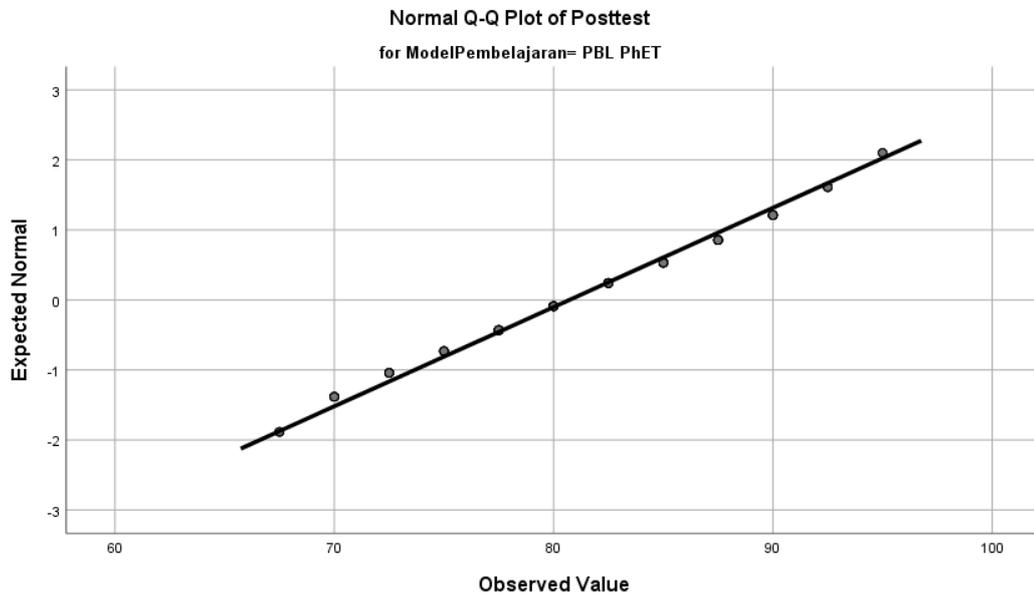


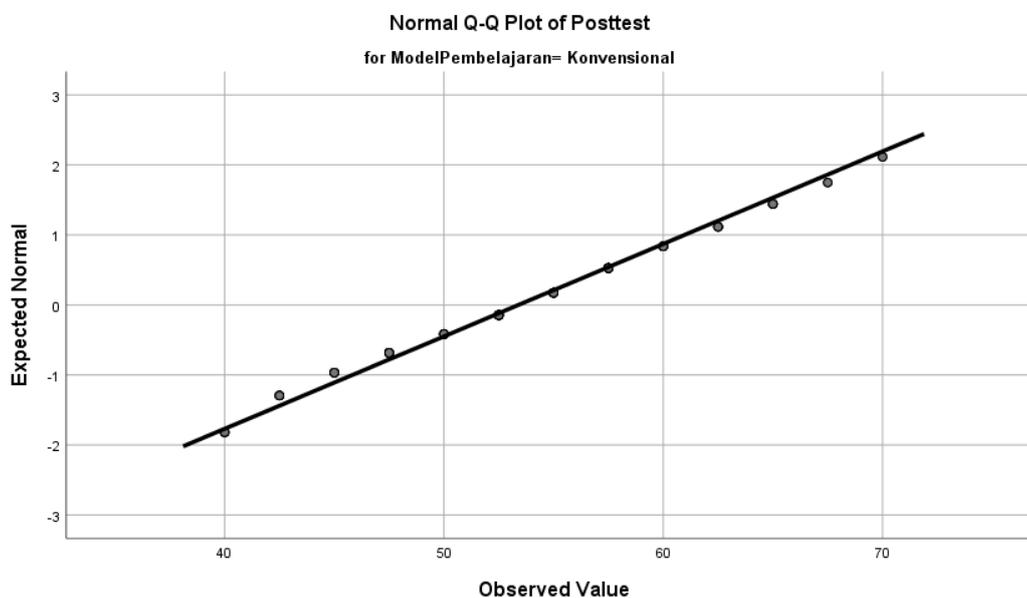
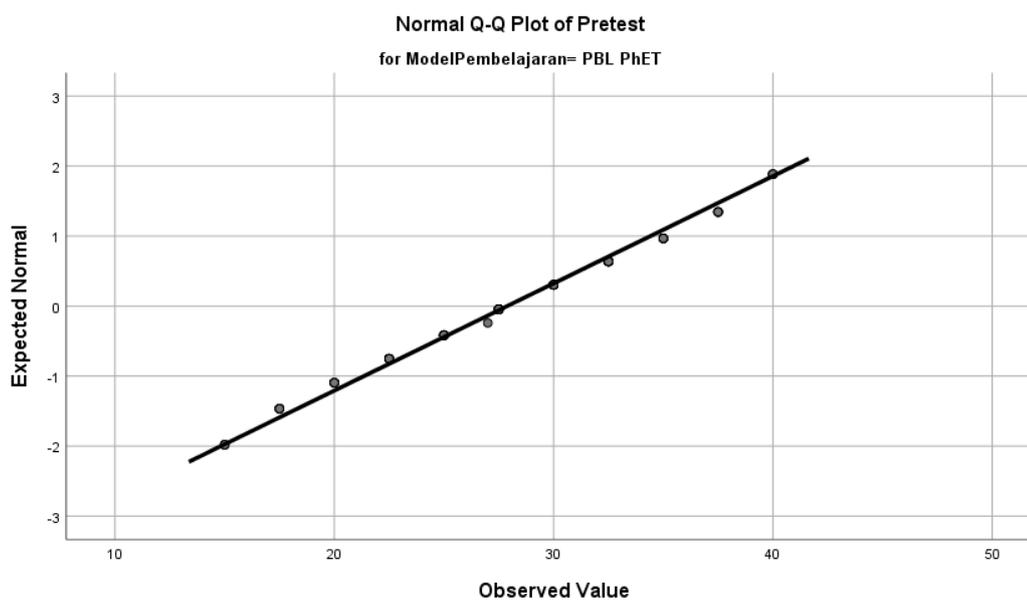
d) **Pretest Model Pembelajaran Konvensional**



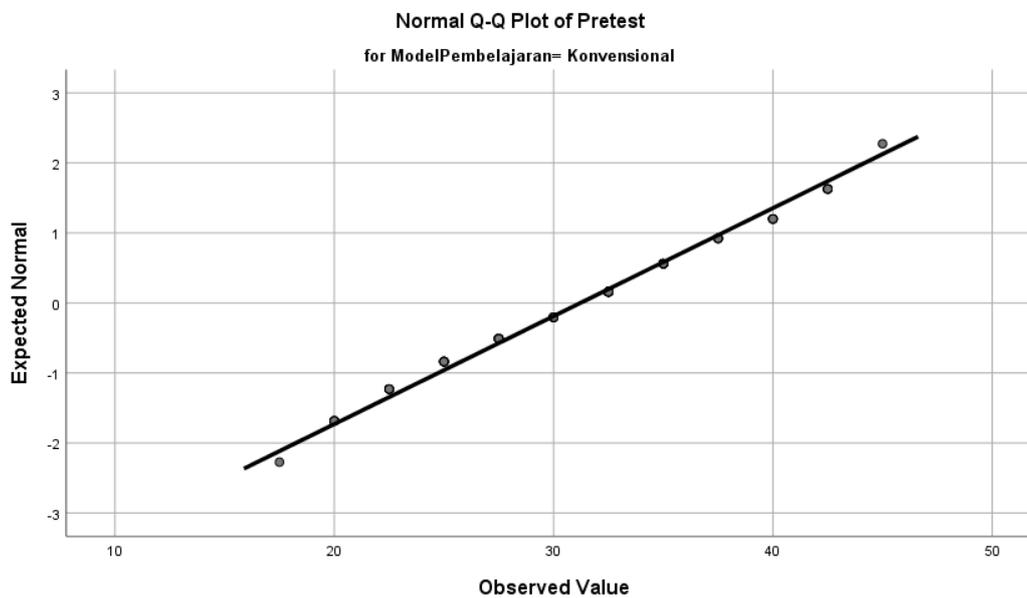
**Normal Q-Q Plots**

a) **Posttest Model Problem based learning Berbantuan Simulasi PhET**



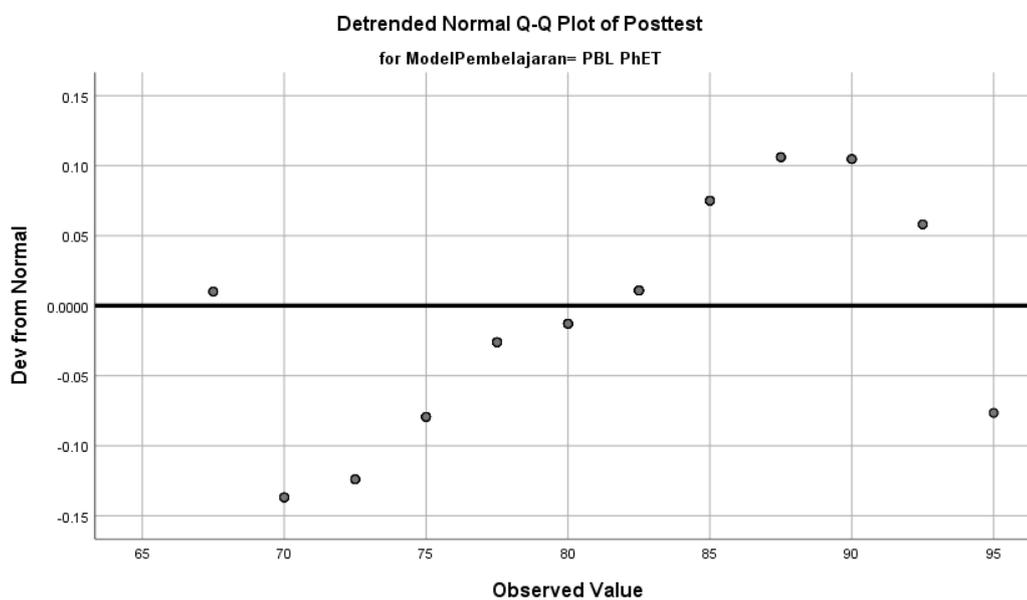
**b) *Posttest* Model Pembelajaran Konvensional****c) *Pretest* Model *Problem based learning* Berbantuan Simulasi PhET**

d) *Pretest* Model Pembelajaran Konvensional

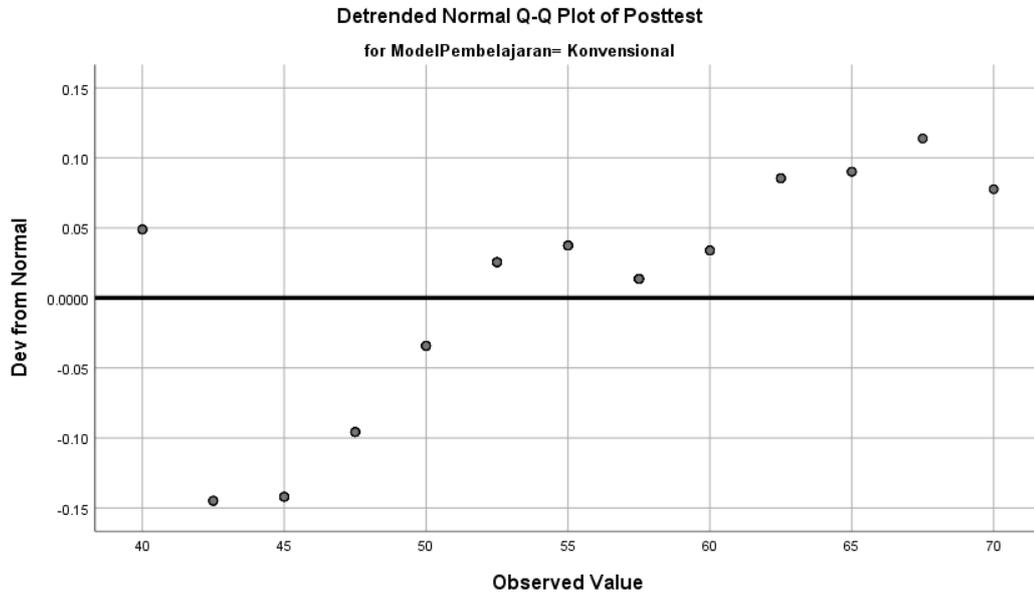


Detrended Normal Q-Q Plots

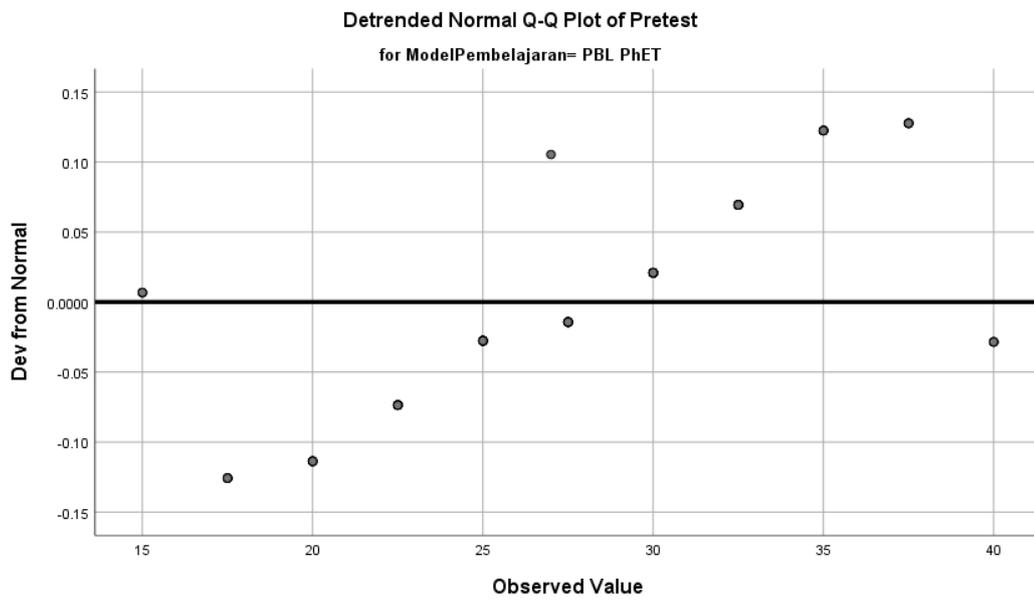
a) *Posttest* Model *Problem based learning* Berbantuan Simulasi PhET



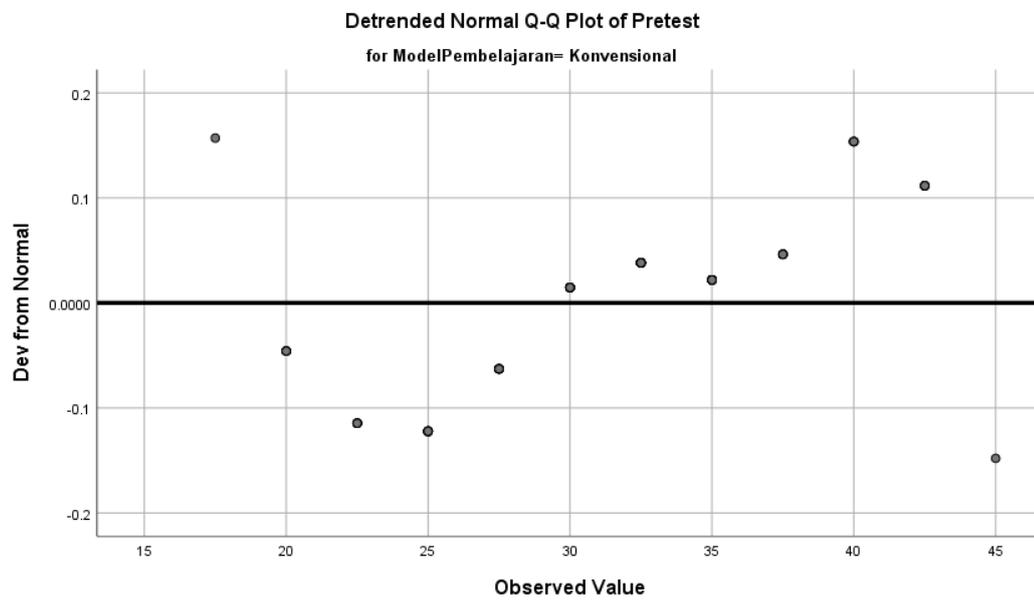
**b) *Posttest* Model Pembelajaran Konvensional**



**c) *Pretest* Model *Problem based learning* Berbantuan Simulasi PhET**



d) *Pretest* Model Pembelajaran Konvensional



**Lampiran 6.3** Output SPSS Analisis Uji Homogenitas

***Test of Homogeneity of Variance***

		<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
<i>Posttest</i>	<i>Based on Mean</i>	.407	1	167	.524
	<i>Based on Median</i>	.518	1	167	.473
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	.518	1	166.701	.473
	<i>Based on trimmed mean</i>	.406	1	167	.525
<i>Pretest</i>	<i>Based on Mean</i>	.000	1	167	.998
	<i>Based on Median</i>	.001	1	167	.982
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	.001	1	166.887	.982
	<i>Based on trimmed mean</i>	.000	1	167	.999

Data *pretest* dan *posttest* kemampuan pemahaman konsep siswa dinyatakan homogen apabila kedua kelompok belajar dikatakan homogen apabila kedua kelompok memiliki nilai signifikansi lebih dai 0,05.



**Lampiran 6.4 Output SPSS Analisis Uji Linieritas**

**Case Processing Summary**

	Included		Cases Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Posttest *	169	100.0%	0	0.0%	169	100.0%
Pretest						

**Report**

Posttest

Pretest	Mean	N	Std. Deviation
15.00	67.5000	3	.00000
17.50	70.0000	6	3.16228
20.00	58.1818	11	17.17887
22.50	62.1667	15	16.74031
25.00	61.6250	20	16.22772
27.00	80.0000	1	.
27.50	67.6250	20	15.22798
30.00	67.7174	23	15.89942
32.50	67.6136	22	16.24729
35.00	68.3750	20	16.70713
37.50	73.1250	12	14.85249
40.00	75.5556	9	16.19113
42.50	65.8333	6	2.58199
45.00	67.5000	1	.
Total	66.8195	169	15.52345

**ANOVA Table**

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posttest *	Between Groups	(Combined)	3184.966	13	244.997	1.018	.437
Pretest		Linearity	1302.764	1	1302.764	5.414	.021
		Deviation from Linearity	1882.202	12	156.850	.652	.795
	Within Groups		37299.279	155	240.641		
	Total		40484.246	168			

*Measures of Association*

	<i>R</i>	<i>R Squared</i>	<i>Eta</i>	<i>Eta Squared</i>
<i>Posttest *</i>	.179	.032	.280	.079
<i>Pretest</i>				

Data *pretest* dan *posttest* kemampuan pemahaman konsep dari kedua kelompok belajar dikatakan linier apabila diperoleh nilai signifikansi pada bagian *deviation from linearity* lebih besar dari 0,05. Untuk melihat koefisien arah regresi memiliki keberartian apabila memiliki nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05.



**Lampiran 6.5** Output SPSS Analisis Uji ANACOVA Satu Jalur

**Between-Subjects Factors**

	Value	Label	N
ModelPembelajaran	1.00	PBL PhET	83
	2.00	Konvensional	86

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	38428.227 <sup>a</sup>	2	19214.113	1551.320	.000	.949
Intercept	11065.837	1	11065.837	893.440	.000	.843
Pretest	6899.518	1	6899.518	557.057	.000	.770
ModelPembelajaran	37125.463	1	37125.463	2997.457	.000	.948
Error	2056.019	166	12.386			
Total	795043.750	169				
Corrected Total	40484.246	168				

a. R Squared = .949 (Adjusted R Squared = .949)

Pengujian ANAKOVA dilihat pada bagian signifikansi, dimana diperhatikan signifikansi pada *pretest* dan model pembelajaran memiliki nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05.  $F_{hitung}$  yang diperoleh signifikan, artinya  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Dilihat perbandingan antara nilai  $F_{hitung}$  dengan hasil nilai  $F_{tabel}$ . Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat disimpulkan  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak.

## Lampiran 6. 6 Analisis Uji Lanjut LSD

### 1. Output Hasil Uji LSD

#### Estimates

Dependent Variable: Posttest

ModelPembelajaran	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
PBL PhET	82.400 <sup>a</sup>	.393	81.625	83.176
Konvensional	51.782 <sup>a</sup>	.386	51.021	52.544

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pretest = 29.5828.

#### Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Posttest

(I) ModelPembel ajaran	(J) ModelPembel ajaran	Mean Differenc e (I-J)	Std. Erro r	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
PBL PhET	Konvensional	30.618*	.559	.000	29.513	31.722
Konvensional	PBL PhET	-30.618*	.559	.000	-31.722	-29.513

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

#### Univariate Tests

Dependent Variable: Posttest

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	37125.463	1	37125.463	2997.457	.000	.948
Error	2056.019	166	12.386			

The F tests the effect of ModelPembelajaran. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

## 2. Perhitungan LSD

Perolehan Penolakan LSD yang di perhitungan secara manual sebesar dengan persamaan sebagai berikut.

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MS_E + \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}}$$

Keterangan :

$\alpha$  = taraf signifikansi

$N$  = jumlah populasi

$a$  = jumlah kelompok belajar

$n_i$  = jumlah sampel kelas eksperimen

$n_j$  = jumlah sampel kelas kontrol

Perhitungan LSD sebagai berikut:

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, N-a} \sqrt{MS_E + \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}}$$

$$LSD = t_{\frac{0,05}{2}, 169-2} \sqrt{(12,386) + \frac{1}{83} + \frac{1}{86}}$$

$$LSD = t_{0,025; 167} \sqrt{(12,386) + 0,0237}$$

$$\text{Nilai } t_{\text{tabel}} = t_{0,025; 167} = 1,974$$

$$LSD = (1,974) \sqrt{(12,4097)}$$

$$LSD = (1,974)(3,5227)$$

$$LSD = 6,9538$$

**LAMPIRAN VII**  
**DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN**

Lampiran 7.1 Dokumentasi Kegiatan Penelitian

Lampiran 7.2 Surat Keterangan Melaksanakan Penelitian



## Lampiran 7.1 Dokumentasi Kegiatan Penelitian

### 1. Pelaksanaan Uji Coba Instrumen



## 2. Pelaksanaan *Pretest*

- *Pretest* Kelompok Eksperimen



- *Pretest Kelompok Kontrol*



### 3. Kegiatan Pembelajaran

- Kegiatan Pembelajaran Kelompok Eksperimen





- Kegiatan Pembelajaran Kelompok Kontrol





#### 4. Pelaksanaan *Posttest*

- *Posttest* Kelompok Eksperimen



- *Posttest* Kelompok Kontrol



## Lampiran 7. 2 Surat Keterangan Melaksanakan Penelitian

### 1. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Uji Coba Instrumen




REPUBLIC OF INDONESIA  
KEPIMPINAN PROVINSI BALI  
KEPIMPINAN KABUPATEN DENPASAR  
**SMA NEGERI 7 DENPASAR**  
Alamat: Jln. Saragosa No. 3 Denpasar Telp. 204520 Fax. 221344 Kode Pos 80132  
Web : [www.sman7denpasar.sch.id](http://www.sman7denpasar.sch.id) Email : [psman7@smn7.com](mailto:psman7@smn7.com)

---

**SURAT KETERANGAN UJI COBA INSTRUMEN**

Nomor: B.10.400.7.22.1/410/SMAN7DENPASAR/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Cokorda Gede Anom Wiratmaja, S.Pd.,M.Pd  
 NIP : 19680727 199702 1 004  
 Jabatan : Kepala SMA Negeri 7 Denpasar

Dengan ini menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa berikut :

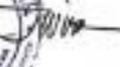
Nama : Gt. Agung Ayu Nyoman Triesta Ari Putri  
 NIM : 2113021008  
 Semester : VIII  
 Program Studi : Pendidikan Fisika  
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
 Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Ganesha

Memang benar telah melakukan Uji Coba Instrumen dan memperoleh data yang di perlukan di SMA Negeri 7 Denpasar, berkenaan dengan penyusunan Skripsi dengan Judul Penelitian Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Simulasi PhET Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 26 Mei 2025

Kepala SMA Negeri 7 Denpasar




**Cokorda Gede Anom Wiratmaja, S.Pd., M.Pd**  
 NIP. 19680727 199702 1 004

## 2. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian




KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 REPUBLIK INDONESIA  
**SMA NEGERI 7 DENPASAR**  
Jalan Dr. Sahyuni, Denpasar No. 26704, Telp. 227144, Faks. 227144, Kode Pos. 80223  
 Web : [www.sman7denpasar.sch.id](http://www.sman7denpasar.sch.id) | [sman7denpasar@gmail.com](mailto:sman7denpasar@gmail.com)

---

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

Nomor: B.10.400.7.22.1/411/SMANTDENPASAR/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Cikorda Gede Anom Wiratmaja, S.Pd., M.Pd  
 NIP : 19680727 199702 1 004  
 Jabatan : Kepala SMA Negeri 7 Denpasar

Dengan ini menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa berikut :

Nama : Gal. Agung Ayu Nyoman Triesta Ari Putri  
 NIM : 2113021008  
 Semester : VIII  
 Program Studi : Pendidikan Fisika  
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
 Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Ganesha

Memang benar telah melakukan pengumpulan data penelitian untuk skripsi di SMA Negeri 7 Denpasar, dengan judul Penelitian Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Simulasi PhET Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 26 Mei 2025  
 Kepala SMA Negeri 7 Denpasar




Cikorda Gede Anom Wiratmaja, S.Pd., M.Pd  
 NIP. 19680727 199702 1 004